

Χημικά

Χρονικά

ΤΕΥΧΟΣ ΜΑΡΤΙΟΥ - ΑΠΡΙΛΙΟΥ 2026



Άγιο Μύρο

Η μελλοντική δομή των
υπερβαρέων στοιχείων:

Από τα s, p, d, f στις g και h υποστιβάδες



Η Διοικούσα Επιτροπή της Ε.Ε.Χ. (2025-2027)

Πρόεδρος: Παπαδόπουλος Αθανάσιος

Α' Αντιπρόεδρος: Κορίλλης Αναστάσιος

Β' Αντιπρόεδρος: Κουλός Βασίλειος

Γενικός Γραμματέας: Σιταράς Ιωάννης

Ειδικός Γραμματέας: Βαφειάδης Ιωάννης - Αλέξανδρος

Ταμίας: Σωτηρίου Πέτρος

Μέλη: Στεφανίδου Άννα, Παπαγιαννοπούλου Ειρήνη,

Στάικος Χρήστος, Ψαρουδάκης Νικόλαος, 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: Κουλός Βασίλειος), 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 X2 - 109, Ισόγειο, Τμήμα Χημείας-Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Πανεπιστημιούπολη Ιωαννίνων, 45110 Ιωάννινα, Τηλ.: 26510 08358, e-mail: epiroseex@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

10 Άρθρα

21 Συνέδρια

23 Δράσεις ΕΕΧ/ Δελτία Τύπου

Αξιότιμα μέλη της Ένωσης Ελλήνων Χημικών,

Αγαπητές και αγαπητοί συνάδελφοι,

Επικοινωνώ μαζί σας στο νέο τεύχος των «Χημικών Χρονικών» σε μια περίοδο έντονης επιστημονικής δραστηριότητας και εξωστρέφειας. Σήμερα, περισσότερο από ποτέ, η επιστήμη της Χημείας καλείται να πρωτοστατήσει στην αντιμετώπιση κρίσιμων ζητημάτων που αφορούν το περιβάλλον, την υγεία και τη βιωσιμότητα. Για να ανταποκριθούμε σε αυτές τις προκλήσεις, απαιτούνται συνέργειες, διεπιστημονικότητα και, φυσικά, η ενεργή συμμετοχή και ενδυνάμωση της νέας γενιάς των επιστημόνων μας.

Σε αυτό το πλαίσιο, είμαι ιδιαίτερα υπερήφανος που η Ένωσή μας στηρίζει και προβάλλει πρωτοβουλίες οι οποίες προάγουν τον διάλογο, την καινοτομία και τη γνώση. Θα ήθελα να σταθώ σε τρία σημαντικά γεγονότα που κοσμούν το επιστημονικό μας ημερολόγιο:

Αρχικά, χαιρετίζουμε με μεγάλο ενθουσιασμό το 1ο Φοιτητικό Συνέδριο Χημείας (<https://chemistcongreece.com/>). Πρόκειται για έναν νέο, ελπιδοφόρο θεσμό που ανήκει στους αυριανούς συναδέλφους μας. Αποτελεί την ιδανική ευκαιρία για τους φοιτητές μας να κάνουν τα πρώτα τους βήματα στην παρουσίαση του ερευνητικού τους έργου, να ανταλλάξουν απόψεις και να χτίσουν τα δικά τους δίκτυα αλληλεπίδρασης με την ακαδημαϊκή και παραγωγική κοινότητα. Η ΕΕΧ θα είναι πάντα αρωγός στους νέους μας.

Δεύτερον, στο πνεύμα της διεπιστημονικής συνεργασίας που απαιτεί η εποχή μας, σας προσκαλούμε θερμά να στηρίξετε και να παρακολουθήσετε την εξαιρετική πρωτοβουλία της One Health Students Greece. Πρόκειται για την υβριδική επιστημονική ημερίδα με τίτλο: «Διαχείριση Αποβλήτων και Ενιαία Υγεία: Διεπιστημονική Προσέγγιση, Καινοτομία και Βιωσιμότητα».

Σας προτρέπω να εξασφαλίσετε τη θέση σας άμεσα, καθώς τα θέματα που θα αναπτυχθούν βρίσκονται στον πυρήνα του επαγγέλματός μας.

Τέλος, άρρηκτα συνδεδεμένο με τα ζητήματα της περιβαλλοντικής διαχείρισης είναι και το 9ο Περιβαλλοντικό Συνέδριο Μακεδονίας (<https://ecomac.gr/>). Το συνέδριο αυτό αποτελεί σημείο αναφοράς για τις περιβαλλοντικές επιστήμες στην ευρύτερη περιοχή και η παρουσία των Χημικών εκεί είναι καθοριστική. Μέσα από τέτοια επιστημονικά φόρα, προβάλλονται λύσεις αιχμής για την πράσινη μετάβαση και την προστασία των οικοσυστημάτων μας.

Αγαπητοί συνάδελφοι, η επιστήμη μας προχωρά μέσα από τη συνεργασία και τη διαρκή επιμόρφωση. Σας καλώ όλους να αγκαλιάσετε αυτές τις δράσεις, να δώσετε το «παρών» και να συνεχίσουμε μαζί να αναδεικνύουμε τον κομβικό ρόλο του Έλληνα Χημικού στην κοινωνία.

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.

Ανατροπή στην έννοια της πολικότητας: Διπολικές ροπές πέρα από την ηλεκτρικότητα

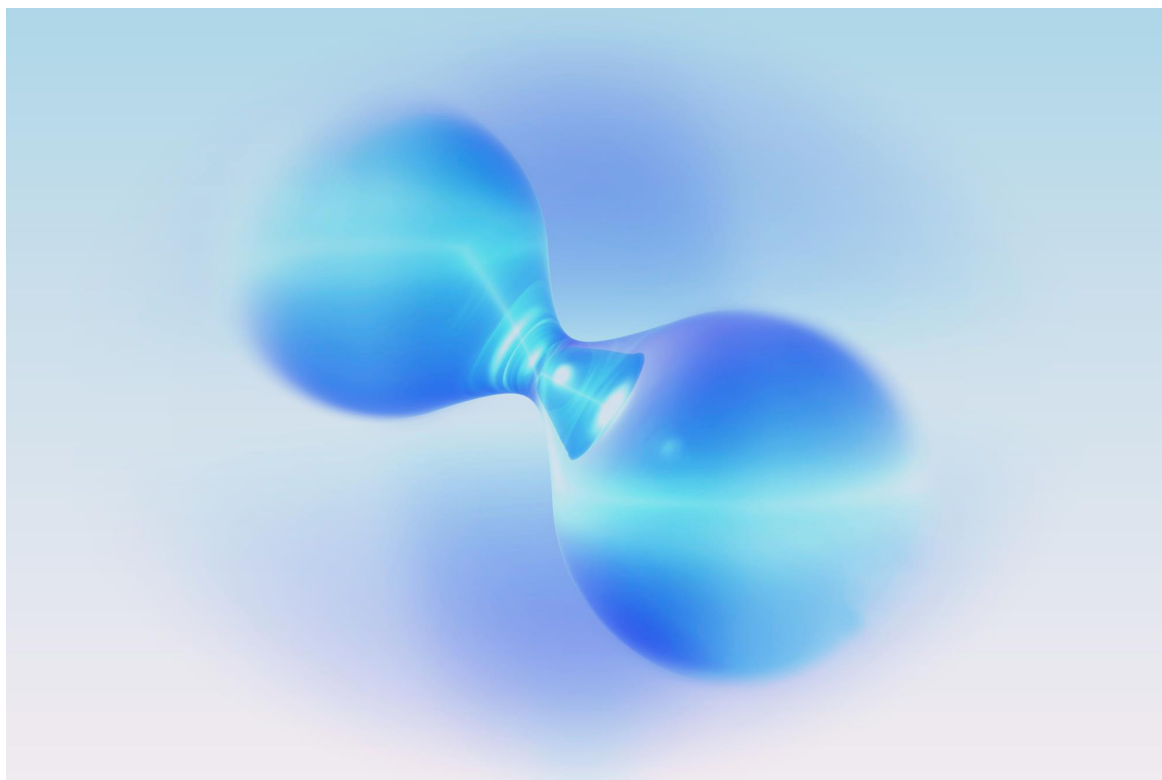
Δρ Σπύρος Κιτσινέλης

Η έννοια της πολικότητας αποτελεί θεμελιώδη λίθο της χημείας, διδασκόμενη από τα πρώτα κιάλια στάδια της εκπαίδευσης. Σύμφωνα με την κλασική προσέγγιση, η πολικότητα ενός δεσμού και κατ' επέκταση μιας μοριακής οντότητας, εξαρτάται κυρίως από τη διαφορά στην ηλεκτρικότητα μεταξύ των δύο ατόμων. Όσο μεγαλύτερη είναι αυτή η διαφορά, τόσο ισχυρότερη θεωρείται η διπολική ροπή. Ωστόσο, πρόσφατη μελέτη που παρουσιάστηκε στο Chemistry World από τον Mason Wakley φέρνει στο φως δεδομένα που αμφισβητούν αυτή τη θεμελιώδη αρχή.

Η έρευνα, με επικεφαλής τον Jesús Pérez Ríos από το Πανεπιστήμιο Stony Brook, βασίστηκε σε προηγμένες υπολογιστικές μεθόδους της υπολογιστικής χημείας για τη μελέτη διατομικών μορίων. Αντί να εξετάσουν μόνο «κλασικά» πολικά συστήματα, όπως τα μεταλλικά αλογονίδια (π.χ. CsF), οι ερευνητές διερεύνησαν ένα ευρύτερο φάσμα μορίων, συμπεριλαμβανομένων ενώσεων μετάλλων με παρόμοιες τιμές ηλεκτρικότητας.

Τα αποτελέσματα ήταν εντυπωσιακά. Συγκεκριμένα, διαπιστώθηκε ότι ορισμένα διατομικά μόρια που αποτελούνται από δύο μέταλλα μπορούν να εμφανίζουν διπολικές ροπές σημαντικά μεγαλύτερες από εκείνες «κλασικών» πολικών μορίων. Παραδείγματα τέτοιων συστημάτων περιλαμβάνουν συνδυασμούς μετάλλων αλκαλικών και αλκαλικών γαιών (Ομάδες 1 και 2), όπως RbSr ή CsBa, όπου η διαφορά ηλεκτρικότητας είναι σχετικά μικρή, αλλά η κατανομή του ηλεκτρονικού νέφους οδηγεί σε ισχυρή πόλωση.

Σχετικά με πώς εξηγείται αυτό το φαινόμενο, η απάντηση βρίσκεται πέρα από την απλοποιημένη εικόνα της μεταφοράς φορτίου. Οι υπολογισμοί έδειξαν ότι η διπολική ροπή δεν εξαρτάται αποκλειστικά από τη στατική διαφορά ηλεκτρικότητας, αλλά και από πιο λεπτές κβαντομηχανικές επιδράσεις. Αυτές περιλαμβάνουν τη συμμετοχή τροχιακών υψηλότερης ενέργειας, την υβριδοποίηση και την ασύμμετρη κατανομή της ηλεκτρονικής πυκνότητας λόγω συσχετίσεων ηλεκτρονίων. Με άλλα λόγια, η πολικότητα προκύπτει



ως αποτέλεσμα της συνολικής ηλεκτρονιακής δομής και όχι μόνο από μια απλή διαφορά ιδιοτήτων των ατόμων.

Για την ανάλυση των συστημάτων, οι ερευνητές χρησιμοποίησαν υψηλού επιπέδου υπολογιστικές τεχνικές, όπως η μέθοδος coupled-cluster που επιτρέπει την ακριβή περιγραφή της ηλεκτρονιακής συσχέτισης. Επιπλέον, υπολογίστηκαν καμπύλες δυναμικής ενέργειας και κατανομές φορτίου, προκειμένου να προσδιοριστούν με ακρίβεια οι διπολικές ροπές σε διάφορες αποστάσεις δεσμού. Τα αποτελέσματα αυτά δεν θα μπορούσαν να προκύψουν με απλές εμπειρικές προσεγγίσεις, γεγονός που υπογραμμίζει τη σημασία της σύγχρονης υπολογιστικής χημείας.

Η σημασία των ευρημάτων εκτείνεται πέρα από τη θεωρητική κατανόηση. Μόρια με πολύ μεγάλες διπολικές ροπές είναι ιδιαίτερα σημαντικά για πειράματα σε υπερ-ψυχρές θερμοκρασίες, όπου οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ μορίων εξαρτώνται έντονα από τη διπολική φύση τους. Σε τέτοια περιβάλλοντα, ακόμη και μικρές αλλαγές στη διπολική ροπή μπορούν να επηρεάσουν δραστικά τη συμπεριφορά των συστημάτων,

καθιστώντας τα ιδανικά για μελέτες στην κβαντική προσομοίωση και τη φυσική συμπυκνωμένης ύλης.

Επιπλέον, η αναθεώρηση της έννοιας της πολικότητας ενδέχεται να έχει επιπτώσεις και στη χημική εκπαίδευση. Η απλοποιημένη διδασκαλία που βασίζεται αποκλειστικά στην ηλεκτρικότητα, αν και χρήσιμη σε εισαγωγικό επίπεδο, φαίνεται να μην επαρκεί για την περιγραφή πιο σύνθετων συστημάτων. Η νέα αυτή προσέγγιση ενισχύει την ανάγκη για ενσωμάτωση πιο σύγχρονων εννοιών, όπως η ανάλυση ηλεκτρονιακής πυκνότητας και οι κβαντομηχανικές αλληλεπιδράσεις, στη διδασκαλία της χημείας.

Συνοψίζοντας, η μελέτη αυτή αναδεικνύει ότι η πολικότητα δεν είναι μια απλή συνάρτηση της διαφοράς ηλεκτρικότητας, αλλά ένα πολύπλοκο φαινόμενο που εξαρτάται από τη συνολική ηλεκτρονιακή δομή του μορίου. Η ανακάλυψη ότι μόρια με παρόμοιες τιμές ηλεκτρικότητας μπορούν να εμφανίζουν εξαιρετικά μεγάλες διπολικές ροπές ανοίγει νέους δρόμους τόσο στη θεωρητική όσο και στην εφαρμοσμένη χημεία.

Πηγή

Chemistry World, M. Wakley, *Molecules with largest dipole moments aren't due to electronegativity differences*, 18 March 2026.

Η «φούσκα» του υδρογόνου και η πραγματικότητα της ενεργειακής μετάβασης

Δρ Σπύρος Κιτσινέλης

Το υδρογόνο, το απλούστερο και πιο άφθονο στοιχείο στο σύμπαν, έχει αναδειχθεί τα τελευταία χρόνια σε ένα από τα πιο συζητημένα «καύσιμα του μέλλοντος». Πολιτικοί, εταιρείες ενέργειας και επενδυτές το παρουσιάζουν συχνά ως κεντρικό εργαλείο για την απανθρακοποίηση της οικονομίας. Πράγματι, τα τελευταία χρόνια ανακοινώθηκαν εκατοντάδες έργα παραγωγής υδρογόνου χαμηλών εκπομπών άνθρακα σε όλο τον κόσμο. Ωστόσο, μια πιο προσεκτική ματιά δείχνει ότι μόνο ένα μικρό ποσοστό αυτών των έργων προχωρά πραγματικά σε επενδυτική απόφαση και τελικά σε κατασκευή. Η εξέλιξη αυτή αποκαλύπτει μια σημαντική διάσταση της ενεργειακής μετάβασης: η τεχνολογική αισιοδοξία συχνά προηγείται της οικονομικής και φυσικής πραγματικότητας. Στην πράξη, το υδρογόνο φαίνεται ότι θα διατηρήσει κυρίως τον παραδοσιακό του ρόλο ως χημική πρώτη ύλη και όχι ως γενικευμένο ενεργειακό φορέα.

Σήμερα, η πλειονότητα του υδρογόνου που παράγεται παγκοσμίως χρησιμοποιείται στη χημική βιομηχανία. Χαρακτηριστικά

παράδειγμα αποτελούν η παραγωγή αμμωνίας μέσω της διαδικασίας Haber-Bosch, καθώς και η χρήση του σε διυλιστήρια πετρελαίου για υδρογονοπυρόλυση και αποθείωση καυσίμων. Δεν αποτελεί λοιπόν έκπληξη ότι πολλά από τα έργα υδρογόνου που τελικά προχωρούν αφορούν εγκαταστάσεις όπου το υδρογόνο χρησιμοποιείται ήδη εδώ και δεκαετίες.

Ένα από τα μεγαλύτερα εμπόδια για τη διάδοση του υδρογόνου χαμηλών εκπομπών άνθρακα είναι το κόστος παραγωγής του. Το λεγόμενο «γκρι» υδρογόνο, που παράγεται από φυσικό αέριο με ατμό (steam methane reforming), παραμένει η φθηνότερη επιλογή αλλά συνοδεύεται από σημαντικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

Η εναλλακτική λύση του «μπλε» υδρογόνου βασίζεται στην ίδια διαδικασία αλλά με δέσμευση και αποθήκευση του CO₂ (carbon capture and storage). Η τεχνολογία αυτή μειώνει τις εκπομπές, αλλά αυξάνει σημαντικά το κόστος παραγωγής λόγω των επιπλέον ενεργειακών και τεχνικών απαιτήσεων.

Ακόμη πιο φιλόδοξη είναι η παραγωγή «πράσινου» υδρογόνου



μέσω ηλεκτρόλυσης του νερού με χρήση ανανεώσιμης ηλεκτρικής ενέργειας. Αν και θεωρητικά αποτελεί την καθαρότερη λύση, η διαδικασία παραμένει ακριβή καθώς είναι πολύπλοκα συστήματα που απαιτούν εξειδικευμένα υλικά και υψηλές επενδύσεις, ενώ το λειτουργικό κόστος εξαρτάται άμεσα από την τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές.

Πέρα από το κόστος, σημαντικό ρόλο παίζουν και οι φυσικοί περιορισμοί. Το υδρογόνο έχει πολύ χαμηλή ενεργειακή πυκνότητα ανά μονάδα όγκου, γεγονός που καθιστά δύσκολη την αποθήκευση και τη μεταφορά του. Η συμπίεση ή η υδροποίηση του απαιτεί σημαντική κατανάλωση ενέργειας, ενώ οι αγωγοί και οι δεξαμενές πρέπει να σχεδιάζονται ειδικά ώστε να αποφεύγονται προβλήματα όπως η ευθραυστότητα των μετάλλων από υδρογόνο (hydrogen embrittlement).

