

Χημικά

Χρονικά

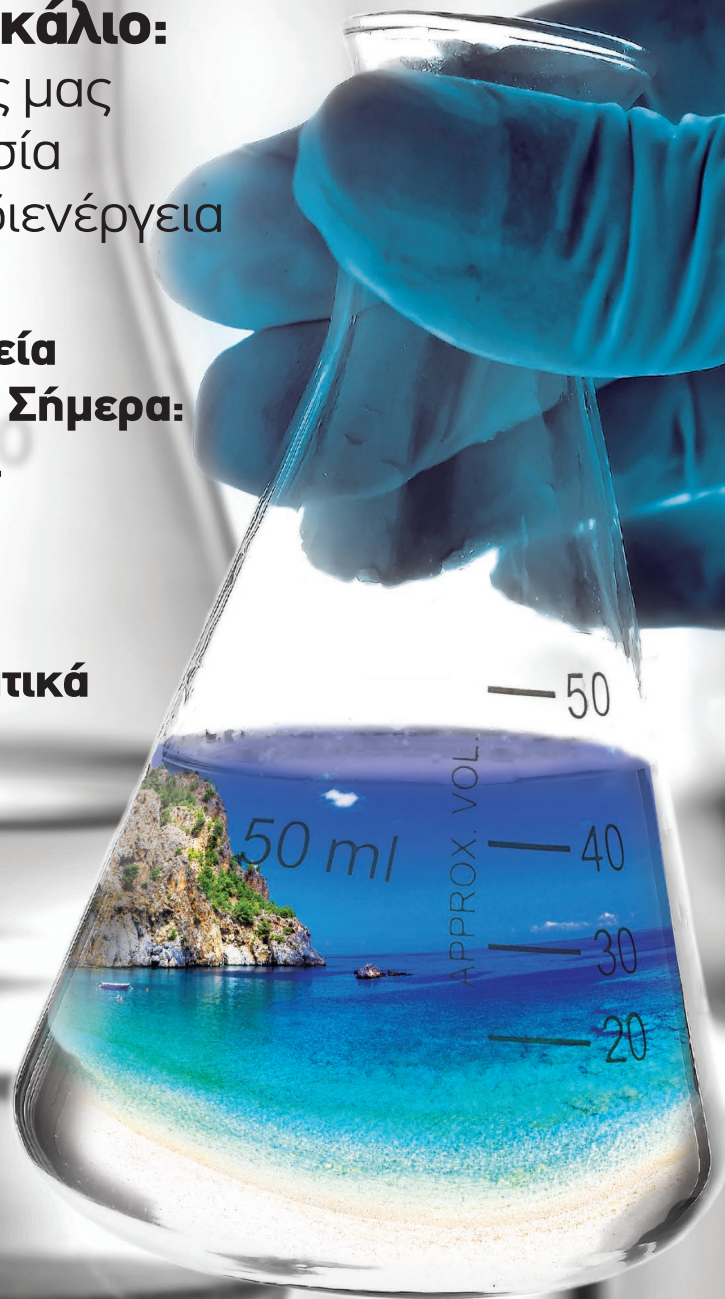
ΤΕΥΧΟΣ ΙΟΥΝΙΟΥ 2022

Ιωδιούχο κάλιο:

Ο σύμμαχος μας
στη προστασία
από την ραδιενέργεια

**Από την Χημεία
του Χθες στο Σήμερα:
Εξελίξεις και
Προοπτικές**

**Τρικυκλικά
Αντικαταθλιπτικά**



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

Πρόεδρος: Κατσογιάννης Ιωάννης

Α' Αντιπρόεδρος: Κουλός Βασίλειος

Β' Αντιπρόεδρος: Θεοδωράκης Κωνσταντίνος

Γενικός Γραμματέας: Σιταράς Ιωάννης

Ειδικός Γραμματέας: Βαφειάδης Ιωάννης

Ταμίας: Παπαδόπουλος Αθανάσιος

Μέλη: Γιαννόπουλος Παναγιώτης, Κορίλλης Αναστάσιος,

Παππάς Σεραφεΐμ, Τριανταφυλλάκης Αντρέας,

Παναγόπουλος Βασίλειος

Περιφερειακά τμήματα της Ε.Ε.Χ.