Επιπλέον, κάθε μετατροπή ενέργειας συνοδεύεται από απώλειες. Η παραγωγή υδρογόνου μέσω ηλεκτρόλυσης, η συμπίεση ή μεταφορά του και τελικά η μετατροπή του ξανά σε ηλεκτρική ενέργεια ή θερμότητα συνεπάγονται σημαντικές θερμοδυναμικές απώλειες. Για πολλές εφαρμογές, όπως η θέρμανση κτιρίων ή η αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας, υπάρχουν πιο αποδοτικές λύσεις, όπως οι αντλίες θερμότητας ή οι μπαταρίες. Οι εξελίξεις αυτές εξηγούν γιατί ένας αυξανόμενος αριθμός έργων υδρογόνου ακυρώνεται ή «παγώνει». Κάποιοι αναλυτές

θεωρούν ότι βρισκόμαστε μπροστά σε μια διόρθωση μιας υπερβολικά αισιόδοξης αγοράς – μια «φούσκα υδρογόνου» που αρχίζει να ξεφουσκώνει όταν οι επενδυτές έρχονται αντιμέτωποι με τους περιορισμούς της φυσικής και της οικονομίας.

Υπάρχει όμως και μια πιο κυνική ερμηνεία. Ορισμένες εταιρείες ίσως ανακοίνωσαν φιλόδοξα σχέδια υδρογόνου κυρίως για λόγους επικοινωνιακής στρατηγικής, κερδίζοντας χρόνο στην προσπάθεια μείωσης των τρεχουσών εκπομπών τους.

Παρά τις δυσκολίες, το υδρογόνο δεν πρέπει να θεωρηθεί αποτυχημένη λύση. Σε συγκεκριμένους τομείς, όπως η βαριά βιομηχανία, η παραγωγή λιπασμάτων ή η σύνθεση συνθετικών καυσίμων, μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στη μείωση των εκπομπών άνθρακα. Η πρόκληση για την επιστημονική και βιομηχανική κοινότητα είναι να διαχωρίσει τον ρεαλισμό από την υπερβολή και να επικεντρωθεί στις εφαρμογές όπου το υδρογόνο έχει πραγματικό τεχνολογικό και οικονομικό νόημα.

Η ενεργειακή μετάβαση δεν θα βασιστεί σε μία μόνο «μαγική» λύση. Το υδρογόνο αποτελεί ένα σημαντικό κομμάτι του παζλ, αλλά όχι το καθολικό ενεργειακό θαύμα που συχνά παρουσιάζεται. Για τους χημικούς και τους μηχανικούς, η πρόκληση είναι να αξιοποιήσουν το στοιχείο αυτό με τρόπο ρεαλιστικό, βασισμένο στην επιστήμη και όχι στις υπερβολικές προσδοκίες.

Πηγές

1. International Energy Agency (IEA). (2023). *Global Hydrogen Review 2023*. <https://www.iea.org/reports/global-hydrogen-review-2023>
2. International Renewable Energy Agency (IRENA). (2022). *Geopolitics of the Energy Transformation: The Hydrogen Factor*. <https://www.irena.org>
3. International Energy Agency (2019). *The Future of Hydrogen: Seizing Today's Opportunities*. <https://www.iea.org/reports/the-future-of-hydrogen>
4. Nature Energy. (2022). "Hydrogen energy systems: A critical review of technologies and economics."
5. Energy & Environmental Science. (2020). Staffell, I. et al. *The role of hydrogen and fuel cells in the global energy system*.
6. Hydrogen Council. (2023). *Hydrogen Insights Report*. <https://hydrogencouncil.com>
7. European Commission. (2020). *A Hydrogen Strategy for a Climate-Neutral Europe*.

Κβαντική σήραγγα: μια νέα ενεργειακά αποδοτική μέθοδος διαχωρισμού δευτερίου από το νερό

Δρ Σπύρος Κιτσινέλης

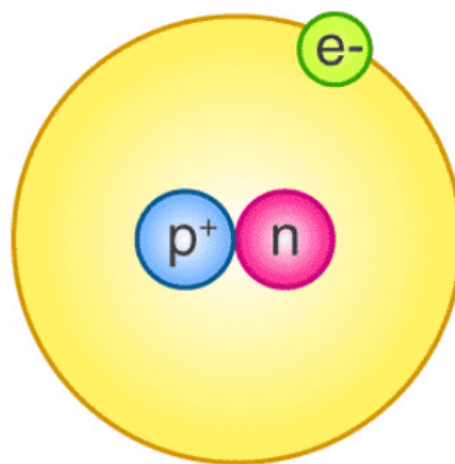
Ο διαχωρισμός ισotόπων του υδρογόνου αποτελεί ένα από τα πιο απαιτητικά προβλήματα στη χημική τεχνολογία. Το δευτέριο (^2H ή D), το βαρύτερο σταθερό ισotόπο του υδρογόνου, έχει σημαντικές εφαρμογές στη βιομηχανία πυρηνικής ενέργειας, στη φασματοσκοπία, αλλά και στη φαρμακευτική χημεία. Ωστόσο, η φυσική του αφθονία είναι εξαιρετικά χαμηλή: στο φυσικό νερό το δευτέριο αντιστοιχεί σε περίπου 120 ppm. Η απομόνωσή του από το κοινό υδρογόνο (πρωτίο, ^1H) είναι συνεπώς ιδιαίτερα δύσκολη και ενεργοβόρα διαδικασία. Μια πρόσφατη μελέτη προτείνει μια εντελώς διαφορετική προσέγγιση: αξιοποίηση της κβαντικής σήραγγας (quantum tunnelling) για τον ηλεκτροχημικό διαχωρισμό των ισotόπων του υδρογόνου στο νερό. Η τεχνική αυτή πέτυχε έναν από τους υψηλότερους συντελεστές διαχωρισμού που έχουν καταγραφεί σε θερμοκρασία δωματίου, γεγονός που ενδέχεται να μειώσει σημαντικά το ενεργειακό κόστος παραγωγής βαρέος ύδατος.

Τα ισotόπα του υδρογόνου έχουν σχεδόν ταυτόσημη χημική συμπεριφορά, καθώς διαθέτουν το ίδιο ηλεκτρονιακό σύστημα. Η βασική διαφορά τους είναι η μάζα του πυρήνα. Το δευτέριο έχει έναν επιπλέον νετρόνιο και συνεπώς είναι περίπου διπλάσιο σε μάζα από το πρωτίο.

Αυτή η μικρή διαφορά μάζας οδηγεί σε μικρές διαφορές στην ενέργεια δεσμού και στην κινητικότητα των αντιδράσεων. Οι υπάρχουσες τεχνολογίες εκμεταλλεύονται αυτές τις διαφορές μέσω μεθόδων όπως η κλασματική απόσταξη, η ισotοπική ανταλλαγή και η επιλεκτική προσρόφηση σε πορώδη υλικά. Ωστόσο, οι περισσότερες από αυτές τις τεχνικές απαιτούν υψηλές θερμοκρασίες, χαμηλές θερμοκρασίες ή πολλαπλά στάδια διεργασιών, καθιστώντας την παραγωγή βαρέος ύδατος ενεργειακά δαπανηρή.

Στις περισσότερες χημικές προσεγγίσεις, οι ερευνητές προσπαθούν να μειώσουν την ενέργεια ενεργοποίησης (activation energy) για τη διάσπαση του δεσμού O-H στο νερό. Το πρόβλημα είναι ότι η μείωση αυτή επηρεάζει σχεδόν εξίσου και τον δεσμό O-D , μειώνοντας τελικά την αποτελεσματικότητα του διαχωρισμού. Η νέα στρατηγική ακολουθεί την αντίθετη λογική: ενισχύει τους δεσμούς του νερού.

Στο πείραμα χρησιμοποιήθηκε ένα ηλεκτροχημικό σύστημα με ηλεκτρόδιο ρουθηνίου-καρβιδίου νικελίου, ενώ στον αλκαλικό ηλεκτρολύτη προστέθηκε ισοπροπανόλη. Η παρουσία της ουσίας αυτής αναδιοργανώνει το δίκτυο δεσμών υδρογόνου γύρω από τις ενεργές θέσεις του καταλύτη, καθιστώντας τη δομή του νερού πιο «τακτοποιημένη» και μειώνοντας το



Deuterium
Mass number : 2

μήκος των δεσμών. Αυτό οδηγεί σε υψηλότερο ενεργειακό φράγμα για τη διάσπαση των δεσμών, κάτι που φαίνεται αρχικά αντιπαραγωγικό. Στην πραγματικότητα όμως δημιουργεί τις ιδανικές συνθήκες για να εμφανιστεί ένα καθαρά κβαντικό φαινόμενο.

Στην κλασική φυσική, ένα σωματίδιο δεν μπορεί να περάσει μέσα από ένα ενεργειακό φράγμα αν δεν διαθέτει επαρκή ενέργεια. Στην κβαντική μηχανική όμως υπάρχει μια μικρή πιθανότητα να «διαπεράσει» το φράγμα μέσω του φαινομένου της κβαντικής σήραγγας. Το πρωτίο, λόγω της μικρότερης μάζας του, έχει πιο εκτεταμένη κυματοσυνάρτηση και συνεπώς μεγαλύτερη πιθανότητα να «διαπεράσει» το ενεργειακό φράγμα σε σχέση με το βαρύτερο δευτέριο. Όταν οι δεσμοί του νερού γίνονται ισχυρότεροι, η κλασική διάσπαση των δεσμών καταστέλλεται, αλλά το πρωτίο συνεχίζει να αντιδρά μέσω σήραγγας πολύ συχνότερα από το δευτέριο. Με αυτό τον τρόπο το σύστημα καταναλώνει κυρίως τα μόρια H_2O , αφήνοντας πίσω νερό πλουσιότερο σε δευτέριο.

Μια ερευνητική ομάδα σχεδίασε έναν αντιδραστήρα πέντε σταδίων που λειτουργεί σε θερμοκρασία δωματίου και με δυναμικό μόλις 0,4 V. Με αυτόν τον τρόπο κατόρθωσε να αυξήσει το ποσοστό δευτερίου στο νερό έως και 80%, ξεκινώντας από φυσικό νερό. Η μέθοδος παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την παραγωγή βαρέος ύδατος (D_2O) για πυρηνικούς

αντιδραστήρες, τον διαχωρισμό ισotόπων σε πυρηνικές εγκαταστάσεις και εφαρμογές στη φαρμακευτική χημεία και τη φασματοσκοπία NMR. Επιπλέον, η λειτουργία σε θερμοκρασία δωματίου υποδηλώνει ότι η τεχνολογία μπορεί να κλιμακωθεί βιομηχανικά με χαμηλότερο ενεργειακό κόστος. Η συγκεκριμένη μελέτη αποτελεί ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα του πώς φαινόμενα που ανήκουν στην κβαντική

μηχανική μπορούν να αξιοποιηθούν σε μακροσκοπικές τεχνολογικές εφαρμογές. Αν επιβεβαιωθεί πειραματικά και από άλλες ομάδες και κλιμακωθεί σε μεγαλύτερη κλίμακα, η προσέγγιση αυτή μπορεί να μεταμορφώσει τον τρόπο παραγωγής βαρέος ύδατος και γενικότερα τον διαχωρισμό ισotόπων του υδρογόνου.

Πηγή

Wogan, T. Quantum tunnelling harnessed to radically improve efficiency of separation of deuterium from water. *Chemistry World*, 6 March 2026.

Μικρόβια που «τρώνε» πλαστικό: Μπορεί η βιολογία να λύσει την κρίση των απορριμμάτων;

Δρ Σπύρος Κιτσινέλης

Στις ακτές γύρω από την Τζακάρτα της Ινδονησίας, ανάμεσα σε μπουκάλια νερού, σακούλες και αφρώδη πλαστικά ποτήρια που πνίγουν παραλίες, κοραλλιογενείς υφάλους και μαγκρόβια δάση, ο θαλάσσιος βιολόγος Muhammad Reza Cordona αναζητά θησαυρούς. Όχι πολύτιμα μέταλλα, αλλά μικροοργανισμούς που ίσως προσφέρουν μια λύση στο παγκόσμιο πρόβλημα των πλαστικών απορριμμάτων. Στο βλεπνώδες βιοφίλμ που καλύπτει πολλά από αυτά τα σκουπίδια, ελπίζει να εντοπίσει βακτήρια ή μύκητες ικανά να αποδομούν πλαστικά πολυμερή.

Ο Cordona συλλέγει δείγματα από τη μικροβιακή αυτή «λάσπη» και τα μεταφέρει στο εργαστήριό του στο Research Center for Oceanography της Ινδονησίας. Εκεί, καλλιεργεί τους μικροοργανισμούς τροφοδοτώντας τους αποκλειστικά με πλαστικό, ώστε να διαπιστώσει ποιοι μπορούν να επιβιώσουν. Η λογική είναι ότι αν ένας μικροοργανισμός αναπτύσσεται χρησιμοποιώντας μόνο πλαστικό ως πηγή άνθρακα, τότε πιθανόν διαθέτει ένζυμα ικανά να διασπούν τους ισχυρούς χημικούς δεσμούς των πολυμερών.

Η αναζήτηση αυτή δεν περιορίζεται στην Ινδονησία. Ερευνητές σε όλο τον κόσμο εξερευνούν ακραία περιβάλλοντα, όπως θερμές πηγές στο Yellowstone, απομονωμένα νησιά του Ειρηνικού και εργοστάσια ανακύκλωσης στην Ιαπωνία. Ο στόχος είναι να εντοπιστούν μικροοργανισμοί που έχουν εξελιχθεί σε περιβάλλοντα πλούσια σε πλαστικό και έχουν αναπτύξει ενζυμικούς μηχανισμούς αποδόμησης.

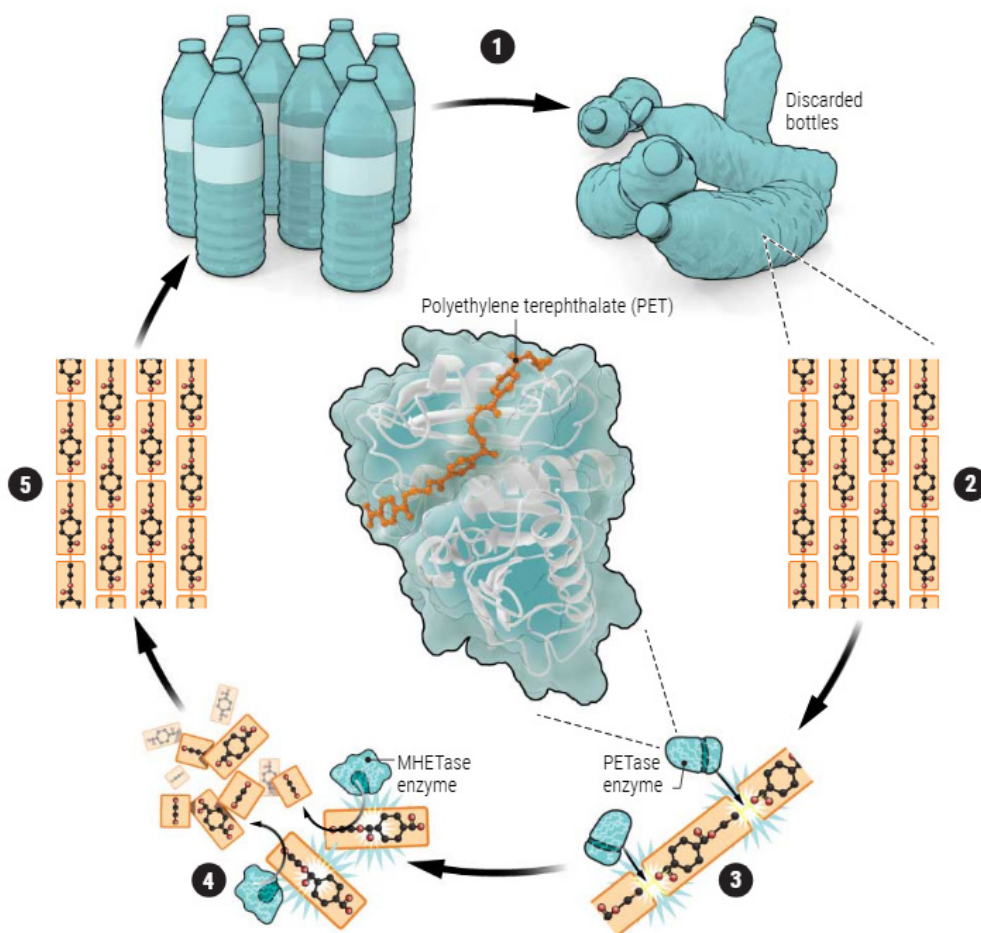
Τα ένζυμα αυτά αποτελούν ιδιαίτερα ελκυστική λύση. Σε αντίθεση με τις βιομηχανικές χημικές διεργασίες, που απαιτούν υψηλές θερμοκρασίες και σημαντική κατανάλωση ενέργειας,

τα ένζυμα λειτουργούν υπό ήπιες συνθήκες και εμφανίζουν υψηλή εκλεκτικότητα. Μπορούν δηλαδή να στοχεύσουν ένα συγκεκριμένο πολυμερές μέσα σε ένα μείγμα πλαστικών. Αυτό είναι σημαντικό, διότι τα περισσότερα πλαστικά αντικείμενα αποτελούνται από συνδυασμό διαφορετικών υλικών, γεγονός που καθιστά δύσκολη τη μηχανική ανακύκλωση.

Το πλαστικό αποτελεί έναν «εφιάλτη» για την ανακύκλωση. Υπάρχουν δεκάδες διαφορετικά πολυμερή, όπως πολυαιθυλένιο, πολυπροπυλένιο, πολυαιθυλενοτερεφθαλικός εστέρας (PET), PVC και πολυστυρένιο, καθένα με διαφορετικές χημικές ιδιότητες. Επιπλέον, πολλά προϊόντα όπως οι συσκευασίες τροφίμων αποτελούνται από πολλαπλά στρώματα διαφορετικών πολυμερών. Το αποτέλεσμα είναι ότι μόνο ένα μικρό ποσοστό των πλαστικών ανακυκλώνεται πραγματικά, ενώ τα υπόλοιπα καταλήγουν σε χώρους υγειονομικής ταφής, καύση ή στο περιβάλλον. Παράλληλα, η παγκόσμια παραγωγή πλαστικών αναμένεται να αυξηθεί σημαντικά έως το 2050 επιδεινώνοντας περαιτέρω το πρόβλημα.

Η σύγχρονη έρευνα εντατικοποιήθηκε μετά το 2016, όταν Ιάπωνες επιστήμονες ανακάλυψαν ένα βακτήριο κοντά σε μονάδα ανακύκλωσης που μπορούσε να διασπά το PET, ένα από τα πιο κοινά πλαστικά. Το βακτήριο παρήγαγε δύο ένζυμα, την PETase και την MHETase, τα οποία διασπούν το πολυμερές στα δομικά του μονομερή τερεφθαλικό οξύ και αιθυλενογλυκόλη. Τα προϊόντα αυτά μπορούν στη συνέχεια να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή νέου PET, δημιουργώντας έναν πραγματικά κυκλικό κύκλο ανακύκλωσης.

Με βάση αυτές τις ανακαλύψεις, επιστήμονες χρησιμοποιούν κρυσταλλογραφία ακτίνων X και υπολογιστική χημεία για να



κατανοήσουν τη δομή των ενζύμων και να τα βελτιώσουν. Τροποποιώντας γενετικά τα ένζυμα, μπορούν να αυξήσουν τη δραστηριότητα, τη θερμική σταθερότητα και την εκλεκτικότητα. Έτσι, δημιουργούνται «βελτιστοποιημένα» ένζυμα που διασπούν το πλαστικό ταχύτερα και αποδοτικότερα.

Ήδη, μια γαλλική εταιρεία αναπτύσσει πιλοτική μονάδα ανακύκλωσης που χρησιμοποιεί ένζυμα για τη μετατροπή πλαστικών απορριμμάτων σε πρώτες ύλες για νέα μπουκάλια. Σε εργαστηριακές δοκιμές, τροποποιημένα ένζυμα κατάφεραν να διασπάσουν έως και το 90% του PET μέσα σε λίγες ημέρες. Η τεχνολογία αυτή θα μπορούσε να επιτρέψει ανακύκλωση «κλειστού κύκλου», όπου το πλαστικό μετατρέπεται ξανά στο αρχικό υλικό χωρίς υποβάθμιση της ποιότητας.

Ωστόσο, παραμένουν σημαντικές προκλήσεις. Τα ένζυμα λειτουργούν καλύτερα σε πολυεστέρες όπως το PET, όπου οι δεσμοί άνθρακα-οξυγόνου είναι πιο εύκολο να διασπαστούν. Αντίθετα, πολυμερή με δεσμούς άνθρακα-άνθρακα, όπως το πολυαιθυλένιο και το πολυπροπυλένιο που αποτελούν πάνω

από το μισό των πλαστικών είναι πολύ πιο ανθεκτικά. Επιπλέον, οι ενζυμικές διεργασίες είναι συχνά πιο αργές από τις χημικές και η οικονομική βιωσιμότητα αποτελεί κρίσιμο ζήτημα, καθώς το νέο πλαστικό παραμένει φθηνό.

Παρά τις δυσκολίες, η βιοτεχνολογική ανακύκλωση αποτελεί μια πολλά υποσχόμενη προσέγγιση. Η φύση έχει εξελιχθεί ώστε να ανακυκλώνει αποτελεσματικά τα περισσότερα οργανικά υλικά, και οι επιστήμονες προσπαθούν τώρα να αξιοποιήσουν αυτή τη δυνατότητα για τα συνθετικά πολυμερή. Αν η έρευνα αποδώσει, στο μέλλον τα πλαστικά απορρίμματα θα μπορούσαν να «πλένονται» με ένζυμα, όπως τα ρούχα με απορρυπαντικά, και να μετατρέπονται ξανά σε καθαρές πρώτες ύλες.

Η εικόνα του Cordova να συλλέγει μικροοργανισμούς από πλαστικά σκουπίδια συμβολίζει αυτή τη νέα προσέγγιση. Η λύση στο πρόβλημα της πλαστικής ρύπανσης ίσως βρίσκεται ήδη στη φύση, κρυμμένη μέσα στο ίδιο το περιβάλλον που έχει επιβαρυνθεί από αυτήν.

Πηγή

Bacterial enzymes can digest some plastic waste. Scientists want to harness them for recycling

<https://www.science.org/content/article/could-plastic-eating-microbes-take-bite-out-recycling-problem>

Άγιο Μύρο

Γκουρνέλου Πελαγία-Αριάδνη¹, Γκούσκου Σοφία¹, Κοντογιάννης Ηλίας¹, Χρονά Θεοδώρα¹, Ψαρουλάκη Αργυρώ¹, Χείλαρη Αντιγόνη², Μαυρομούστακος Θωμάς¹

¹ Τμήμα Χημείας, ΕΚΠΑ

² Τμήμα Φαρμακευτικής, ΕΚΠΑ

1. Εισαγωγή:

Το Άγιο Μύρο είναι ένα πολυσύστατο αρωματικό έλαιο που αποτελείται από 57 υλικά-κάποια δυσεύρετα-από τα πέρατα της γης, με κυριότερο συστατικό του την αρωματική ρητίνη μύρρα. Είναι κυρίως γνωστό από τον πρωταγωνιστικό του ρόλο σε σημαντικά γεγονότα της Παλαιάς και της Καινής Διαθήκης και του σύγχρονου χριστιανισμού, ωστόσο η ιστορία του δε περιορίζεται μόνο στη χριστιανική παράδοση. Προερχόμενο (κυρίως) από το δέντρο *Commiphora myrrha* αποτέλεσε διαχρονικά σημαντικό στοιχείο τόσο της φυσικής όσο και της πολιτισμικής ιστορίας του ανθρώπου, με καταγραφές από την αρχαιότητα, σε αναφορές σχετικές με το εμπόριο, τη λατρεία, την ιατρική και άλλες πτυχές της καθημερινής ζωής διαφόρων πολιτισμών. Καταλογιζόταν ανάμεσα στα πιο εξέχουσα αγαθά, με θέση εφάμιλλη του χρυσού, και εξακολουθεί να απασχολεί την επιστημονική κοινότητα λόγω του χημικού ενδιαφέροντος των βιοδραστικών μεταβολιτών που το απαρτίζουν. Επίσης, είναι αρκετές οι θεραπευτικές ιδιότητες

που του αποδίδονται. Η συμβολή του θα εξετασθεί με γνώμονα την ιστορική και πολιτισμική του σημασία, τη βοτανική χρήση και χημική του σύνθεση, τις ιατρικές και θεραπευτικές του ιδιότητες, καθώς και τη θέση του στη σύγχρονη εποχή.

2. Βοτανική Κατάταξη και Χημική Σύνθεση του Μύρου

2.1 Βοτανική Περιγραφή και Συγκομιδή

Το φυτικό είδος *Commiphora myrrha*, Burseraceae γνωστό επίσης ως *Balsamdendron myrrha* και *Commiphora molmol* (Εικόνα 1), είναι ένα μικρό δέντρο ή μεγάλος θάμνος με πολλούς ακανόνιστους, σύνθετους βλαστούς και έναν κορμό με σημαντικό πάχος, που συνήθως δεν ξεπερνά τα 2,7 μέτρα σε ύψος. ^{(1) (2)} Ωστόσο, σε μεγαλύτερα υψόμετρα αναφέρεται ότι φτάνει περίπου τα 5 μέτρα. Το δέντρο δεν φέρει άνθη και είναι σε φύλλωμα μόνο για μικρό χρονικό διάστημα μετά την εποχή των βροχών. Κατά το υπόλοιπο του έτους, είναι χωρίς φύλλα. Τα φύλλα, τα οποία περιέχουν αρωματικά συστατικά σε μικρότερη περιεκτικότητα, είναι μικρά και μονόπτερα ή συ-



Εικόνα 1: Δέντρο *Commiphora myrrha*



Εικόνα 2: Ρητίνη και Μύρο

χνά τρίφυλλα, με δύο μικρά φυλλάρια στη βάση. Το είδος του μύρου χαρακτηρίζεται από ένα τερματικό φυλλάριο που φτάνει μέχρι 1,5 εκ. μήκος και τα πλευρικά φυλλάρια είναι υποτυπώδη και ολόκληρα. Ο φλοιός περιέχει σχιζογενείς σωλήνες γεμάτους με κίτρινο λεπτόκοκκο ρητινώδες υγρό, καθώς και λυσιγενείς κοιλότητες.⁽³⁾⁽⁴⁾

Το είδος *Commiphora myrrha* ανήκει στο γένος *Commiphora* της οικογένειας *Burseraceae* και εντοπίζεται κυρίως σε ημι-άνυδρες και άνυδρες περιοχές, όπως η νότια Αραβία,

η βόρεια Σομαλία (ο μεγαλύτερος προμηθευτής), η Ινδία, το Σουδάν, η βόρεια Κένυα και η Αιθιοπία. Ευδοκίμει σε περιοχές με πολύ υψηλές θερμοκρασίες και ηλιακή ακτινοβολία, σε υψόμετρο περίπου 450-900 μέτρα.⁽¹⁾⁽²⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁷⁾

Για τη συγκομιδή του μύρου, γίνονται τομές στους βλαστούς ή στον φλοιό του κορμού του δένδρου, επιτρέποντας στη ρητίνη να ρέει, η οποία εκτιθέμενη στον αέρα, σκληραίνει σε σχήμα δακρύων και το χρώμα της μεταβάλλεται από χλωμή κίτρινη σε καστανοκόκκινη (Εικόνα 2). Το μύρο ξεχωρίζει επίσης, για το χαρακτηριστικό του άρωμα.⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁶⁾

2.2 Χημική Σύνθεση

Το μύρο χρησιμοποιείται από την αρχαιότητα σε αρκετούς πολιτισμούς, χάρη στις θεραπευτικές και αρωματικές του ιδιότητες, αλλά και τη χρήση του για θρησκευτικούς σκοπούς. Η χημική του σύνθεση περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα ενώσεων καθιστώντας το ένα εξαιρετικά χρήσιμο υλικό τόσο σε παραδοσιακές όσο και σε σύγχρονες θεραπευτικές εφαρμογές, και ταυτόχρονα εξακολουθεί να προσελκύει το ερευνητικό ενδιαφέρον.

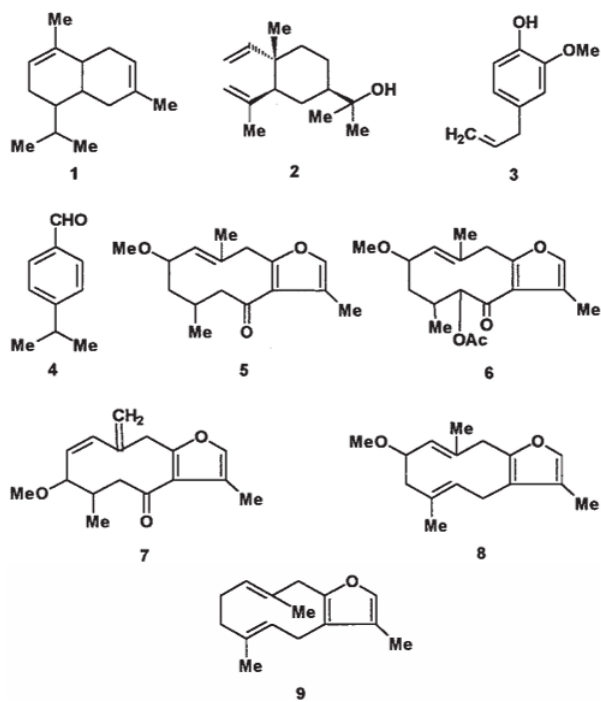
Βασικά Συστατικά

Το μύρο περιέχει 28% αιθέριο έλαιο (μυρρόλη), 23-40% ρητίνη (μυρρίνη), 40-60% κόμμι και 10-25% πικρά συστατικά⁽⁸⁾⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾

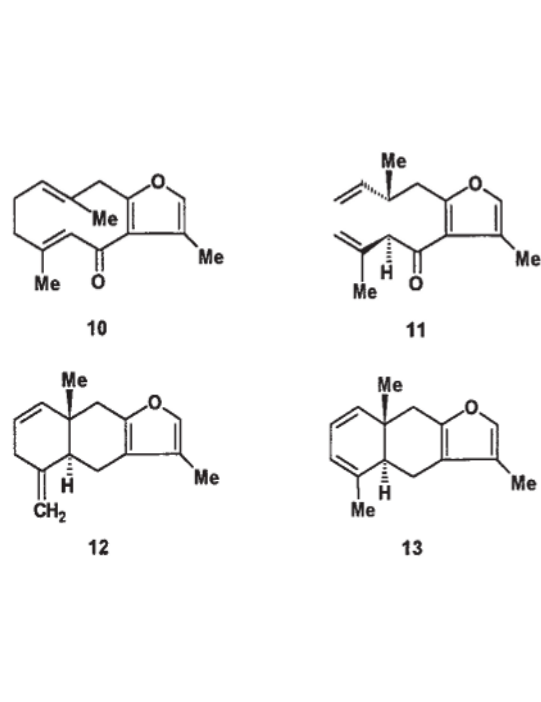
2.3 Αιθέριο Έλαιο

Το αιθέριο έλαιο από τη *Commiphora myrrha* είναι παχύ. Παρουσιάζει ανοιχτό κίτρινο χρώμα και, όταν εκτίθεται στους ατμούς του βρωμίου ή στους καπνούς του νιτρικού οξέος, αποκτά βιολετί χρώμα.⁽⁹⁾⁽¹¹⁾ Περιέχει καδίνη (1), ελεμόλη (2), ευγενόλη (3), κουμιναλδεΐδη (4), αρκετά φουρανικά σσεκιτερπένια, συμπεριλαμβανομένων των φουρανογερμακρενίων (5-8), φουρανοδιένιο (9), φουρανοδιενόνη (10), κουρζερενόνη (11), λινδιστρένη (12), καθώς και φουρανοευσμα-1,3-διένιο (13)⁽¹⁰⁾⁽¹²⁾⁽¹³⁾ (Εικόνες 3 και 4).

Το 1996, μια ομάδα χημικών και φαρμακολόγων από το Πανεπιστήμιο της Φλωρεντίας στην Ιταλία ανέφερε για τις ενώσεις (11) και (13) της ρητίνης ότι παρουσιάζουν αναλγητικές ιδιότητες.⁽⁴⁾



Εικόνα 3: Δομές των ουσιών 1-9 του ρητινού ελαίου



Εικόνα 4: Δομές των ουσιών 10-13 του αιθέριου ελαίου

Αναλύσεις επιπλέον, έχουν δείξει ότι από τα αιθέρια έλαια των *Commiphora guidotti* Chion. και *Commiphora abyssinica* απομονώθηκαν παράγωγα σεσκιτερπενίων, τα οποία όπως αποδείχθηκε προσδίδουν στο μύρο αντιμυκητιακή, αντιβακτηριακή και τοπική αναισθητική δράση. ^{(14) (15)}

2.4. Ρητίνη

Ο χημικός χαρακτηρισμός της ρητίνης του μύρου δεν έχει αποσαφηνιστεί πλήρως. Γενικά κατατάσσεται σε μία μεγαλύτερη διαλυτή στον αιθέρα κλάση και σε μία μικρότερη αδιάλυτη κλάση. Η διαλυτή στον αιθέρα κλάση περιλαμβάνει τα α-, β- και γ-κομμφορικά οξέα, κομμφορινικό οξύ, και δύο φαινολικές ρητίνες, α- και β-χεραβομυρρόλη. Η αδιάλυτη κλάση περιέχει τα α- και β-χεραβομυρρολικά οξέα. ⁽⁹⁾

⁽¹⁰⁾ Η έρευνα έχει δείξει ότι η ρητίνη (κυρίως από το είδος *C. mykyl*) περιέχει τις E και Z γκουγκουλιστερόνες, οι οποίες συμβάλλουν στη μείωση των λιπιδίων και της χοληστερόλης στο αίμα, προσφέροντας προστασία έναντι των καρδιαγγειακών παθήσεων. ⁽⁴⁾

2.5 Κόμμι

Το ακατέργαστο κόμμι από την αιθέρια αδιάλυτη ύλη της *Commiphora myrrha* περιέχει 18% πρωτεΐνη και 64% υδατάνθρακες, όπως γαλακτόζη, αραβινόζη και γλυκουρονικό οξύ. ⁽⁸⁾

2.6 Βιοδραστικές ενώσεις

Η ανάλυση εκχυλίσματος από *Commiphora myrrha*, που πραγματοποιήθηκε από τον Su *et al.* (2011), έδειξε ότι το φυτό περιέχει σε μεγάλη αφθονία ενώσεις των οποίων οι

δομές αυτών απεικονίζονται στην Εικόνα 5. Μεταξύ αυτών, η Myrrhanol A, που απομονώθηκε από το *C. mykyl*, παρουσίασε ισχυρές αντιφλεγμονώδεις δράσεις. ⁽³⁾

3. Ιστορική και πολιτισμική σημασία του Μύρου

3.1 Ιστορική χρήση του Μύρου στη Βίβλο

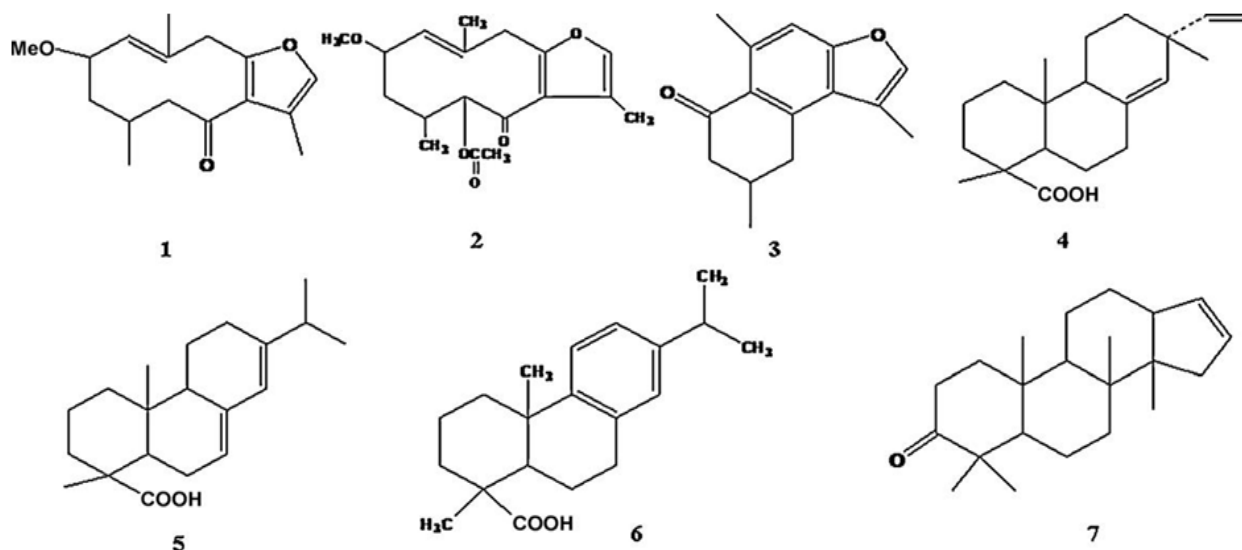
Από τα ακόλουθα χωρία του πρώτου βιβλίου της Παλαιάς Διαθήκης της Γένεσης η ρητίνη εμφανίζεται ως ένα από τα διάφορα εμπορεύσιμα είδη των Ισμαηλιτών.