Αττικής και Κυκλάδων (Πρόεδρος: Στράτος Ασημέλλης), 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: Ταταράκη Δέσποινα), Μαιζώνος 211, Τ.Κ. 26222 Πάτρα, τηλ./fax : 2610 362460, e-mail : eexpat@eex.gr

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

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

Ηπείρου - Κερκύρας - Λευκάδας (Πρόεδρος: Υψηλάντης Κωνσταντίνος) 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: Γεμεντζής Παναγιώτης), Ε.Ε.Χ. – Π.Τ. – Α.Μ.Θ. Μάρκου Μπότσαρη 7, Τ.Κ. 68100 Αλεξανδρούπολη, τηλ./fax : 25510 81002, e-mail : ptamth.eex@gmail.com

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

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

Ιδιοκτήτης: Ένωση Ελλήνων Χημικών

Εκδότης: Ο πρόεδρος της Ε.Ε.Χ. Κατσογιάννης Ιωάννης

Αρχισυντάκτης: Καραγιάννης Μιλτιάδης

Αναπληρωτής Αρχισυντάκτης: Κιτσινέλης Σπύρος

Μέλη Συντακτικής Επιτροπής: Κατσαφούρου Αγγελική, Κούσκουρα Μαρία, Κυριακού Ηρακλής, Παναγιώτης Πάντος, Τατάρογλου Αθανάσιος, Στέλλα Χατζημιχαλίδου, Χατζημπατάκος 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.: 210 7489487

e-mail : info@adjustlane.gr

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

3 Σημείωμα του εκδότη

4 Επικαιρότητα

7 Άρθρα

26 Δελτία τύπου / Δράσεις ΕΕΧ

Αγαπητοί συνάδελφοι,

Ο Ιούνιος ήταν ένα πολύ γεμάτος μήνας για την Ένωση Ελλήνων Χημικών. Αρχικά, στις 8 Ιουνίου έλαβαν χώρα οι Πανεληθίνες Εξετάσεις Χημείας και η Ένωση Ελλήνων Χημικών, όπως κάθε χρόνο, σύστησε την επιτροπή επίλυσης θεμάτων Πανεληθινών και έδωσε έγκαιρα τις λύσεις στη δημοσιότητα ενώ βέβαια έβγαλε και το καθιερωμένο δελτίο τύπου, στο οποίο όπως κάθε χρόνο σχολιάζει τα θέματα και το βαθμό δυσκολία τους.

Στη συνέχεια, στις 25 και 26 Ιουνίου έλαβε χώρα η Συνέλευση των Αντιπροσώπων (ΣΤΑ), στην οποία, εκτός από τα καθιερωμένα θέματα, συζητήθηκε και εγκρίθηκε ο καινούργιος κανονισμός του Πανεληθινού Διαγωνισμού Χημείας, ο οποίος θα τεθεί σε ισχύ άμεσα από την τρέχουσα περίοδο. Επίσης, σε συνεργασία με το Τμήμα Χημείας ΕΚΠΑ, οι αριστούχοι του 35ου ΠΜΔΧ εκπαιδεύτηκαν και οι 4 πρωτεύσαντες εξ αυτών συμμετείχαν στη Διεθνή Ολυμπιάδα Χημείας.

Στις 25 Ιουνίου το βράδυ, έλαβε χώρα η επετειακή εκδήλωση της ΕΕΧ για τα 200 χρόνια από την Ελληνική Επανάσταση και τα 200 χρόνια χημείας στην Ελλάδα, κατά τη διάρκεια της οποίας έγινε η βράβευση των μαθητών που άριστευσαν στον 34ο ΠΜΔΧ και των μαθητών που διακρίθηκαν στην περσινή Διεθνή Ολυμπιάδα Χημείας, ενώ οι 3 ομιλητές, ο κύριος Στάθης Καλύβας, ο κύριος Αβραάμ Μαυρόπουλος και ο κύριος Γεώργιος Βλαχάκης έδωσαν εξαιρετικές ομιλίες. Ο κόσμος κατέκλυσε το μεγάλο αμφιθέατρο του Παλαιού Χημείου και η ατμόσφαιρα ήταν, ειδικά για τους παλαιότερους, ιδιαίτερα συγκινητική.

Εκτός από αυτές τις δράσεις, η ΕΕΧ εξέδωσε δελτίο τύπου για την Παγκόσμια Ημέρα Περιβάλλοντος, και έστειλε επιστολές στα αρμόδια υπουργεία για την ένταξη των σχολών περιβάλλοντος στο 4ο επιστημονικό πεδίο, για τα οργανικά κενά και τους διορισμούς των καθηγητών, όπως επίσης και για τη δημιουργία Μητρώου Μελών Επιστημονικών Φορέων, στο οποίο δεν γίνεται καμία αναφορά στα μέλη της Ένωσης Ελλήνων Χημικών, αντίθετα με άλλους επιστημονικούς φορείς και τα μέλη αυτών. Επίσης, απαντήσαμε σε πολλά ερωτήματα συναδέλφων για επαγγελματικά θέματα, αλλά και για θέματα ρύπανσης περιβάλλοντος και προστασίας των πολιτών.

Οι δράσεις αυτές συνεχίζονται και τον Ιούλιο και θα ενταθούν ξανά από Σεπτέμβριο, με σκοπό από τη μια μεριά την προώθηση των συμφερόντων των συναδέλφων και από την άλλη την εξωστρέφεια της Ένωσης Ελλήνων Χημικών και βέβαια τη σωστή λειτουργία της ως Ν.Π.Δ.Δ.

Με αυτές τις σκέψεις, σας εύχομαι καλό καλοκαίρι, με υγεία και στιγμές ξεκούρασης με τις οικογένειες και τους φίλους σας και θα επικοινωνήσουμε ξανά μέσα από το βήμα των Χημικών Χρονικών τον Σεπτέμβριο.

Με εκτίμηση

Ο Πρόεδρος της Ένωσης Ελλήνων Χημικών

Δρ Ιωάννης Κατσογιάννης

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.

Οι γυάλινοι αντιδραστήρες επηρεάζουν το πείραμα Miller-Urey;

Μετάφραση και επιμέλεια: Δρ Σπύρος Κιτσινέλης

Το 1924, ο Σοβιετικός βιοχημικός Αλεξάντρ Οπάριν και ο Βρετανός βιολόγος Τζον Χάλλντεϊν διατύπωσαν τη θεωρία ότι οι συνθήκες της νεαρής Γης θα ευνοούσαν χημικές αντιδράσεις οι οποίες θα συνέθεταν οργανικές ενώσεις από βασικά υλικά και πως η ζωή αναπτύχθηκε σταδιακά μέσω χημικής εξέλιξης οργανικών μορίων σε μία αρχέγονη σούπα. Μερικά χρόνια αργότερα, το 1952, στο Πανεπιστήμιο του Σικάγο, οι επιστήμονες Στάνλεϊ Μίλλερ και Χάρολντ Ούρι αποφάσισαν να ελέγξουν αυτή τη θεωρία και να προσομοιώσουν τις συνθήκες της νεαρής Γης στο εργαστήριο κάνοντας ένα απλό πείραμα που τελικά έγραψε επιστημονική ιστορία.

Αυτό που έκαναν ήταν να βάλουν σε σφραγισμένα και αποστειρωμένα γυάλινα δοχεία απλές χημικές ουσίες όπως νερό, μεθάνιο, αμμωνία και υδρογόνο. Πρόσθεσαν επίσης ηλεκτρόδια που δημιουργούσαν σπινθήρες για να προσομοιωθούν οι αστραπές. Με κατάλληλη θέρμανση και ψύξη ενός δοχείου με νερό δημιουργούσαν υδρατμούς, οι οποίοι μετά επέστρεφαν στην υγρή μορφή. Και έτσι απλά άφησαν το πείραμα να εξελιχθεί μόνο του. Μετά από λίγες μέρες βρήκαν ότι είχαν δημιουργηθεί οργανικές ενώσεις, αμινοξέα (που χρειάζονται για την παρασκευή πρωτεϊνών), υδατάνθρακες, λιπίδια και άλλα δομικά στοιχεία νουκλεϊκών οξέων. Σε κάποια μεταγενέστερα πειράματα προστέθηκαν ενώσεις όπως υδρόθειο και διοξείδιο του θείου (που θα υπήρχαν σε μεγάλες ποσότητες σε μια νεαρή Γη με έντονη ηφαιστειακή δραστηριότητα) και έτσι δημιουργήθηκαν ακόμη πιο πολυπλοκές ενώσεις. Μάλιστα το 2008, μια επανεξέταση των αρχικών διαλυμάτων του Μίλλερ από τα πρώτα πειράματα, έδειξε ότι τα αμινοξέα που είχαν σχηματισθεί ήταν πολλά περισσότερα από όσα είχαν βρει τότε. Μπορούμε να πούμε δηλαδή ότι τουλάχιστον οι βιοχημικές βάσεις της ζωής φτιάχνονται σχετικά εύκολα αν υπάρχουν βασικά υλικά και ενέργεια, όπως ηλεκτρισμός ή ακτινοβολίες.