“Εκάθισαν δὲ φαγεῖν ἄρτον καὶ ἀναβλέψαντες τοῖς ὀφθαλμοῖς εἶδον, καὶ ἰδοὺ ὁδοιπόροι Ἰσμαηλίται ἤρχοντο ἐκ Γαλααδ, καὶ αἱ κάμηλοι αὐτῶν ἔγεμαν θυμαμάτων καὶ ρητίνης καὶ στακτῆς· ἐπορεύοντο δὲ καταγαγεῖν εἰς Αἴγυπτον.” Γεν 37:25.

Ερμηνευτική απόδοση Ιωάννη Θ. Κολιτσάρα: Καθώς όμως εκάθισαν να φάγουν εσήκωσαν τα μάτια των και, να, είδον ότι ταξιδιώται Ισμαηλίται ήρχοντο από την χώραν Γαλααδ με τας καμήλους των φορτωμένους από θυμαίματα, από ρητινώδη και αρωματώδη είδη. Επορεύοντο δέ, να φθάσουν εις την Αίγυπτον, δια να πωλήσουν το εμπόρευσμά των.

“[...]λάβετε ἀπὸ τῶν καρπῶν τῆς γῆς ἐν τοῖς ἀγγείοις ὑμῶν καὶ καταγάγετε τῷ ἀνθρώπῳ δῶρα τῆς ρητίνης καὶ τοῦ μέλιτος θυμιάμα τε καὶ στακτὴν καὶ τερέβινθον καὶ κάρνα.” Γεν 43:10
Ερμηνευτική απόδοση Ιωάννη Θ. Κολιτσάρα: Παρτε όμως από τα προϊόντα της χώρας μας και φέρετε προς τον άνθρωπον εκείνον ως δώρα ευώδη ρητίνην και μέλι, θυμιάμα και στακτὴν, (άρωμα από σμύρναν), τερέβινθον (τερεμεντίναν από σκίνον), και καρύδια.

Στο πρωτότυπο εβραϊκό κείμενο, η ρητίνη, στα δύο αυτά χωρία, απαντάται ως «ῥωτ» (רֹוֹט), δηλαδή η εβραϊκή ονομασία της ρητίνης που ονομάζεται λάβδανο. Πιθανότατα το λάβδα-



Εικόνα 5: Δομές κύριων βιοδραστικών ενώσεων μύρου: 1.2-μεθοξυ-8,12-εποξυγερακρ-1(10),7,11-τριεν-6-όνη 2.2-μεθοξυ-5-ακετοξυ-φουρανογερακρ-1(10)-εν-6-όνη 3.Μυρρόνη 4.Σανδαρακοπιμαρικό οξύ 5.Αβιετικό οξύ 6.Δεϋδροαβιετικό οξύ 7.Μανσομπινόνη

νο ήταν το «μύρο» που μετέφεραν οι Ισραηλίτες και που αναφέρεται στην ιστορία του Ιακώβ.⁽¹⁶⁾

3.1.2 Μύρο «Μορ»

καὶ σὺ λάβε ἡδύσματα, τὸ ἄνθος σμύρνης ἐκλεκτῆς πεντακοσίους σίκλους καὶ κινναμώμου εὐώδους τὸ ἥμισυ τούτου διακοσίους πενήκοντα καὶ καλάμου εὐώδους διακοσίους πενήκοντα *Εξ. 30:23*.

Ερμηνευτική απόδοση Ιωάννη Θ. Κολιτσάρα: “πάρε τα εξής αρωματικά είδη· Άνθος από εκλεκτή σμύρναν πεντακοσίους σίκλους (πεντέμισυ περίπου κιλά), ευώδη κανέλλαν το ἥμισυ του ποσού τούτου δηλαδή διακοσίους πενήκοντα σίκλους, ευώδη καλάμον διακοσίους πενήκοντα σίκλους

Σμύρνα καὶ στακτὴ καὶ κασσία ἀπὸ τῶν ἱματίων σου ἀπὸ βάρων ἐλεφαντίνων, ἐξ ὧν εὐφρανάν σε. *Ψλ 44:9*

Ερμηνευτική απόδοση Ιωάννη Θ. Κολιτσάρα: Ευώδη μύρα, σμύρνα, αρωματώδες δάκρυ πολυτίμου δένδρου και κασία, εκπέμπουν την ευωδία των από τα ἱμάτιά σου, τα οποία μόλις τώρα ἐξήχθησαν ἀπὸ πολυτίμα κιβώτια ἐλεφαντοστού και σε εὐφραναν με την γλυκείαν ευωδία των.

[..] Καὶ ἀνοίξαντες τοὺς θησαυροὺς αὐτῶν προσήνεγκαν αὐτῷ δῶρα, χρυσὸν καὶ λίβανον καὶ σμύρναν[.] *Μτ 2,11*

Ερμηνευτική απόδοση Ιωάννη Θ. Κολιτσάρα: [...] και ἀνοίξαντες τὰς ἀποσκευὰς και τὰ θησαυροφυλάκιά των του προσέφεραν δῶρα, χρυσὸν και πολυτίμα ἀρώματα της Ανατολῆς, λίβανι και σμύρναν.

[..]Νικόδημος ὁ ἐλθὼν πρὸς τὸν Ἰησοῦν νυκτὸς τὸ πρῶτον, φέρων μίγμα σμύρνης καὶ ἀλόης ὡς λίτρας ἑκατὸν. *Ιω 19:39*

Ερμηνευτική απόδοση Ιωάννη Θ. Κολιτσάρα: [...] Νικόδημος, ο οποίος την πρώτην φοράν εἶχεν ἔλθει στον Ἰησοῦν νύκτα. Ο Νικόδημος ἔφερε πολυτιμότερον ἀρώμα, μίγμα ἀπὸ σμύρνα και ἀλόην, ἑκατὸ περίπου λίτρας, τριάντα δηλαδή και πλῆθον κιλά.

Στο εβραϊκά, η σμύρνα των παραπάνω χωρίων, μεταφράζεται ως «Μορ» (מור). Μεταξύ των δύο λέξεων «Λωτ» και «Μορ», η πρώτη λέξη λανθασμένα μεταφράζεται ως μύρο, ιδίως στα αγγλικά, καθώς μόνο η λέξη «Μορ» αναφέρεται στο αληθινό μύρο, ὅπως αὐτὸ εμφανίζεται και στην Καινὴ Διαθήκη.⁽¹⁶⁾

Γίνεται λοιπὸν ξεκάθαρο, πως το μύρο παρουσίαζε πολλές χρήσεις και ἐσχέουσα θέση σε πολλοὺς τομείς. Ἦδη ἀπὸ τα γεγονότα της Παλαιᾶς Διαθήκης, το μύρο (ρητίνη) παρουσιάζεται ως ἓνα ακριβὸ ἀγαθὸ του ἐμπορίου και της αρωματοποιίας, με το οποίο μάλιστα ο Θεὸς καθοδηγεῖ τον Μωυσή για την παρασκευὴ ελαίου χρίσεως, που θα χρησιμοποιεῖτο και στη σκηνή του μαρτυρίου (το τότε ἱερὸ θυσιαστήριο). Στην Καινὴ Διαθήκη, το μύρο παρουσιάζεται ἓνα ἀπὸ τα μεγαλύτερα και ακριβότερα δῶρα, καθώς οι τρεῖς μάγοι το προσέφεραν στον νεογέννητο Ἰησοῦ Χριστὸ, ἀποδίδοντάς του τιμὲς βασιλείας, ἢ και ἀρχιερέως. Αξίζει να αναφερθεῖ και η μαρτυρία του ευαγγελιστῆ Μάρκου κατὰ τη σταύρωση του Ἰησοῦ, πως «ἐδίδουν αὐτῷ πιεῖν ἐσμυρνισμένον οἶνον» (Μκ 15:23). Ο ευαγγελιστὴς Ματθαῖος συμπληρώνει πως «ἔδωκαν αὐτῷ πιεῖν ὄζος μετὰ χολῆς μεμιγμένον» (Μτ 27:34)⁽¹⁶⁾. Το εν λόγω Μύρο αναφέρεται σε μια ουσία που συνδυάζεται με το κρασί και ἐνισχύει ἔντονα τη γεύση του.⁽¹⁷⁾

3.2.1 Χρήση του Ἁγίου Μύρου στην Ορθόδοξη Εκκλησία σήμερα

Ὅπως μαθαίνουμε στην Ἐξοδο, οι μυρεψοὶ εἶναι αὐτοὶ που παρασκευάζουν το βιβλικὸ ἔλαιον ἢ μύρον, μια παράδοση που συνεχίζεται μέχρι και σήμερα ἀπὸ το Οικουμενικὸ Πατριαρχεῖο.

καὶ ἐλάλησε Κύριος πρὸς Μωυσὴν λέγων· καὶ σὺ λάβε ἡδύσματα, τὸ ἄνθος σμύρνης ἐκλεκτῆς πεντακοσίους σίκλους καὶ κινναμώμου εὐώδους τὸ ἥμισυ τούτου διακοσίους πενήκοντα καὶ καλάμου εὐώδους διακοσίους πενήκοντα καὶ ἴρεως πεντακοσίους σίκλους τοῦ ἁγίου καὶ ἔλαιον ἐξ ἐλαιῶν εἶν καὶ ποιήσεις αὐτὸ ἔλαιον χρίσμα ἅγιον, μύρον μυρεψικὸν τέχνη μυρεψοῦ· ἔλαιον χρίσμα ἅγιον ἔσται. καὶ χρίσεις ἐξ αὐτοῦ τὴν σκηνὴν τοῦ μαρτυρίου καὶ τὴν κιβωτὸν τῆς σκηνῆς τοῦ μαρτυρίου καὶ πάντα τὰ σκεῦη αὐτῆς καὶ τὴν λυχνίαν καὶ πάντα τὰ σκεῦη αὐτῆς καὶ τὸ θυσιαστήριον τοῦ θυμιάματος καὶ τὸ θυσιαστήριον τῶν ὀλοκαυτωμάτων καὶ πάντα αὐτοῦ τὰ σκεῦη καὶ τὴν τράπεζαν καὶ πάντα τὰ σκεῦη αὐτῆς καὶ τὸν λουτήρα καὶ τὴν βάσιν αὐτοῦ καὶ ἁγιάσεις αὐτά, καὶ ἔσται ἅγια τῶν ἁγίων· πᾶς ὁ ἀπτόμενος αὐτῶν ἁγιασθήσεται (*Εξ 30:22-29*).

[Ερμηνευτική απόδοση Ι. Κολιτσάρα: Ὁμίλησεν ἀκόμη ο Κύριος πρὸς τον Μωϋσῆν και εἶπε· «πάρε τα εξής αρωματικά είδη· Άνθος ἀπὸ εκλεκτή σμύρναν πεντακοσίους σίκλους (πεντέμισυ περίπου κιλά), ευώδη κανέλλαν το ἥμισυ του ποσού τούτου δηλαδή διακοσίους πενήκοντα σίκλους, ευώδη καλάμον διακοσίους πενήκοντα σίκλους και κασσίαν πεντακοσίους σίκλους τους χρησιμοποιούμενους στο ἱερὸν και μίαν εἰν ελαιόλαδον. Με ὅλα αὐτὰ θα κάμης ἔλαιον πρὸς χρίσιν ἁγίαν, μύρον αρωματικὸν δια της τέχνης του αρωματοποιού. Αὐτὸ θα εἶναι ἔλαιον πρὸς ἁγίαν χρίσιν. Με αὐτὸ θα χρίσης τὴν Σκηνὴν του Μαρτυρίου και τὴν Κιβωτὸν της Σκηνῆς του Μαρτυρίου, και ὅλα τα σκεῦη αὐτῆς, τὴν λυχνίαν και ὅλα τα σκεῦη της, το θυσιαστήριον του θυμιάματος, το θυσιαστήριον των ὀλοκαυτωμάτων και ὅλα τα σκεῦη του, τὴν τράπεζαν και ὅλα τα σκεῦη της, τον λουτήρα και τὴν βάσιν αὐτοῦ. Θα καθάγιάσης αὐτὰ και θα εἶναι ἁγιώτατα. Καθένας που θα τα ἐγγίξη με ευλάβειαν, θα ἁγιάζεται].]

Η παράδοση συνεχίζεται και το Ἅγιο Μύρο, ὅπως αὐτὸ χρησιμοποιεῖται στην ορθόδοξη ἐκκλησία, ἀποτελεῖται ἀπὸ 57 διαφορετικὰ συστατικὰ που συμβολίζουν τα χαρίσματα του Ἁγίου Πνεύματος και εἶναι τα εξής.

1.Ἐλαιον καθαρὸν 2. Οἶνος στίφων μέλας 3.Ανθόνερο ἀρίστης ποιότητας 4.Ροδόσταμον ἀρίστης ποιότητας 5.Μαστίχη καθαρὴ 6.Μετζουβί ἢ Κόμμι ευώδες 7. Ἄμωμον 8.Ἐυλαλήον μαβέρτ 9.Πέπερι μακρὸ 10.Κάρυα αρωματικὰ 11.Φύλλος ἰνδικός 12. Ἐυλοκασία ἢτοι ἀγγέλικα Βοεμίας 13.Στύραξ υγρά 14.Σμύρνα καθαρὰ 15.Πέπερις 16. Εخينάνθη 17. Ἐυλοβάλασμον 18.Ἀκορος ἢ Κάλαμος ευώδης 19. Ἴρις φλωρεντινὴ 20. Βάκχαρις ἢ αντ' αὐτῆς Εμπερατόρια (σαφράν) 21.Αριστολογία βέρα 22.Καρποβάλασμον ἢ Κουβέβι 23.Κύπερις 24. Μυρισινόκοκκα 25.Νάρδος κελτικὴ 26.Κασσία μέλαινα ἢ αντ' αὐτῆς Κασκαρίθια ὅπερ ἐστὶ φλοιὸς ἀμπάρεως 27.Βάβανος μυρεψικὴ 28.Καρδάμωμον μικρὸν 29.Καρυόφυλλα 30.Κιννά-



Εικόνα 6: Παρασκευή Αγίου Μύρου στο Πατριαρχείο Κωνσταντινουπόλεως

μωμον 31. Άσπαρον Βέρον 32. Μάκερος Ολλάνδας 33. Τερέβινθος Βενετική 34. Ρεσιόνη λευκή καθαρά 35. Μυροβάλλον καθαρόν 36. Σάμψυχος ή Μαντζουράνα 37. Λάδανος καθαρά 38. Στάχυς νάρδου ινδικού 39. Λίβανος λευκός 40. Ζιγγίβερις λευκή 41. Ζαρνάβας 42. Τύλλης 43. Ελένιον

Μετά την έψηση προστίθενται:

44. Έλαιον κινναμώνου σειθάνικον 45. Έλαιον καρυοφύλλων 46. Μοσχοκαρυδέλαιον Ολλάνδας πηκτόν 47. Βάλλσαμον Μέκκας ήτοι βαλσαμέλαιον 48. Ροδέλαιον ή έλαιον τριανταφύλλου 49. Έλαιον μάκερις 50. Έλαιον κίτρου 51. Έλαιον καρποβαλσάμου 52. Έλαιον σαμψύχου 53. Έλαιον δάφνης 54. Έλαιον δενδρολίβανου 55. Έλαιον νάρδου ή λεβάντας 56. Μόσχος ινδικός 57. Άμπαρι⁽¹⁸⁾⁽¹⁹⁾

Η σημασία του για την Εκκλησία είναι τεράστια, αφού χρησιμοποιείται στο Μυστήριο του Χρίσματος στη βάφτιση, στα εγκαινία ιερού ναού στην παραδοχή στην Εκκλησία ετεροδόξων, στην ανακομιδή λειψάνων Αγίων. Κατά το παρελθόν χρησιμοποιείτο και στη στέψη των αυτοκρατόρων. Η παρασκευή (έψηση) του Αγίου Μύρου, είναι στην δικαιοδοσία του Οικουμενικού Πατριαρχείου, όπου ετοιμάζεται τις πρώτες μέρες της Μεγάλης Εβδομάδας και αποστέλλεται στις κατά τόπους αυτοκέφαλες Ορθόδοξες Εκκλησίες.⁽²⁰⁾ (Εικόνα 6)

3.3 Πολιτισμική και οικονομική σπουδαιότητα

Η σημασία του μύρου έχει υπάρξει σημαντική σε όλη την ιστορία, ιδιαίτερα στα εμπορικά «σταυροδρόμια» που συνέδεαν την Αραβία, την Αφρική και τη Μεσόγειο. Ως ένα ιδιαίτερα πολύτιμο εμπόρευμα, το μύρο διακινούνταν μαζί με το χρυσό, το λιβάνι, τα μπαχαρικά και άλλα αρώματα, καθιστώντας το σπουδαίο προϊόν σε πολιτισμούς όπως η Αίγυπτος, η Μεσοποταμία και η Ρώμη. Χρησιμοποιούνταν σε θρησκευτικές τελετές, στην ιατρική και στη διαδικασία ταρίχευσης, γεγονός που συνέβαλε στη μεγάλη ζήτησή του. Ακόμη και σήμερα, το μύρο καθώς και άλλες ρητίνες, παραμένει οικονομικά σημαντικό προϊόν, με χρήση στη φαρμακευτική, την κοσμητολογία και την αρωματοποιία. Η χημεία των συστατικών του περιγράφεται σε άρθρο ανασκόπησης.⁽²¹⁾

4. Ιατρικές και θεραπευτικές χρήσεις του μύρου

Το μύρο, πέρα από τη θρησκευτική και πολιτισμική του αξία,

παρουσιάζει επίσης σημαντικές θεραπευτικές ιδιότητες. Από την αρχαιότητα μέχρι σήμερα, έχει χρησιμοποιηθεί για ιατρικούς σκοπούς, λόγω των αντισηπτικών, αντιφλεγμονωδών και αναλγητικών ιδιοτήτων που διαθέτει. Οι αρχαίοι Αιγύπτιοι το χρησιμοποιούσαν στη διαδικασία της μουμιοποίησης και για την περιποίηση τραυμάτων. Η παραδοσιακή κινεζική και ινδική ιατρική το συνιστούσαν για παθήσεις όπως η αρθρίτιδα και οι λοιμώξεις.

Στη σύγχρονη εποχή, η επιστημονική έρευνα έχει επιβεβαιώσει πολλές από τις παλαιότερες θεραπευτικές χρήσεις του μύρου, εντοπίζοντας τα δραστικά συστατικά του και εξετάζοντας πιθανές φαρμακευτικές εφαρμογές. Από τη βελτίωση της στοματικής υγιεινής έως την ανακούφιση αναπνευστικών και δερματικών προβλημάτων, το μύρο εξακολουθεί να αποτελεί πολύτιμο φυσικό φάρμακο. Σε αυτό το κεφάλαιο, θα παρουσιαστούν οι κυριότερες θεραπευτικές ιδιότητες του μύρου, οι ιστορικές και σύγχρονες χρήσεις του, καθώς και τα αποτελέσματα πρόσφατων ερευνών που επαληθεύουν τη σημασία του ως φυσικό φάρμακο.