Το πείραμα Miller-Urey και παρόμοιες προσομοιώσεις έχουν γενικά πραγματοποιηθεί σε βοριοπυριτικές φιάλες χρησιμοποιώντας αλκαλικά διαλύματα. Αυτό θα μπορούσε να οδηγήσει σε διάλυση μικρών ποσοτήτων διοξειδίου του πυριτίου - και ενδεχομένως να επηρεάσει τις χημικές αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα. Ο Juan Manuel García-Ruiz, από το Universidad de Granada στην Ισπανία, ο Raffaele Saladino



και ο Ernesto Di Mauro από το Πανεπιστήμιο της Tuscia στην Ιταλία και οι συνεργάτες τους, έχουν κάνει πειράματα για να διερευνήσουν την επίδραση του πυριτίου στο πείραμα Miller-Urey.

Η ομάδα πραγματοποίησε πειράματα τύπου Miller-Urey χρησιμοποιώντας αντιδραστήρες βοριοπυριτικού γυαλιού, αντιδραστήρες Teflon® ή αντιδραστήρες Teflon® που περιέχουν πρόσθετα κομμάτια βοριοπυριτικού γυαλιού, ξεκινώντας είτε από pH περίπου 11 ή ρυθμισμένο σε pH 8,7. Τα προϊόντα της αντίδρασης αναλύθηκαν χρησιμοποιώντας αέρια χρωματογραφία συζευγμένη με φασματομετρία μάζας (GC-MS).

Οι ερευνητές βρήκαν μια μεγάλη ποικιλία σχετικών προϊόντων μετά τα πειράματα, π.χ. αμινοξέα, αλκυλαμίνας, καρβοξυλικά οξέα και νουκλεοβάσεις. Πειράματα με βοριοπυριτικό γυαλί απέδωσαν πολύ μεγαλύτερη ποικιλία οργανικών ενώσεων από τα πειράματα μόνο με Teflon® και αρκετά αμινοξέα παρήχθησαν μόνο παρουσία βοριοπυριτικού. Αυτό δείχνει ότι το πυρίτιο και τα πυριτικά θα μπορούσαν να προάγουν τις συνθετικές οδούς των προβιολογικών ενώσεων. Σύμφωνα με τους ερευνητές, το γυάλινο δοχείο αντίδρασης σε πειράματα τύπου Miller-Urey θα μπορούσε, επομένως, να προσομοιώσει το ρόλο των πετρωμάτων και των ορυκτών στην πρώιμη Γη.