4.1 Παραδοσιακή χρήση στην κινεζική και ινδική ιατρική

Στην παραδοσιακή ιατρική της Κίνας και της Ινδίας, το μύρο παρουσίαζε μεγάλη θεραπευτική αξία. Στην Αγιουρβεδική φαρμακολογία, το <<Gileadodendron mukul>>, γνωστό ως ινδικό μύρο ή *guggul*, χρησιμοποιούνταν κυρίως για τη θεραπεία δερματικών παθήσεων και ως αντιφλεγμονώδες. Από τον 7ο αιώνα μ.Χ., η ινδική Αγιουρβεδική ιατρική εισήχθη στα ιατρικά συστήματα του Θιβέτ και της Κίνας, με τα πρώτα κείμενα, όπως το *Gyu-zhi* (Τέσσερις Τάντρες), να μεταφράζονται στα Θιβετιανά τον 8ο αιώνα⁽²²⁾. Στην παραδοσιακή κινεζική ιατρική, το μύρο χρησιμοποιείται για την επούλωση πληγών, την ανακούφιση από πόνους, τη διάλυση οίδημάτων, καθώς και για γυναικολογικές παθήσεις. Οι Κινέζοι βοτανολόγοι συχνά το συνδυάζουν με το λιβάνι, καθώς θεωρείται ότι οι δράσεις τους είναι συμπληρωματικές: το λιβάνι επιδρά στους τένοντες μειώνοντας τη δυσκαμψία, ενώ το μύρο ενισχύει την κυκλοφορία του αίματος. Ένα από τα πιο δημοφιλή φαρμακευτικά σκευάσματα είναι το *Qi Li San*, ένα μίγμα από μύρο, λιβάνι και έξι άλλες ρητίνες, που χρησιμοποιείται ευρέως στην κινεζική ιατρική⁽⁴⁾.

4.2 Σύγχρονες φαρμακευτικές εφαρμογές και έρευνες

Στη σύγχρονη εποχή, η χρήση του μύρου επικεντρώνεται κυρίως στις αντιμικροβιακές, τις αντιφλεγμονώδεις και τις στυπτικές του ιδιότητες, καθιστώντας το χρήσιμο για την επούλωση πληγών, τις θεραπείες για τη δερματίτιδα, την ακμή και την ελάττωση των συμπτωμάτων της καλοήθους υπερηλασίας του προσώτου⁽²²⁾. Επιπλέον, το μύρο αποτελεί βασικό συστατικό σε θεραπείες για την αμυγδαλίτιδα, τη βρογχίτιδα και τις παθήσεις των ούλων, με αρκετά σιρόπια και οδοντόκρεμες να περιέχουν εκχύλισμα *Commiphora myrrha*. Η χρήση του σε συνδυασμό με άλλα φυτικά συστατικά, όπως ο σίδηρος και η αλόη, θεωρείται ωφέλιμη στη θεραπεία της αναιμίας που οφείλεται σε γυναικολογικές παθήσεις. Ένα από τα πιο διαδεδομένα προϊόντα που προέρχεται από το μύρο είναι το Guggulipid. Οι ιδιότητές του περιλαμβάνουν τη ρύθμιση της χοληστερόλης, την προστασία του δέρματος από ελεύθερες ρίζες, την εξισορρόπηση της λιπαρότητας και τη θεραπεία μεταβολικών διαταραχών. Ωστόσο, τα αποτελέσματα των μελετών σχετικά με την αποτελεσματικότητά του στη μείωση της χοληστερόλης είναι αμφιλεγόμενα⁽²³⁾. Ταυτόχρονα, πρέπει να τονιστεί ότι η υπερβολική κατανάλωσή μπορεί να προκαλέσει ανεπιθύμητες ενέργειες, όπως ναυτία, εμετό και υπερβολική εφίδρωση. Συνεπώς, κρίνεται απαραίτητο η πρόσληψη να γίνεται στη σωστή δοσολογία.

Πρόσφατα, το ενδιαφέρον της επιστημονικής κοινότητας έχει στραφεί επίσης στις πιθανές αντικαρκινικές ιδιότητες του μύρου. Νεότερα ευρήματα υποδεικνύουν ότι μπορεί να περιέχει ουσίες με αντικαρκινική δράση. Παρ' όλα αυτά, χρειάζονται περισσότερες μελέτες για την αξιοποίησή του στην ογκολογία⁽²⁴⁾. Επιπλέον, οι επιστήμονες έχουν διερευνήσει τις αναλγητικές του ιδιότητες. Ειδικότερα, ερευνητές από το Πανεπιστήμιο της Φλωρεντίας διαπίστωσαν ότι ορισμένες ενώσεις του μύρου αλληλεπιδρούν με τους υποδοχείς των οπιοειδών στον εγκέφαλο, μειώνοντας την αίσθηση του πόνου⁽²⁵⁾. Τέλος, μελέτες που διεξήχθησαν στην Αίγυπτο και τη Σαουδική Αραβία εξέτασαν τη χρήση του μύρου στη θεραπεία παρασιτικών λοιμώξεων, όπως η σχιστοσωμίαση, με αντικρουόμενα συμπεράσματα⁽²⁶⁾.

5. Το Μύρο στη Σύγχρονη εποχή

5.1 Παραγωγή

Παραδοσιακά, η παραγωγή του μύρου προέρχεται από δέντρα του γένους *Commiphora myrrha* που ανήκουν στην οικογένεια *Burseraceae* και ευδοκιμούν σε ξηρές ή ημι-άνυδρες περιοχές της Αφρικής και κυρίως, στο βορειοανατολικό τμήμα που περιλαμβάνει τη Σομαλία, την Αιθιοπία, την Κένυα και την Ερυθραία, καθώς και στην Αραβική Χερσόνησο (Ομάν, Υεμένη)^(3,8,4).

Η συλλογή της ρητίνης πραγματοποιείται από εγκοπές στον κορμό και τα κλαδιά, αφήνοντας το μύρο να ρέει και να σχηματίζει σκληρά δάκρυα σκούρου κόκκινου ή καστανού-κίτρινου χρώματος^(3,4). Πιο αναλυτικά, εφαρμόζεται η τεχνική «taping» με επιφανειακές τομές στον κορμό και τα κλαδιά που αποσκοπεί στην εκροή ρητίνης. Έπειτα, ακολουθεί η

στερεοποίησή της και η δημιουργία δακρύων. Μετά την πάροδο μερικών εβδομάδων πραγματοποιείται η χειρωνακτική συλλογή.

Οι μορφές που προκύπτουν κατά την παραγωγική διαδικασία περιλαμβάνουν τη στερεή ρητίνη που σχηματίζει κομμάτια ή σκόνη, είναι η κύρια εμπορική μορφή του μύρου και χρησιμοποιείται σε θυμιάματα ή ως πρώτη ύλη για καλλυντικά⁽³⁾. Παράλληλα, παράγεται και αιθέριο έλαιο μύρου^(8,4), το οποίο λαμβάνεται με απόσταξη ατμού των στερεών δακρύων, παρουσιάζει υψηλότερη αξία και χρησιμοποιείται στην αρωματοποιία και τη φαρμακευτική βιομηχανία.

Ωστόσο, η ανάγκη τήρησης βιώσιμων πρακτικών κρίνεται επιτακτική για τη διατήρηση των πληθυσμών και δύναται να επιτευχθεί με ελεγχόμενη πυκνότητα τομών και παροχή του απαραίτητου χρόνου στο δέντρο. Σε ορισμένες περιοχές, όπως η Αιθιοπία και η Σομαλία πραγματοποιούνται, επίσης, προσπάθειες αναφύτευσης και αειφόρου εκμετάλλευσης των ειδών *Commiphora*, ώστε να υποστηριχθεί η τοπική οικονομία και να προστατευτούν τα αυτοφυή δέντρα από την υπερεκμετάλλευση. Ακόμη, ορισμένες ερευνητικές πρωτοβουλίες επικεντρώνονται στην ανάπτυξη μεθόδων που αυξάνουν την ποσότητα ρητίνης, ελαχιστοποιώντας ταυτόχρονα την πίεση που ασκείται στο δέντρο. Εν κατακλείδι, το μέλλον αυτών των προσπαθειών δεν είναι εφικτό να εγγυηθεί, εξαιτίας κοινωνικοοικονομικών δυσχερειών και περιβαλλοντικών συνθηκών που επικρατούν.

5.2.1. Καλλυντικά

Το μύρο βρίσκει εφαρμογή στον τομέα των καλλυντικών και της περιποίησης του δέρματος. Αναλυτικότερα, σε μορφή ρητίνης ή εκχυλίσματος διαθέτει αντισηπτικές και στυπτικές ιδιότητες, ευεργετικές για την επούλωση μικροτραυμάτων και ελκών του δέρματος. Επιπλέον, έρευνες έχουν αναδείξει τη συμβολή του στη βιοσύνθεση κολλαγόνου, την αναγέννηση των ιστών, την αντιμετώπιση μικροερεθισμών και τη βελτίωση της όψης του δέρματος. Παράλληλα, συμπεριλαμβάνεται σε εξειδικευμένα σκευάσματα για τη θεραπεία ήπιων φλεγμονών, όπως του εκζέματος⁽⁴⁾. Χρήση του μύρου γίνεται και σε καλλυντικά που στοχεύουν στη φροντίδα των μαλλιών, του τριχωτού της κεφαλής και συγκεκριμένα, σε περιπτώσεις μυκητιάσεων⁽⁸⁾.

5.2.2 Οδοντιατρική φροντίδα

Πολλά σύγχρονα προϊόντα φροντίδας των δοντιών, όπως οδοντόκρεμες και στοματικά διαλύματα περιέχουν εκχύλισμα μύρου, λόγω της ισχυρής αντιφλεγμονώδους και αντιμικροβιακής του δράσης. Πιο συγκεκριμένα, μελέτες *in vitro* και *in vivo* αποδεικνύουν την ικανότητα του μύρου να αναστέλλει την ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών και να περιορίζει τις φλεγμονές, λόγω της παρουσίας βιοδραστικών τερπενίων^(8,4). Τα προϊόντα αυτά στοχεύουν στην αντιμετώπιση της ουλίτιδας και παθήσεων του στοματικού βλεννογόνου, δρώντας καταπραυντικά.⁽⁴⁾

5.2.3 Αρωματοποιία

Το μύρο διαθέτει μία ξεχωριστή, θερμή, γήινη, ελαφρώς πικρή⁽³⁾, πικάντικη και γλυκιά αρωματική νότα^(8,4), η οποία το καθιστά συστατικό σε ορισμένα αρωματικά έλαια, κολλόνες και αρώματα. Ταυτόχρονα, διαθέτει έγκριση από τον Οργανισμό Τροφίμων και Φαρμάκων (Food and Drug Administration-FDA) των ΗΠΑ για τη χρήση του ως αρωματικού συστατικού σε τρόφιμα, καλλυντικά και φαρμακευτικά προϊόντα^(3,8,4). Επίσης, χρησιμοποιείται και σε προϊόντα αρωματοθεραπείας σε συνδυασμό με άλλα αιθέρια έλαια, όπως λιβανιού ή λεβάντας με καταπραυντικά αποτελέσματα^(8,4).

5.3 Εμπόριο

Η ετήσια παγκόσμια εμπορία του μύρου έχει μειωθεί αισθητά σε σύγκριση με την αρχαιότητα και υπολογίζεται σε μερικές χιλιάδες τόνους⁽⁴⁾. Βασικοί αγοραστές περιλαμβάνουν εταιρείες αρωματοποιίας, φαρμακευτικές^(3,8,4) και μικρότερης κλίμακας παραγωγούς βιολογικών καλλυντικών. Επιπλέον, η εμπορική αξία της ρητίνης σε διεθνές επίπεδο παραμένει σχετικά υψηλή, καθώς η ζήτηση για φυσικά και παραδοσιακά προϊόντα συνεχώς αυξάνεται, χωρίς όμως να προσεγγίζει την αρχαιότητα, κατά την οποία ανταγωνιζόταν τον χρυσό^(3,8,4). Παράλληλα, η εισαγωγή και εμπορία του μύρου, ιδιαίτερα για καλλυντική χρήση πραγματοποιείται κυρίως σε ανεπτυγμένες χώρες των Η.Π.Α. και της Ευρώπης, όπου χρησιμοποιείται και για ερευνητικούς σκοπούς, παραγωγή προηγμένων προϊόντων περιποίησης και θεραπευτικά σκευάσματα. Τέλος, διαθέτει εντομοκτόνες και μυκητοκτόνες εφαρμογές, γεγονός που αποδεικνύεται από έρευνες που μελετούν τον έλεγχο των παρασίτων και των μυκήτων⁽⁴⁾.

5.4 Μελλοντικές προοπτικές

Ο ενδημικός χαρακτήρας του φυτού απαιτεί ορθολογική εκμετάλλευση, ώστε να προστατευτεί και να μη διαταραχθεί η

φυσική ανάπτυξη και αναπαραγωγή του στην περιοχή προέλευσής του. Για τον σκοπό αυτό, έχουν ληφθεί πρωτοβουλίες διεθνών οργανισμών και κυβερνήσεων, σε συνεργασία με τοπικές κοινότητες για την εκπαίδευση σχετικά με ασφαλείς τεχνικές συλλογής που δεν καταπονούν τα δέντρα, αλλά και σύσταση συνεταιρισμών παραγωγών για δίκαιη τιμολόγηση και βελτίωση των εισοδημάτων τους. Ακόμη, πραγματοποιείται σύσταση διεθνών προτύπων ποιοτικής ταξινόμησης ως προς το είδος, την καθαρότητα, την περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο, ώστε να επιτευχθεί η διαφάνεια στην παγκόσμια αγορά. Εν τέλει, οι νέες τάσεις που προάγουν τα «πράσινα» καλλυντικά ενισχύουν την ανάγκη για πιστοποιήσεις βιολογικής καλλιέργειας.

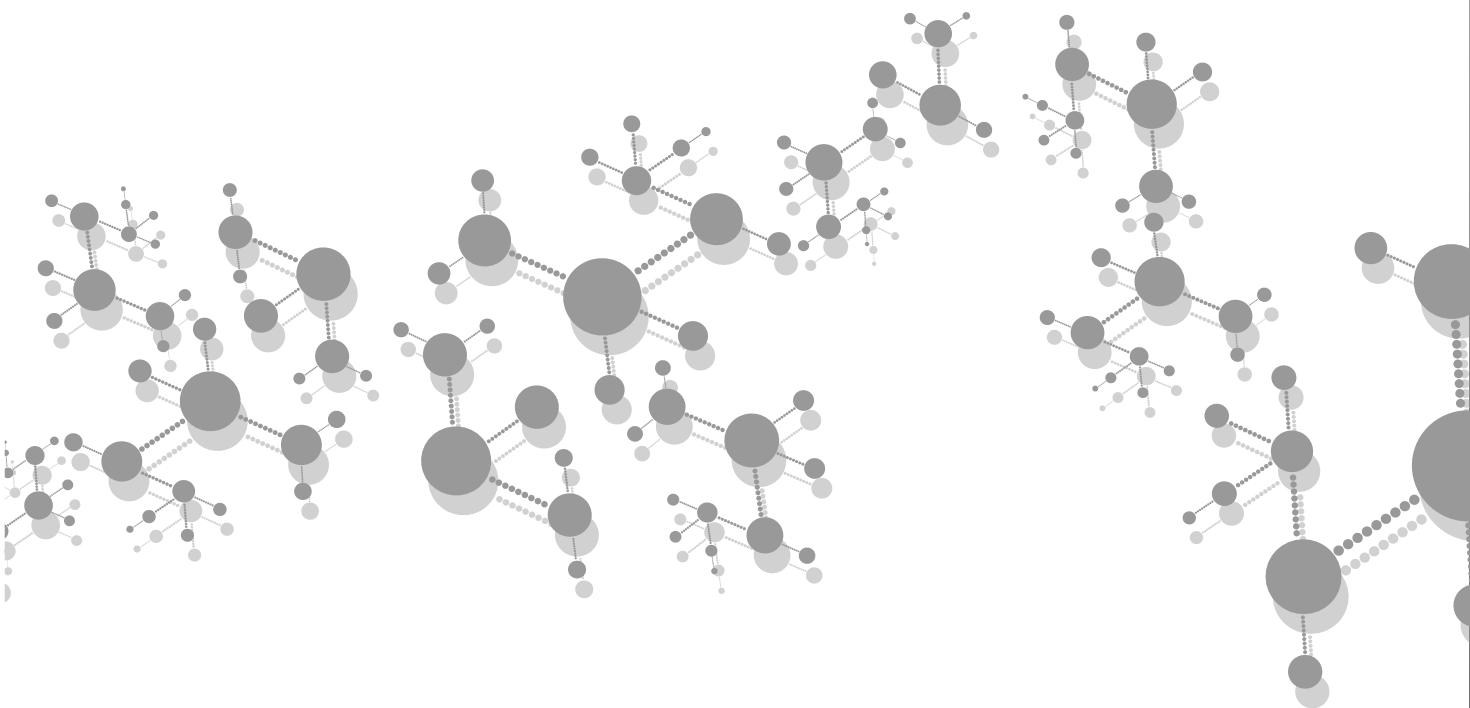
6. Επίλογος

Στη σύγχρονη εποχή, το μύρο διατηρεί την πολιτισμική του αξία κυρίως ως συστατικό σε καλλυντικά, προϊόντα στοματικής υγιεινής και αρώματα. Παράλληλα παρουσιάζει επιστημονικό ενδιαφέρον για τις θεραπευτικές του ιδιότητες. Η συμβολική θέση του στη χριστιανική ζωή εξακολουθεί να είναι αμετακίνητη. Μπορεί να μη διατηρεί πλέον τον κοσμικό ρόλο που διατηρούσε στις εμπορικές συναλλαγές, καθώς η καλλιέργειά του είναι περιορισμένη, με τις τρέχουσες εξαγωγές να παραμένουν σε χαμηλά επίπεδα συγκριτικά με τη σπουδαιότητα των ιστορικών χρόνων, ωστόσο, εκτιμάται ότι θα επαναπροσδιορίσει τον ρόλο του. Η μελέτη του μύρου, δεν αφορά μόνο το παρελθόν, αλλά ανοίγει προοπτικές για το μέλλον, τόσο σε φαρμακευτικό όσο και σε πολιτισμικό επίπεδο, καθώς αναμένεται από την επιστήμη να ξεκλειδώσει περαιτέρω τα «μυστικά» των δομικών συστατικών του.