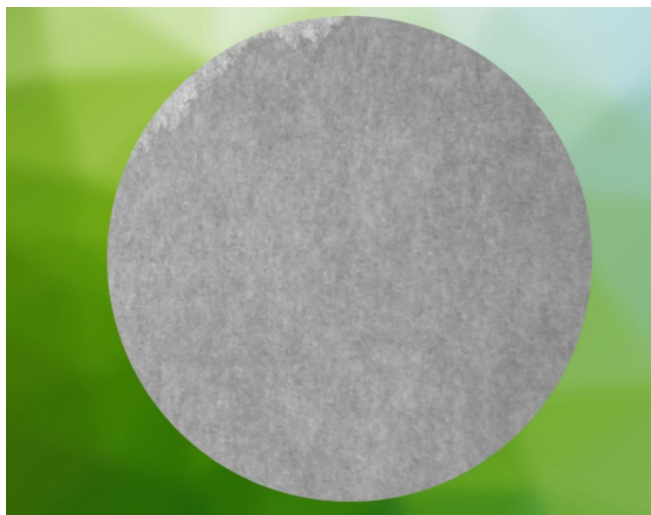
Πηγές

The role of borosilicate glass in Miller-Urey experiment, Joaquín Criado-Reyes, Bruno M. Bizzarri, Juan Manuel García-Ruiz, Raffaele Saladino, Ernesto Di Mauro, Sci. Rep. 2021. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-00235-4>
https://www.chemistryviews.org/details/news/11326590/Do_Glass_Reactors_Influence_the_MillerUrey_Experiment.html

Χιτίνη: Από τα έντομα στο τετράδιο μας

Μετάφραση και επιμέλεια: **Αθανάσιος Τατάρογλου**, Χημικός Α.Π.Θ.

Η χιτίνη είναι ένας πολυσακχαρίτης ο οποίος συναντάται στα κελύφη των εντόμων και στα κυτταρικά τοιχώματα των μυκήτων. Είναι ένα γραμμικό πολυμερές που αποτελείται από μονάδες N-ακετυλογλυκοζαμίνης. Παρά τις μεγάλες ποσότητες χιτίνης που παράγονται στη φύση, είναι μια, σε μεγάλο βαθμό, αχρησιμοποίητη πηγή βιομάζας στη βιομηχανία. Αυτό οφείλεται στη χαμηλή διαλυτότητα καθώς και στην υψηλή σιβαρότητά, γεγονός που καθιστά δύσκολη την επεξεργασία της. Ένας τρόπος για να



Πηγές

[1] https://www.chemistryviews.org/details/news/11243297/Paper_Made_from_Chitin/?utm_campaign=28580&utm_source=eloquaEmail&utm_medium=email&utm_content=20200611_Weekly_ChemistryViews.html

[2] <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acssuschemeng.0c02625>

μετατραπεί η χιτίνη σε χρήσιμα υλικά, είναι η μετατροπή της σε νανοδομές, όπως παραδείγματος χάριν οι νανοϊνες.

Ο Jun-ichi Kadokawa του Πανεπιστήμιο Kagoshima της Ιαπωνίας και οι συνεργάτες του, έχουν παρασκευάσει φύλλα χιτίνης που μοιάζουν με χαρτί, από ινώδεις νανοδομές χιτίνης. Η ομάδα χρησιμοποίησε έναν βαθέως εύτηκτο διαλύτη (DES), κατασκευασμένο από χλωριούχο 1-αιθυλ-3-μεθυλιμιδαζόλιο (AMIMCl) και θειουρία, για να διαλύσει τη χιτίνη. Στα διαλύματα που προέκυψαν προστέθηκε βενζυλαμίνη και στη συνέχεια θερμάνθηκαν στους 100°C για 24 ώρες. Έπειτα αναμίχθηκαν με μεθανόλη και υποβλήθηκαν σε υπερήχους για να ληφθούν νανοϊνες χιτίνης. Οι ίνες απομακρύνθηκαν με διήθηση και ξηράθηκαν για να δώσουν το επιθυμητό χαρτί χιτίνης.

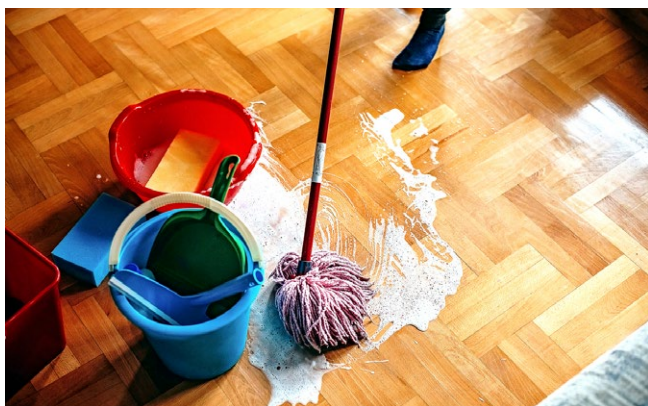
Η ομάδα διαπίστωσε ότι η χρήση μιας αναλογίας βάρους 0.1 – 0.4 των προσθέτων βενζυλαμίνης οδήγησε στην επιθυμητή δομή σαν χαρτί, ενώ μικρότερες ή μεγαλύτερες ποσότητες έδιναν σκόνες ως προϊόντα. Σύμφωνα με τους ερευνητές, η βενζυλαμίνη προκαλεί την καθίζηση της χιτίνης από το διάλυμα, ακολουθούμενη από την αυτοσυναρμολόγηση κρυστάλλινων ινώδους χιτίνης στη νανοκλίμακα, όταν προστίθεται μεθανόλη και το εναιώρημα υποβάλλεται σε υπερήχους. Οι νανοϊνες που προκύπτουν έχουν πλάτος 45 - 70 nm, όπως φαίνεται από το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης (SEM). Το χαρτί που σχηματίζεται καθώς οι νανοϊνες μηλκονται κατά το φιλτράρισμα, είναι εύκαμπτο και έχει μηχανική αντοχή συγκρίσιμη με αυτή του φίλτρου κυτταρίνης.

Το σφουγγάρισμα μπορεί να δημιουργήσει ατμοσφαιρική ρύπανση που ανταγωνίζεται τους δρόμους της πόλης

Μετάφραση και επιμέλεια: **Δρ. Χατζημητάκος Θεόδωρος**

Η καθαριότητα μπορεί να είναι μισή αρχοντιά, αλλά μια νέα μελέτη δείχνει ότι θα μπορούσε να έχει ένα απροσδόκητο μειονέκτημα: Λίγα λεπτά σφουγγαρίσματος σε εσωτερικούς χώρους με ένα καθαριστικό προϊόν με άρωμα «φρεσκάδας» μπορεί να δημιουργήσει τόσα αιωρούμενα σωματίδια όσα και από τα οχή-

ματα σε έναν πολυσύχναστο δρόμο πόλης. Το εύρημα υποδηλώνει ότι οι επαγγελματίες καθαριστές ενδέχεται να διατρέχουν κίνδυνο για επιπτώσεις στην υγεία από τη συχνή έκθεση σε αυτά τα αιωρούμενα μικροσκοπικά σωματίδια, γνωστά ως αεροζόλ. «Εμείνα έκπληκτος που το σφουγγάρισμα παρήγαγε δυνητικά



επιβλαβή αερολύματα με παρόμοιους ρυθμούς με αυτούς που παράγονται από την κυκλοφορία σε έναν πολυσύχναστο δρόμο», λέει ο Nicola Carslaw από το Πανεπιστήμιο του York που ερευνά την ατμοσφαιρική ρύπανση εσωτερικών χώρων αλλά δεν συμμετείχε στη μελέτη. «Θα πρέπει να δώσει ιδιαίτερη προσοχή σε αυτό το έγγραφο το NIOSH, το Εθνικό Ινστιτούτο για την Εργασιακή Ασφάλεια και Υγεία», προσθέτει ο Glenn Morrison, περιβαλλοντικός επιστήμονας στο Πανεπιστήμιο της Βόρειας Καρολίνας, Chapel Hill, ο οποίος επίσης δεν συμμετείχε. «Υπάρχει πολύ μεγαλύτερος σχηματισμός σωματιδίων κατά τη διάρκεια του καθαρισμού, ακόμη και υπό συνθήκες που θα θεωρούσαμε πολύ φυσιολογικές».

Ο αέρας στα σπίτια, τα σχολεία και τα γραφεία μπορεί μερικές φορές να είναι πιο βρώμικος από τον εξωτερικό αέρα, ακόμη και σε πόλεις με προβλήματα ρύπανσης. Οποιοδήποτε είδος καύσης—κεριά, θυμιάμα, τσιγάρα—είναι κακό. Οι εστίες αερίου και το μαγείρεμα των τροφίμων εκτοξεύουν επίσης ανθυγιεινά σωματίδια στον αέρα, τα οποία μπορεί να προκαλέσουν άσθμα και άλλα προβλήματα υγείας όταν εισπνέονται. Άλλες σημαντικές πηγές ρύπανσης του αέρα σε εσωτερικούς χώρους περιλαμβάνουν προϊόντα προσωπικής φροντίδας και καθαρισμού, των οποίων τα αρώματα περιέχουν πτητικές οργανικές χημικές ουσίες που αντιδρούν με το όζον στον αέρα για να σχηματίσουν μικρά σωματίδια γνωστά ως αερολύματα.