Βιβλιογραφία

- (1) SHEN, T., LI, G. H., WANG, X. N. & LOU, H. X., The genus *Commiphora*: a review of its traditional uses, phytochemistry and pharmacology. *J Ethnopharmacol*, 142, 319-30, (2012). <https://doi.org/10.1016/j.jep.2012.05.025>
- (2) SHAMEEM, I. Phytochemical & therapeutic potentials of Murr Makki (*Commiphora myrrha*): A review. *Indian J Appl Res*, 8, 102-4 (2018).
- (3) "Amazing Benefits of Myrrh." *International Journal of Pharmaceutical Research*, 13, 2 (2021). <https://doi.org/10.31838/ijpr/2021.13.02.069>. Accessed 22 Mar. 2025.
- (4) Shimshon Ben-Yehoshua, Lumir Hanus, Carole Borowitz. Frankincense, Myrrh, and Balm of Gilead: Ancient Spices of Southern Arabia and Judea. *Horticultural Reviews*, 39: 1-79, (2012) DOI: 10.1002/9781118100592.ch1
- (5) ABDALLAH, E. M., KHALID, A. S. & IBRAHIM, N. Antibacterial activity of oleo-gum resins of *Commiphora molmol* and *Boswellia papyrifera* against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA). *Scientific Research and Essays*, 4, 351-356 (2009). <https://doi.org/10.5897/SRE.9000190>
- (6) SHALABY, M. A. & HAMMOUDA, A.-E., 2014. Analgesic, anti-inflammatory and anti-hyperlipidemic activities of *Commiphora molmol* extract (Myrrh). *ethnopharmacology, Journal of*, 3, intercultural 56-62. <https://doi.org/10.5455/jjce.20140130015014>
- (7) PROMPETCHARA, E., KETLOY, C. & PALAGA, T. Immune responses in COVID-19 and potential vaccines: Lessons learned from SARS and MERS epidemic. *Asian Pacific journal of allergy and immunology*, 38, 1-9 (2020). <https://doi.org/10.12932/ap-200220-0772>
- (8) E. S. H. El Ashry, N. Rashed, O. M. Salama, A. Saleh. Components, therapeutic value and uses of myrrh, *Pharmazie* 58: 163-168, (2002)

- (9) Wallis, T. E. Ed.: "Textbook of Pharmacognosy", 5th ed., 497 (1967)
- (10) Trease, G. E.; Evans, W. C.: "Pharmacognosy", 13th ed., 474 (1989)
- (11) Pharmacopoeia Helvetica, Royal College of Physicians of Edinburgh, 6th ed., 903 (1975)
- (12) Brieskorn, C. H.; Noble, P. Drei neue furanogermacrene aus myrrhe: Tetrahedron Lett. 21, 1511 (1980)
- (13) Brieskorn, C. H. Noble, P.: Furanosesquiterpenes from the essential oil of myrrh. Phytochemistry 22, 187 (1983)
- (14) Dolara, P., B. Corte, C. Ghelardini, A.M. Pugliese, E.Cerbai, S.Menichetti, and A.LoNostro. Local anesthetic, anti-bacterial and anti-fungal properties of sesquiterpenes from myrrh. Planta. Med. 66(4):356–358 (2000). <https://doi.org/10.1055/s-2000-8532>
- (15) Kimura, I., M. Yoshikawa, S. Kobayashi, Y. Sugihara, M. Suzuki, H. Oominami, T. Murakami, H. Matsuda, and V.V. Doiphode. New triterpenes, myrrhanol A and myrrhanone A, from guggul-gum resins, and their potent anti-inflammatory effect on adjuvant-induced air-pouch granuloma of mice. Bioorganic Medicinal Chemistry Lett. 11(8):985–989 (2001). doi: 10.1016/s0960-894x(01)00111-1.
- (16) F. Smith, History of Bible Plants: BlueTruth Publishers, Illinois, USA. Pp. 149-152
- (17) L.J. Musselman, A Dictionary of Bible Plants: Cambridge University Press, 2012, pp. 96-98
- (18) <https://www.sansimera.gr/articles/1468>) © SanSimera.gr
- (19) Ι. Κωνσταντινίδης, Το Άγιο Μύρο στο Οικουμενικό Πατριαρχείο. Επιστήμη και θρησκευτική παράδοση. Παρασκευή-έψηση-καθαγίαση. (Αθήνα: Ιδιωτική έκδοση, 2000).
- (20) Περί του Αγίου Μύρου, Βικτωρίας Παντερή (Δρ. Θεολογίας, ΕΚΠΑ), Πεμπτούσια <https://www.pemptousia.gr/2022/04/peri-tou-agiou-mirou/>. Βλ. της ίδιας συγγραφέως τη διδακτορική διατριβή με τίτλο «Ο καθαγιασμός του Αγίου Μύρου στα πρεσβυγενή Πατριαρχεία της Ανατολής (2016).
- (21) Hanus, L.O., T. Rezanka, V.M. Dembitsky, and A. Moussaieff. 2005. Commiphora chemistry. Biomed. Pap. Med. Fac. Univ. Palacky Olomouc Czech Repub. 149 (1):3–27 (2005). DOI: 10.5507/bp.2005.001
- (22) Bombardelli, E., and M. Spelta. Phospholipids-polyphenol complexes: A new concept in skin care ingredients. Cosmet. Toilet. 106:69–76 (1991).
- (23) Szapary, P.O., M.J. Wolfe, L.T. Bloedon, A.J. Cucchiara, A.H. Dermarderosian, M.D.Cirigliano, and D.J. Rader.. Guggulipid for the treatment of hypercholesterolemia: A randomized controlled trial. JAMA 290(6):765–772 (2003). DOI: 10.1001/jama.290.6.765
- (24) Shoemaker, M., B. Hamilton, S.H. Dairkee, I. Cohen, and M.J. Campbell. In vitro anti-cancer activity of twelve Chinese medicinal herbs. Phytother. Res. 19(7):649–651 (2005). DOI: 10.1002/ptr.1702
- (25) Freese, B.L. Medicinal myrrh. Archaeology (Publication of the Archaeology Institute of America) 49(3), (1996) May/June newsbrief. DOI:10.1002/9781118100592.ch1
- (26) Fenwick, A. and J.P. Webster. Schistosomiasis: Challenges for control, treatment and drug resistance, Curr. Opin. Infect. Dis. 19(6):577–582 (2006). DOI: 10.1097/01.qco.0000247591.13671.6a



Η μελλοντική δομή των υπερβαρέων στοιχείων: Από τα s, p, d, f στις g και h υποστιβάδες

Δρ Σπύρος Κιτσινέλης

Η κατανόηση της δομής του ατόμου υπήρξε μια από τις πιο σημαντικές επιτεύξεις της φυσικής και της χημείας του 20ού αιώνα. Από τις πρώτες προσπάθειες του Mendeleev, που ταξινόμησε τα στοιχεία βάσει της ατομικής τους μάζας, μέχρι την ακριβή μέτρηση του Henry Moseley που έδειξε ότι ο αριθμός των πρωτονίων καθορίζει την τάξη των στοιχείων, η πορεία της επιστήμης οδήγησε σε μια εντυπωσιακή μαθηματική και φυσική κατανόηση των ηλεκτρονίων γύρω από τον πυρήνα.

Η εισαγωγή της κυματικής θεωρίας του ηλεκτρονίου και η εξίσωση Schrödinger για το άτομο του υδρογόνου άνοιξαν τον δρόμο για την πρόβλεψη της τρισδιάστατης κατανομής πιθανότητας των ηλεκτρονίων. Ο Bohr και ο Sommerfeld έθεσαν τις βάσεις της κβαντομηχανικής τροχιακής θεωρίας, αλλά ήταν η επίλυση της Schrödinger που αποκάλυψε ότι κάθε ηλεκτρόνιο γύρω από τον πυρήνα δεν είναι απλώς σωματίδιο, αλλά κύμα που ταλαντώνεται με συγκεκριμένες μαθηματικές συνθήκες. Η λύση χωρίζεται σε δύο μέρη: ακτινικό και γωνιακό, με το γωνιακό μέρος να περιγράφεται από τα λεγόμενα σφαιρικά αρμονικά. Αυτά καθορίζουν το σχήμα των τροχιακών: σφαιρικά (s), λοβωτά (p), πιο σύνθετα (d) και ακόμα πιο πολύπλοκα (f). Οι περιοχές μηδενικής πιθανότητας, οι λεγόμενοι κόμβοι, προκύπτουν ακριβώς από τις ταλαντώσεις αυτών των κυμάτων. Με απλά λόγια, όσο περισσότερες ταλαντώσεις έχει το κύμα, τόσο περισσότεροι κόμβοι δημιουργούνται, δίνοντας τα χαρακτηριστικά λοβωτά σχήματα των p, d και f τροχιακών.

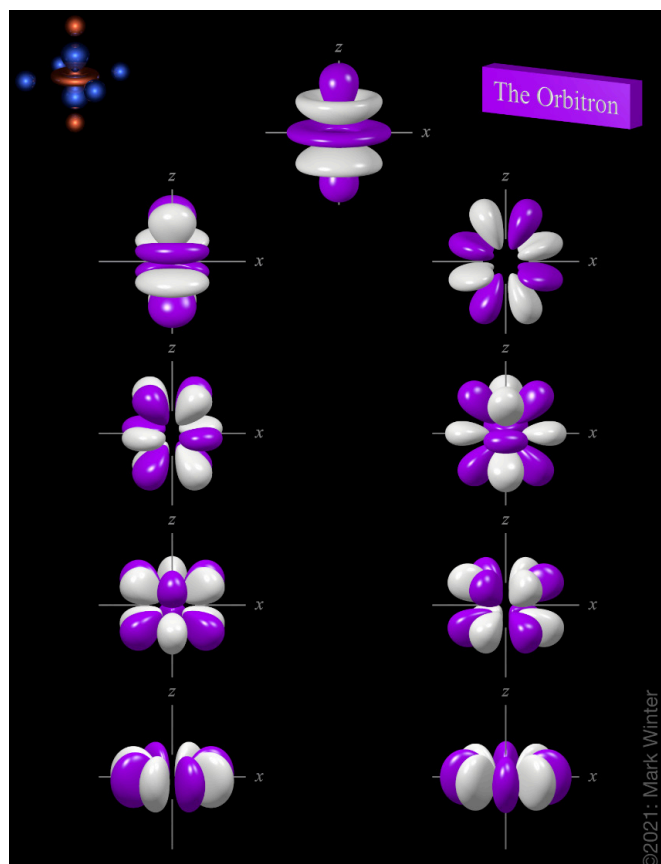
Η ταξινόμηση των τροχιακών σε **s**, **p**, **d** και **f** δεν είναι αυθαίρετη αλλά έχει ιστορική και μαθηματική βάση. Οι ονομασίες προέρχονται από τα χαρακτηριστικά των φασματικών γραμμών των ατόμων:

- **s (sharp)** → γραμμές με καθαρή, “κοφτερή” εμφάνιση
- **p (principal)** → γραμμές με κυρίαρχο πλάτος
- **d (diffuse)** → γραμμές πιο διάχυτες
- **f (fundamental)** → βασικές γραμμές στο φάσμα

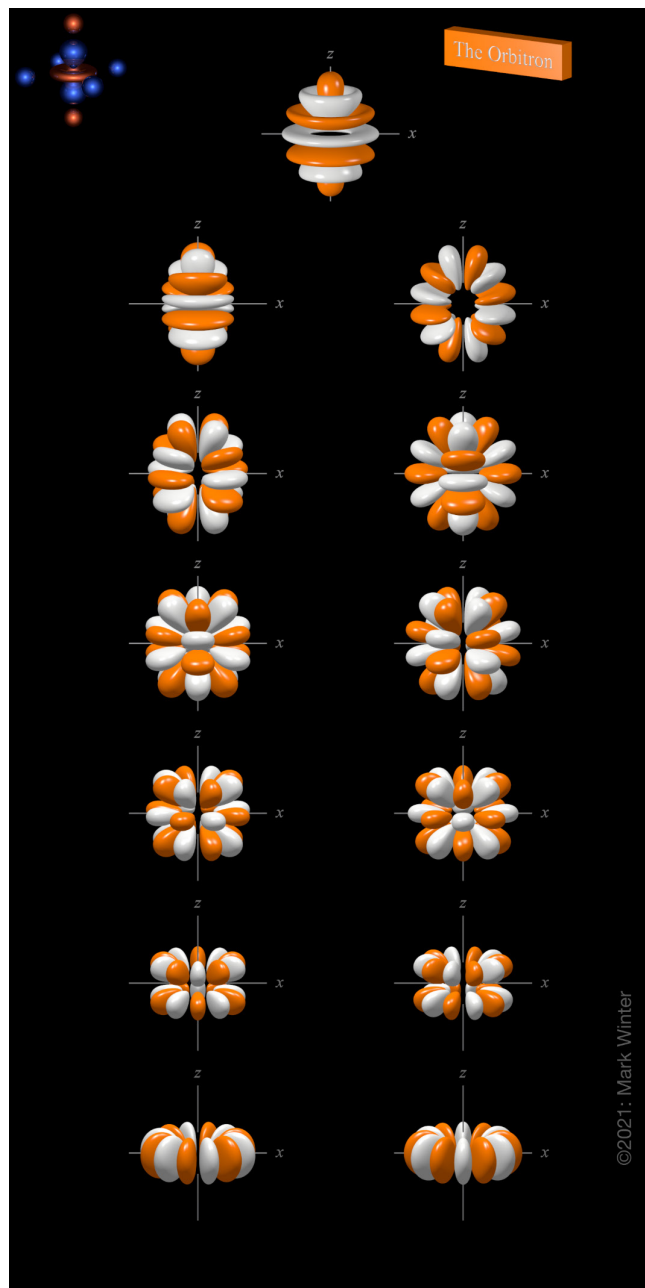
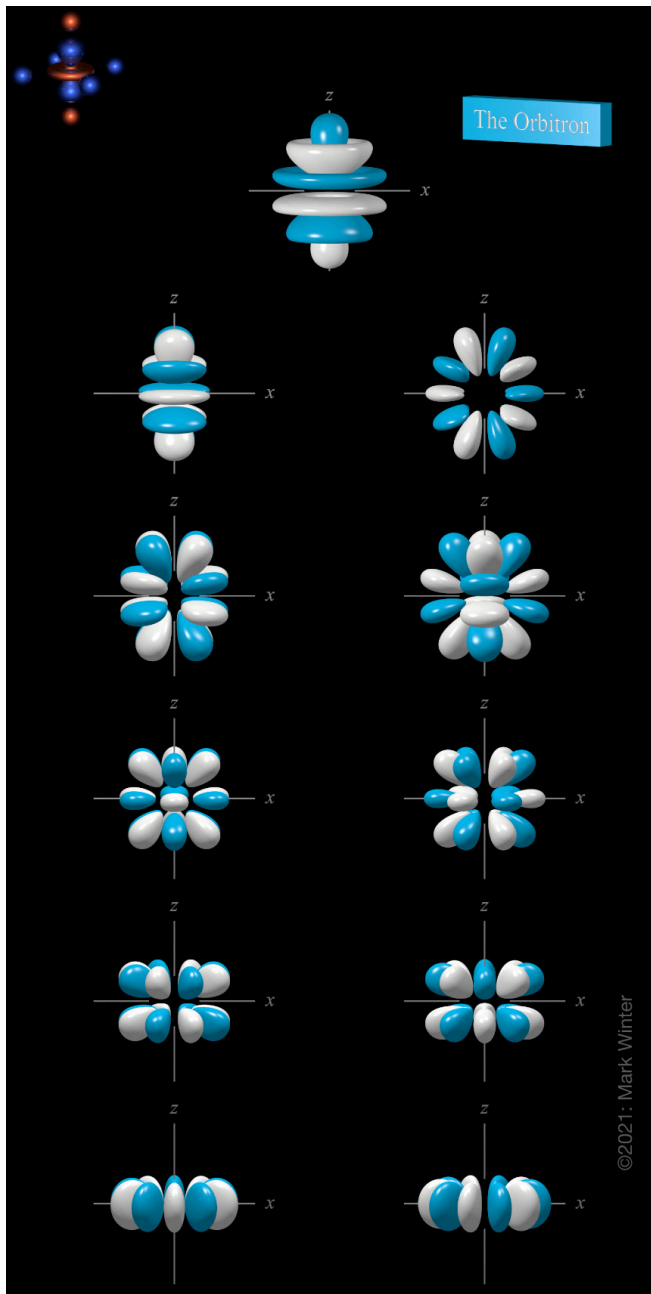
Με την ανάπτυξη της κβαντομηχανικής, αναγνωρίστηκε ότι αυτές οι φασματικές κατηγορίες αντιστοιχούν στους τροχιακούς αριθμούς $l=0,1,2,3$ αντίστοιχα. Αυτό συνέδεσε τα φασματικά δεδομένα με τα μαθηματικά σχήματα των τροχιακών που προβλέπονται από τα σφαιρικά αρμονικά.

Σήμερα λέμε ότι ο περιοδικός πίνακας έχει τα μπλοκ s, p, d, f. Το όνομα κάθε μπλοκ προκύπτει από το ποια υποστιβάδα γεμίζει τα εξωτερικά (πιο ενεργειακά σημαντικά) ηλεκτρόνια του στοιχείου. Για παράδειγμα:

- Μπλοκ **s** → τα εξωτερικά ηλεκτρόνια είναι σε s τροχιακό → ομάδες 1–2
- Μπλοκ **p** → τα εξωτερικά ηλεκτρόνια είναι σε p τροχιακό → ομάδες 13–18
- Μπλοκ **d** → μεταβατικά στοιχεία → εξωτερικά ηλεκτρόνια σε d τροχιακό
- Μπλοκ **f** → λανθανίδες/ακτινίδες → εξωτερικά ηλεκτρόνια σε f τροχιακό



©2021: Mark Winter



Δηλαδή το μπλοκ ενός στοιχείου δείχνει ποιο τροχιακό γεμίζει τελευταίο, και άρα ποιο είναι το πιο ενεργό/εξωτερικό ηλεκτρόνιο.

Η θεωρία Schrödinger δεν περιορίζεται μόνο στα γνωστά στοιχεία. Μαθηματικά προβλέπει ότι υπάρχουν υποστιβάδες με υψηλότερους τροχιακούς αριθμούς, πέρα από f. Η **g υποστιβάδα** ($\ell = 4$) είναι η πρώτη από αυτές και απαιτεί τουλάχιστον $n=5$ κύρια στιβάδα για να εμφανιστεί. Αν και στα γνωστά στοιχεία μέχρι το στοιχείο 118 δεν έχουμε g υποστιβάδα, θεωρητικά θα αρχίσει να γεμίζει σε υπερβαρέα στοιχεία με Z περίπου 120–130, όπου τα ηλεκτρόνια αρχίζουν να καταλαμβάνουν τις υψηλότερες ενεργειακές θέσεις. Η χωρητικότητα της g υποστιβάδας είναι 18 ηλεκτρόνια, γεγονός που θα δώ-

σει νέα, εξαιρετικά περίπλοκα χημικά και φυσικά χαρακτηριστικά σε αυτά τα στοιχεία.

Η επόμενη προβλεπόμενη υποστιβάδα είναι η **h υποστιβάδα** ($\ell = 5$), με χωρητικότητα 22 ηλεκτρόνια. Θα αρχίσει να εμφανίζεται μόνο σε στοιχεία πολύ υπερβαρέα, με $Z > 140$ περίπου και θα ανοίξει ένα νέο κεφάλαιο στη φυσική των στοιχείων, εξετάζοντας πιθανές χημικές ιδιότητες που δεν έχουν ποτέ παρατηρηθεί.

Στα ακόμη βαρύτερα υπερβαρέα στοιχεία, πέρα από εκείνα που θα αρχίσουν να καταλαμβάνουν g και h τροχιακά, οι θεωρητικοί υπολογισμοί προβλέπουν την εμφάνιση και της υποστιβάδας **i** ($\ell=6$). Τα τροχιακά αυτά διαθέτουν ιδιαίτερα πολύπλοκη γωνιακή δομή με 13 δυνατές μαγνητικές κατα-

στάσεις, γεγονός που επιτρέπει τη φιλοξενία έως και 26 ηλεκτρονίων.

Στις περιοχές αυτές του περιοδικού πίνακα τα ισχυρά σχετικιστικά φαινόμενα οδηγούν σε δραματική ανάμιξη ενεργειακών επιπέδων. Ως αποτέλεσμα, η παραδοσιακή περιοδικότητα ενδέχεται να καταρρεύσει σχεδόν πλήρως, με τα στοιχεία αυτά να εμφανίζουν ασυνήθιστες καταστάσεις οξείδωσης, εξαιρετικά ασθενείς χημικούς δεσμούς και πιθανώς «ατομική» συμπεριφορά που θυμίζει ευγενή αέρια παρά μέταλλα. Η έννοια των «μπλοκ» του περιοδικού πίνακα γίνεται λιγότερο

σαφής, και οι ηλεκτρονικές διαμορφώσεις αποκτούν κυρίως ποιοτικό και όχι αυστηρά προβλεπτικό χαρακτήρα.

Βέβαια η ύπαρξή τους παραμένει καθαρά θεωρητική, καθώς η έντονη ηλεκτροστατική άπωση και οι πυρηνικές αστάθειες καθιστούν εξαιρετικά δύσκολη τη σύνθεσή τους, ωστόσο ορισμένα μοντέλα προτείνουν ότι πέρα από τα γνωστά νησιά σταθερότητας θα μπορούσε να εμφανιστεί μια νέα περιοχή σχετικής σταθερότητας για πυρήνες με πολύ υψηλό αριθμό νετρονίων.

Πηγές

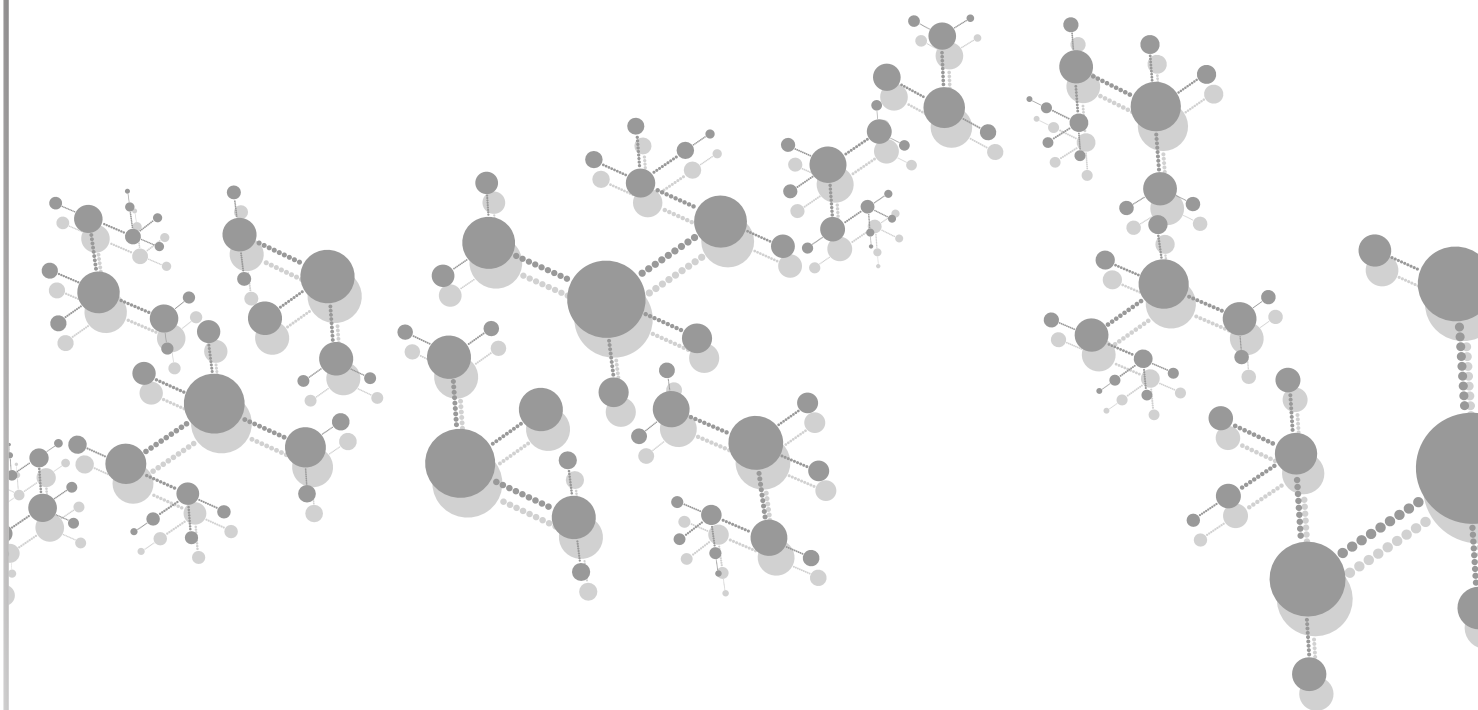
Pekka Pyykkö, *A suggested periodic table up to $Z \leq 172$* (Phys. Chem. Chem. Phys., 2011).

Electronic structure theory of the superheavy elements (Nuclear Physics A / Physics Reports).

Smits et al., *The quest for superheavy elements and the limit of the periodic table* (Nature Reviews Physics, 2024)

Πηγή εικόνων

<https://winter.group.shef.ac.uk/orbitron/>



14th IUPAC International Conference on Bioorganic Chemistry
<https://www.iupac-isboc14.org/>



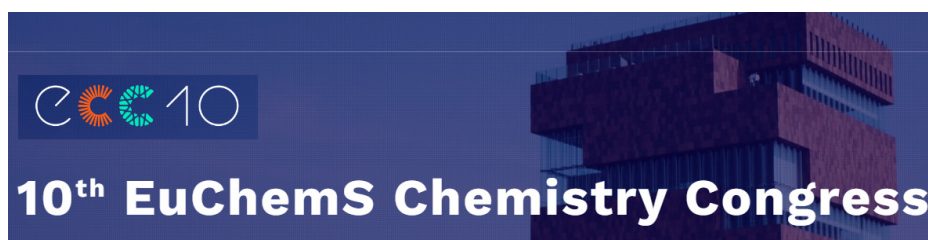
14th International Symposium on BioOrganic Chemistry
21-24 June 2026, Milan, Italy

Self-Organizing Polymers at the Interface of Technology and Nature 2026



<https://www.imc.cas.cz/sympo/87pmm/>

10th EuChemS Chemistry Congress (ECC10)



<https://euchems2026.eu/>

28th IUPAC International Conference on Chemistry Education / 17th EuChemS European Conference of Research in Chemical Education (ICCECRICE 2026)



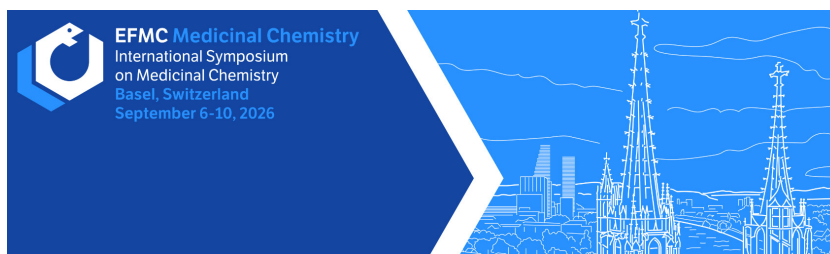
<https://iccecrice2026.org/>

46th International Conference on Coordination Chemistry (ICCC)



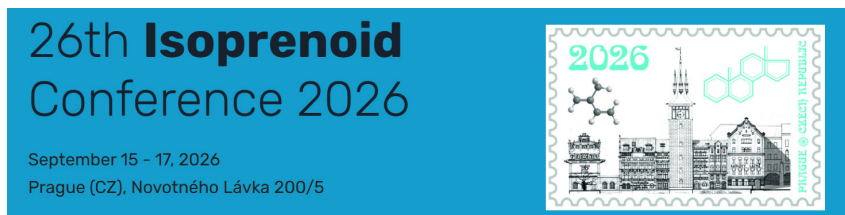
<https://iccc2026.com/>

EFMC International Symposium on Medicinal Chemistry



<https://www.efmc-ismc.org/>

26th Isoprenoid Conference 2026



<https://isopsoc.org/Isoprenoids2026.html>

Electrochemistry 2026



https://veranstaltungen.gdch.de/microsite/index.cfm?l=11733&sp_id=2

«Διαπίστευση Χημικών Εργαστηρίων σύμφωνα με το πρότυπο ISO/IEC 17025:2017»

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟ ΤΜΗΜΑ ΚΡΗΤΗΣ ΤΗΣ ΕΕΧ



Το Περιφερειακό Τμήμα Κρήτης της Ένωσης Ελλήνων Χημικών εκφράζει τις θερμές του ευχαριστίες προς όλους όσοι συνέβαλαν στην επιτυχημένη πραγματοποίηση του σεμιναρίου με τίτλο «Διαπίστευση Χημικών Εργαστηρίων σύμφωνα με το πρότυπο ISO/IEC 17025:2017», το οποίο πραγματοποιήθηκε στις 6-8 Μαρτίου 2026 στις εγκαταστάσεις του Τμήματος Χημείας του Πανεπιστημίου Κρήτης.

Το Π.τ. Κρήτης της ΕΕΧ εκφράζει τις θερμές του ευχαριστίες προς το Παρατηρητήριο της Επαγγελματικής Απασχόλησης των Χημικών και των Εξελίξεων στην Επιστήμη της Χημείας, για την άμεση ανταπόκριση στην πρόταση του Π.τ. Κρήτης της Ένωσης Ελλήνων Χημικών να πραγματοποιηθεί η συγκεκριμένη δράση η οποία συγκέντρωσε σημαντικό ενδιαφέρον από μέλη της επιστημονικής και επαγγελματικής κοινότητας.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες απευθύνονται στο Τμήμα Χημείας του Πανεπιστημίου Κρήτης για τη φιλοξενία και τη στήριξη της διοργάνωσης, καθώς και στον Πρόεδρό του, Γεώργιο Βασιλικιογιαννάκη, για τη συμβολή του στην επιτυχή υλοποίηση της δράσης. Το Π.τ. Κρήτης ευχαριστεί θερμά τους ομιητές του σεμιναρίου, Γιάννη Σιταρά, Χρυσή Αγγελιδάκη και Άννα Γαλλιάνη, για τις εμπειριστατωμένες παρουσιάσεις τους και τη συμβολή τους στην ουσιαστική κατανόηση των απαιτήσεων του προτύπου ISO/IEC 17025:2017 και των σύγχρονων πρακτικών διαπίστευσης των χημικών εργα-

γαστηρίων. Τέλος, εκφράζονται θερμές ευχαριστίες προς όλους τους συμμετέχοντες, των οποίων η ενεργός παρουσία και το ενδιαφέρον συνέβαλαν στη δημιουργία ενός ιδιαίτερα γόνιμου επιστημονικού διαλόγου.

Το Π.τ. Κρήτης της ΕΕΧ συνεχίζει να υποστηρίζει δράσεις εκπαίδευσης και επιμόρφωσης που ενισχύουν τη γνώση, την επαγγελματική ανάπτυξη και την ποιότητα στην επιστήμη της Χημείας.



ΕΚΔΗΛΩΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΑ ΗΜΕΡΑ ΧΗΜΕΙΑΣ 2026

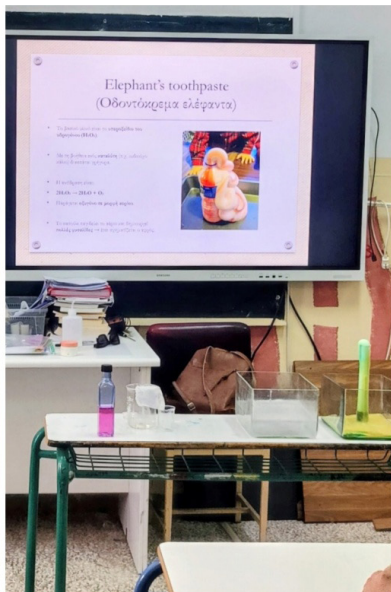
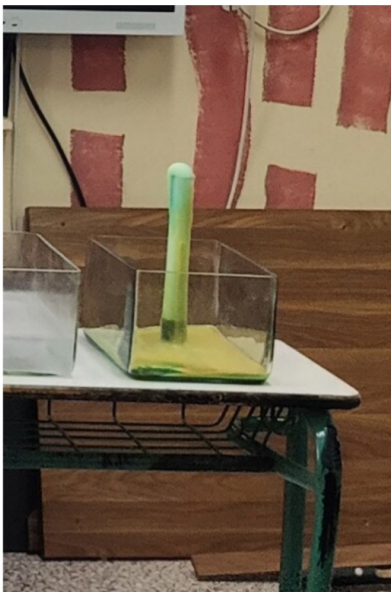
Π. Τ. ΚΡΗΤΗΣ ΤΗΣ ΕΕΧ

Με αφορμή την Πανελλήνια Ημέρα Χημείας (11η Μαρτίου), το Περιφερειακό Τμήμα Κρήτης της Ένωσης Ελλήνων Χημικών θέλοντας να φέρει το ευρύ κοινό και ιδιαίτερα τα παιδιά πιο κοντά στο συναρπαστικό κόσμο της Χημείας και να αναδείξει τη σημασία της επιστήμης στην καθημερινή ζωή, διοργάνωσε μία σειρά από δράσεις σε κάθε νομό της Κρήτης, που συνοψίζονται ως εξής:

Σάββατο 7/3/2026: Εκδήλωση με θέμα «Το αμπέλι του Βενιζέλου στη Χαλέπα: ο μοναδικός ιστορικός αστικός αμπελώνας της Ελλάδας» στο Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών και Μελετών «Ελευθέριος Κ. Βενιζέλος» στη Χαλέπα Χανίων. Ομιλητές ήταν ο Κωστής Γαλάνης, χημικός-οινολόγος και ο Γιάννης Γαλάνης, γεωπόνος-οινολόγος οι οποίοι αναφέρθηκαν στην αναβίωση του αμπελώνα, τη βιολογική καλλιέργεια και την εφαρμογή σύγχρονων τεχνικών, τη διαχείριση των παραγόμενων σταφυ-



λιών και τη μεταποίησή τους σε υψηλής ποιότητας τσικουδιά. Ακολούθησε ξενάγηση στα εκθέματα του Μουσείου.



Τετάρτη 11/3/2026: Στο κέντρο της πόλης των Χανίων, πραγματοποιήθηκε ένα πρωτότυπο επιστημονικό παιχνίδι «κρυμμένου θησαυρού» με τη συνεργασία δεκαοκτώ σχολείων και φορέων της εκπαίδευσης. Ο τίτλος του ήταν «Chania Chem Hunt: η Χημεία γιορτάζει και ενώνει» με επτά σημεία αναφοράς στο κέντρο της πόλης. Μαθητές κλήθηκαν να συνεργαστούν και να λύσουν μία σειρά «χημικών» γρίφων ως τον τερματισμό του παιχνιδιού. Στην οργανωτική επιτροπή συμμετείχαν τα σχολεία Π. ΕΠΑΛ Ακρωτηρίου, 2^ο ΓΕΛ Χανίων, ΓΕΛ Ακρωτηρίου με τους εκπαιδευτικούς Νεκταρία Αρχοντάκη, Ελένη Ατσαλάκη, Μιχάλη Μαραγκάκη και Νίκη Σπάρταλη. Παράλληλα, στο Ρέθυμνο πραγματοποιήθηκαν εκπαιδευτικές δράσεις υπό το σύνθημα: «Ανακαλύπτουμε – Πειραματιζόμαστε – Μαθαίνουμε» στις οποίες συμμετείχαν μαθητές, μαθήτριες και εκπαιδευ-

τικοί, προσφέροντας μια διαδραστική και συναρπαστική εμπειρία στον κόσμο της Χημείας. Τα σχολεία που συνεργάστηκαν για αυτό το σκοπό ήταν το 4ο ΓΕΛ Ρεθύμνου – (Αρσάνιο), το 3ο ΓΕΛ Ρεθύμνου, το Γυμνάσιο Περάματος και το Πειραματικό Γυμνάσιο Ρεθύμνου, στα εργαστήρια Φυσικών Επιστημών υπό την καθοδήγηση των χημικών-εκπαιδευτικών Δρ. Κατερίνας Βαβουράκη, Χριστίνας Ντέντε, Φιλίας Αθυγίζου, Δρ. Κάλβιας Κουγιάνου και Ζαχαρένιας Τσιριντάνη. Οι μαθητές/τριες είχαν την ευκαιρία να παρακολουθήσουν πειράματα που συνδύαζαν τη μάθηση με το εντυπωσιακό θέαμα.



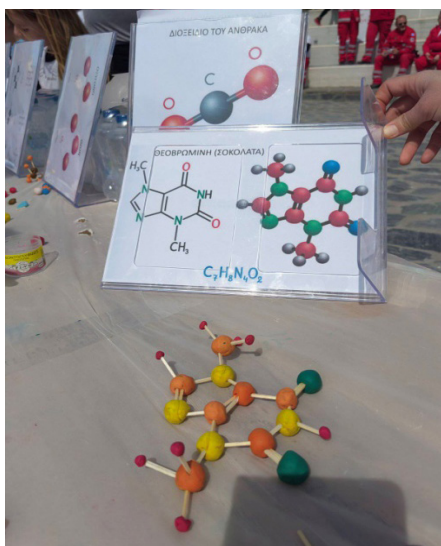
Οι δράσεις αυτές πραγματοποιήθηκαν με την υποστήριξη της Ένωσης Ελλήνων Χημικών-Περιφερειακό Τμήμα Κρήτης και τόνισαν τη σημασία της Χημείας στην καθημερινή ζωή. Οι μαθητές και οι μαθήτριες ενθουσιάστηκαν, ενώ τα πειράματα πρόσφεραν έναν βιωματικό τρόπο μάθησης και έμπνευσης για τους επιστήμονες του αύριο.

Σάββατο 14/3/2026: Επίδειξη φαντασμαγορικών πειραμάτων Χημείας από την Ομάδα Εξωστρέφειας του Πανεπιστημίου Κρήτης στη Λότζια του Δήμου Ηρακλείου. Η εκδήλωση πλαισιώθηκε από εντυπωσιακές κατασκευές, ζωγραφική με θέμα τη Χημεία και παρασκευή κηραλοιφής. Επίσης, έγινε ανάγνωση παραμυθιού «οι περιπέτειες της Σταλιτίσας» που καθήλωσαν τους μικρούς επισκέπτες. Τα παιδιά είχαν τη δυνατότητα να κάνουν πειράματα και να φτιάξουν χημικές ενώσεις με πλάστελινη. Είναι αξιοσημείωτο το γεγονός ότι πλήθος κόσμου ήταν συγκεντρωμένο για αρκετή ώρα ώστε να παρακολουθησει όλες τις δράσεις και τα πειράματα.





Ο κύκλος των δράσεων με αφορμή την Πανελλήνια Ημέρα Χημείας ολοκληρώθηκε την **Κυριακή 15/3/2026** στη Λίμνη Αγίου Νικολάου όπου πραγματοποιήθηκε επίδειξη εντυπωσιακών πειραμάτων Χημείας από την Ομάδα Εξωστρέφειας του Πανεπιστημίου Κρήτης, εντυπωσιακές κατασκευές με θέμα τη Χημεία, παρασκευή κηραλοιφής και ανάγνωση παραμυθιού. Και οι δύο εκδηλώσεις σημείωσαν μεγάλη επιτυχία, όπως μαρτυρούσε το ενθουσιασμένο πλήθος κόσμου που μαζεύτηκε για να τις παρακολουθήσει και στις δύο πόλεις την επίδειξη πειραμάτων.





Το Π.Τ. Κρήτης της ΕΕΧ εκφράζει τις θερμές του ευχαριστίες στην ανεπανάληπτη ομάδα εξωστρέφειας του Πανεπιστημίου Κρήτης για την ανταπόκριση και στο φετινό κάλεσμα του και την άσογη συνεργασία, στους Δήμους Χανίων και Ηρακλείου, στον Πολιτιστικό Σύλλογο Μέσα Λακωνίων για την ευγενική του χορηγία, στο Δημοτικό Λιμενικό Ταμείο Αγίου Νικολάου, στον Ερυθρό Σταυρό και τα τοπικά μέσα για την προώθηση και ανάδειξη των εκδηλώσεων. Τέλος, δε θα μπορούσαμε να παραλείψουμε να ευχαριστήσουμε τους εθελοντές συναδέλφους σε κάθε νομό της Κρήτης που είναι παρόντες, συμμετοχικοί και υποστηρικτικοί σε κάθε δράση συμβάλλοντας καθοριστικά στην επιτυχία των εκδηλώσεων αυτών. Ευχαριστούμε όλους όσους μας τίμησαν με την παρουσία τους και μοιραστήκαμε μοναδικές στιγμές διαδραστικής μάθησης και δημιουργίας.

ΕΣΠΕΡΙΔΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΗΜΕΡΑ ΝΕΡΟΥ 20 ΜΑΡΤΙΟΥ 2026 ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟ ΤΜΗΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

Με ιδιαίτερη επιτυχία πραγματοποιήθηκε την Παρασκευή 20 Μαρτίου 2026 η εσπερίδα που διοργάνωσε το Περιφερειακό Τμήμα Κρήτης της Ένωση Ελλήνων Χημικών, με αφορμή την Παγκόσμια Ημέρα Νερού, στο Πολυκέντρο Νεολαίας του Δήμου Ηρακλείου. Η εκδήλωση, με θέμα «Το πολυτιμότερο αγαθό σε κίνδυνο», προσέληκε το ενδιαφέρον πολιτών και επιστημόνων, αναδεικνύοντας τη σημασία του νερού ως ζωτικού πόρου και τις σύγχρονες προκλήσεις που σχετίζονται με τη διαχείριση, την ποιότητα και τη βιωσιμότητά του.

Οι εισηγήσεις των ομιλητών κάλυψαν ένα ευρύ φάσμα θεμάτων, από τη λειψυδρία και τη διαχείριση υδατικών πόρων στην Κρήτη, το υδατικό αποτύπωμα των τροφών έως τη μικροβιολογία του νερού και τις επιπτώσεις της κλιματικής



Εσπερίδα του Π. Τ. Κρήτης
της Ένωσης Ελλήνων Χημικών

Παγκόσμια Ημέρα Νερού

το πολυτιμότερο αγαθό σε κίνδυνο

Παρασκευή 20 Μαρτίου 2026

6:00 μ.μ.

Πολύκεντρο Νεολαίας
Δήμου Ηρακλείου

ΧΟΡΗΓΟΙ



αλλαγής. Οι παρουσιάσεις χαρακτηρίστηκαν από επιστημονική πληρότητα και σαφήνεια, συμβάλλοντας ουσιαστικά στην ενημέρωση και ευαισθητοποίηση του κοινού.

Θα θέλαμε να εκφράσουμε τις θερμές μας ευχαριστίες στους εκλεκτούς ομιλητές για την πολύτιμη συμβολή τους και το υψηλό επίπεδο των παρουσιάσεών τους. Συγκεκριμένα, ευχαριστούμε την κ. Χρυσή Αγγελιδάκη, την κ. Έφη Βαργιακάκη, την κ. Κωνσταντίνα Καλογεράκη, τον κ. Τριαντάφυλλο Καλούδη και την κ. Αρετή Κοκκινομαγουλά. Ευχαριστούμε ακόμα τους παρευρισκόμενους για τη συμμετοχή και το ενδιαφέρον τους και τους χορηγούς για την υποστήριξη της εκδήλωσης οι οποίοι ήταν: ο ξενοδοχειακός όμιλος BLUEGR, η OPTIMUM ES και η GRECOCHEM.

Επίσης, ευχαριστούμε για τους χαιρετισμούς της εκδήλωσης τους: Συντονίστριας Εμμανουήλ Βουλευτής ΚΚΕ Ηρακλείου, Σενετάκης Μάξιμος Βουλευτής ΝΔ Ηρακλείου, Αναστασάκης Ιωάννης Αντιπεριφερειάρχης τομέα Κλιματικής Αλλαγής και Βιώσιμης Ανάπτυξης, Βουρεξάκης Γεώργιος εκπρόσωπος του Δημάρχου Ηρακλείου Αλέξη Καλοκαιρινού και πρόεδρος ΔΕΥΑ Ηρακλείου, Μποκέας Μενέλαος Δήμαρχος Μαλεβιζίου, Δασκαλάκη Άννα Πρόεδρος ΓΕΩΤΕΕ Παράρτημα Κρήτης. Και όσους μας τίμησαν με την παρουσία τους: Λευτέρης Αυγενάκης Βουλευτής ΝΔ Ηρακλείου, Μιχαήλ Κεφαλογιάννης εκπρόσωπος του Κων/νου Κεφαλογιάννη Βουλευτή ΝΔ Ηρακλείου και Νικόλαος Ξυλούρης Αντιπεριφερειάρχης στον τομέα Περι-

βάλλοντος και εκπρόσωπος του Σταύρου Αρναουτάκη Περιφερειάρχη Κρήτης.

Η επιτυχία της εσπερίδας επιβεβαιώνει τη σημασία της επιστημονικής ενημέρωσης και του δημόσιου διαλόγου γύρω από κρίσιμα περιβαλλοντικά ζητήματα, όπως το νερό. Το Περιφερειακό Τμήμα Κρήτης της Ένωσης Ελλήνων Χημικών θα συνεχίσει να συμβάλλει ενεργά στην ανάδειξη και προώθηση τέτοιων θεμάτων.

Σας ευχαριστούμε θερμά και ανανεώνουμε το ραντεβού μας για μελλοντικές δράσεις.



ΟΡΚΩΜΟΣΙΑ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΧΗΜΕΙΑΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ 20 ΜΑΡΤΙΟΥ 2026

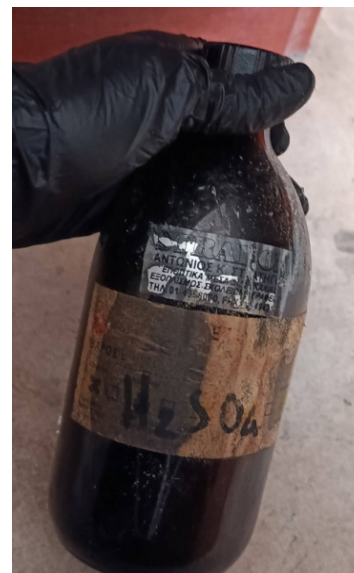
Το Περιφερειακό τμήμα Κρήτης της Ένωσης Ελλήνων Χημικών αποτελείντας αρωγό για τους νέους απόφοιτους του τμήματος Χημείας του Πανεπιστημίου Κρήτης τους συγχαίρει θερμά για την επιτυχή ολοκλήρωση των σπουδών τους. Καλή επαγγελματική σταδιοδρομία, προσωπική ανέλιξη και συνεχή πρόοδο! Η Ένωση Ελλήνων Χημικών και το Περιφερειακό Τμήμα της Κρήτης δεσμεύεται να υπερασπίζεται τα όνειρα και τις φιλοδοξίες των νέων χημικών.



Ολοκλήρωση καταγραφής χημικών αντιδραστηρίων σε σχολεία του Νομού Χανίων

Η πρωτοβουλία του Περιφερειακού τμήματος Κρήτης της Ένωσης Ελλήνων Χημικών για καταγραφή πεπαλαιωμένων ή ακατάλληλων χημικών αντιδραστηρίων στα σχολεία της Περιφέρειας Κρήτης με σκοπό την απομάκρυνσή τους και την προστασία της σχολικής κοινότητας ολοκληρώθηκε και στο Νομό Χανίων. Σε συνεργασία με το ΕΚΦΕ Χανίων, πρόκειται να ενημερωθούν οι Διευθύνσεις Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης για τη λήψη αποφάσεων που αφορούν την ασφαλή διαχείριση και απομάκρυνση των υλικών.

Η πρωτοβουλία συνεχίζεται στους νομούς Ηρακλείου και Ρεθύμνου, με στόχο την ολοκληρωμένη καταγραφή σε όλη την Περιφέρεια Κρήτης και τη διασφάλιση της ασφαλούς λειτουργίας των σχολικών εργαστηρίων.



Δελτίο Τύπου Απολογισμός Εκπαιδευτικών Δράσεων Ευρωπαϊκά Μπλε Σχολεία – EUBlueSchools | Φεβρουάριος – Μάρτιος 2026

Ηράκλειο, 30.03.2026

Στο πλαίσιο του Ευρωπαϊκού Εκπαιδευτικού Μοντέλου «Μπλε Σχολεία – EUBlueSchools», συνεχίστηκαν και κατά το σχολικό έτος 2025–2026, οι εκπαιδευτικές δράσεις σε σχολικές μονάδες Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης της Περιφέρειας Κρήτης. Οι δράσεις υλοποιούνται με τη συμμετοχή και τον συντονισμό Χημικών – Εκπαιδευτικών, καθώς και εκπαιδευτικών άλλων ειδικοτήτων των Φυσικών Επιστημών.

Η Ένωση Ελλήνων Χημικών – Περιφερειακό Τμήμα Κρήτης συμβάλλει ουσιαστικά στην υλοποίηση του προγράμματος, παρέχοντας πέντε (5) σετ ημιποσοτικής χημικής ανάλυσης (test kits), ενώ παράλληλα λειτουργεί ως φορέας διάχυσης και ενίσχυσής του. Μέχρι σήμερα, το πρόγραμμα έχει εφαρμοστεί σε δεκαέξι (16) σχολικές μονάδες της Περιφέρειας Κρήτης, με τη συμμετοχή νέων σχολείων να αναμένεται το προσεχές διάστημα.

Ακολουθεί ο απολογισμός των εκπαιδευτικών δράσεων που υλοποιήθηκαν κατά τον Ιανουάριο 2026.

16η Εκπαιδευτική Δράση (16–20 Φεβρουαρίου 2026)

Στο πλαίσιο του περιβαλλοντικού προγράμματος «Το νερό κάνει κύκλο», συλλέχθηκαν δείγματα νερού από τη Λίμνη Κουρνά, τον Γεροπόταμο και το Φράγμα Ποταμών, τα οποία αναλύθηκαν στο εργαστήριο Φυσικών Επιστημών του σχολείου με τη χρήση ειδικών κιτ ανάλυσης νερού.

Η δραστηριότητα υλοποιήθηκε από μαθητές και μαθήτριες του 4^{ου} Γυμνασίου Ρεθύμνου, υπό την καθοδήγηση της εκπαιδευτικού Μαρίας Κακλαμάνου, Γεωλόγου, ΕΑΕ.

Οι μαθητές και οι μαθήτριες πραγματοποίησαν βασικές μετρήσεις φυσικοχημικών παραμέτρων, όπως το pH, η σκληρότητα, τα νιτρικά και τα νιτρώδη άλατα, καθώς και άλλους δείκτες που σχετίζονται με την ποιότητα του νερού. Μέσα από τη διαδικασία αυτή εξοικειώθηκαν με απλές επιστημονικές μεθόδους ελέγχου του νερού και κατανόησαν τη σημασία της παρακολούθησης της ποιότητάς του για την προστασία των οικοσυστημάτων και της ανθρώπινης υγείας.

Η ανάλυση των δειγμάτων έδωσε τη δυνατότητα στους μαθητές/τριες να συγκρίνουν διαφορετικά υδάτινα περιβάλλοντα και να συζητήσουν πιθανούς παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα του νερού. Μέσα από τη δραστηριότητα αυτή ενισχύθηκε η βιωματική μάθηση και η κατανόηση της ανάγκης για προστασία και ορθολογική διαχείριση των υδάτινων πόρων.

17η Εκπαιδευτική Δράση (2 και 10 Μαρτίου 2026)

Μαθητές και μαθήτριες της Β΄ Λυκείου του Πειραματικού ΓΕΛ Χανίων, με υπεύθυνη την καθηγήτρια Κωστούλα Τσουρουνάκη (Χημικός), πραγματοποίησαν διήμερη δράση πεδίου με αντικείμενο τη δειγματοληψία και ανάλυση υδάτων. Συγκεκριμένα, πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες θαλασσινού νερού από παραλίες της ευρύτερης περιοχής Χανίων, όπως οι Άγιοι Απόστολοι, η Χρυσή Ακτή, η Νέα Χώρα, ο Καλαθάς και ο Άγιος Ονούφριος, καθώς και δειγματοληψία γλυκού νερού από τον ποταμό Κλαδισό. Στη συνέχεια, ακολούθησε ημιποσοτική χημική ανάλυση των δειγμάτων για τον προσδιορισμό βασικών ιόντων, όπως φωσφορικά, νιτρώδη, χλωριούχα και ιόντα αμμωνίου.



Συνολικά, δεκαπέντε (15) εκπαιδευτικά έργα υλοποιούνται σε δεκάξι (16) **σχολικές μονάδες** της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, ενώ έχουν πραγματοποιηθεί περισσότερες από εξήντα (60) αναλύσεις δειγμάτων νερού στο πλαίσιο του Δικτύου Ευρωπαϊκών Μπλε Σχολείων.

Τα έργα εντάσσονται στο τοπικό δίκτυο «Μπλε Σχολεία – BLUE25» και υλοποιούνται με τον συντονισμό της Συμβούλου Εκπαίδευσης Δρ. Μαρίας Καλαθάκη, Βιολόγου, και τη στήριξη της Περιφέρειας Κρήτης και της Ένωσης Ελλήνων Χημικών – Π.Τ. Κρήτης.

Οι δράσεις πραγματοποιούνται με τη χρήση ειδικών σετ ημιποσοτικής χημικής ανάλυσης (test kits), τα οποία αποκτήθηκαν μέσω χορηγίας του Περιφερειακού Τμήματος Κρήτης της Ένωσης Ελλήνων Χημικών.

Οι δράσεις θα συνεχιστούν έως την ολοκλήρωση του σχολικού έτους 2025–26, με στόχο την ενίσχυση του Μπλε εγγραμματισμού και την ευαισθητοποίηση των μαθητών και μαθητριών σχετικά με τη βιωσιμότητα και την προστασία των υδάτινων και θαλάσσιων οικοσυστημάτων. Παραμένετε σε σύνδεση για συνεχή ενημέρωση!

Σύνταξη:

Δρ. Κατερίνα Βαβουράκη

Χημικός – Εκπαιδευτικός

Ταμίας Δ.Ε. Ένωσης Ελλήνων Χημικών – Περιφερειακό Τμήμα Κρήτης



ΑΓΓΕΛΙΚΗ ΤΣΑΤΣΟΥ - ΔΡΙΤΣΑ (1943 - 2026)

Σπούδασε Χημικός στο ΕΚΠΑ (1965) και κατόπιν διορίστηκε στο Γενικό Χημείο του Κράτους της Πάτρας (1966). Ειδικεύτηκε στη Φυσικοχημεία στο Kent της Αγγλίας (1983). Υπηρέτησε ως επιστημονικός σύμβουλος της Μόνιμης Ελληνικής Αντιπροσωπείας στις Βρυξέλλες (1990). Αποφοίτησε από την Εθνική Σχολή Δημόσιας Διοίκησης το 1994 οπότε και διορίστηκε Διευθύντρια Περιβάλλοντος του ΓΧΚ από όπου συνταξιοδοτήθηκε το 2003. Αν και full time γιαγιά πλέον, πολιτεύτηκε το 2004 και μέχρι το 2018 εργάστηκε ως τεχνικός σύμβουλος και εκπαιδευτής σε ευρωπαϊκά projects σχετικά με το REACH, την οδηγία SEVESO. Εξέδωσε τα απομνημονεύματά της το 2019 και το 2021. Την αποχαιρετούν τα παιδιά της, τα εγγόνια της, οι πολλοί φίλοι της σε Ελλάδα και εξωτερικό. Συναντά στο επέκεινα το σύζυγό της Ιερόθεο και το γιο της, Δημήτρη.