Ένα μόριο που προκαλεί ανησυχία είναι το λιμονένιο, το οποίο συνήθως προστίθεται σε καθαριστικά και γυαλιστικά επίπλων για να βοηθήσει στην απομάκρυνση του λαδιού και του λίπους. Το μόριο με άρωμα λεμονιού αντιδρά εύκολα με το όζον. Όταν το όζον φτάνει στα κτίρια, αντιδρά με το λιμονένιο και παρόμοια μόρια που ονομάζονται μονοτερπένια, μετατρέποντάς τα σε υπεροξειδία, αλκοόλες και άλλα μόρια που αναπτύσσονται σε αιωρούμενα σωματίδια. Μικρά σωματίδια μπορούν να εγκατασταθούν βαθιά στους πνεύμονες, ερεθίζοντας τα κύτταρα και —σε αρκετά υψηλή έκθεση— μπορούν να οδηγήσουν σε προβλήματα υγείας, όπως το άσθμα. Σε ευάλωτα άτομα, η ατμοσφαιρική ρύπανση από σωματίδια μπορεί να προκαλέσει καρδιακές προσβολές και εγκεφαλικά.

Προηγούμενες μελέτες είχαν δείξει ότι τα προϊόντα καθαρισμού μπορούν να δημιουργήσουν τέτοια ρύπανση. Αλλά δεν ήταν όλα αυτά τα πειράματα ρεαλιστικά ή λεπτομερή. Η νέα μελέτη σχεδιάστηκε για να αποκαλύψει, λεπτό προς λεπτό, τι συμβαίνει με τις αντιδράσεις αυτές κατά τη διάρκεια ενός τυπικού καθαρισμού

δαπέδου. Οι ερευνητές έφεραν τα εργαστηριακά τους όργανα σε ένα δωμάτιο με όγκο αέρα 50 κυβικών μέτρων. Το πρωί, σφουγγάριζαν το πάτωμα για 12 έως 14 λεπτά με ένα καθαριστικό με βάση τερπένια. Στη συνέχεια, χρησιμοποίησαν όργανα τελευταίας τεχνολογίας για να παρακολουθήσουν τα μόρια και τα σωματίδια καθώς αντιδρούσαν τα επόμενα 90 λεπτά. «Αυτή είναι η πρώτη μελέτη που εξέτασε πραγματικά ολόκληρη τη χημική διαδικασία κάτω από ρεαλιστικές συνθήκες εσωτερικού χώρου», λέει ο συν-συγγραφέας Philip Stevens, χημικός της ατμόσφαιρας στο Πανεπιστήμιο της Ιντιάνα στο Μπλουμινγκτον. Αφού οι ερευνητές συνέλεξαν δεδομένα από το δωμάτιο, υπολόγισαν πόσα σωματίδια μικρότερα από μισό μικρόμετρο θα εισπνεύσει ένας άνθρωπος εκεί κατά το σφουγγάρισμα. Χρησιμοποιώντας ένα τυπικό μοντέλο υπολογιστή, η ομάδα αναφέρει σήμερα στο Science Advances ότι ένας μέσος άνθρωπος θα αναπνέει περίπου 1 έως 10 δισεκατομμύρια νανοσωματίδια κάθε λεπτό. Αυτό ισοδυναμεί με την κυκλοφορία οχημάτων σε έναν πολυσύχναστο δρόμο σε μια τυπική πόλη των ΗΠΑ ή της Ευρώπης. Είναι επίσης περίπου το ίδιο με το μαγείρεμα με γκαζάκι ή το άναμμα ενός κεριού.

Οι ερευνητές εντόπισαν επίσης βραχύβια μόρια που ονομάζονται ρίζες, όπως το υδροξύλιο και το υδροπεροξύλιο, που είναι γνωστό ότι προκαλούν αντιδράσεις που δημιουργούν σωματίδια σε εξωτερικούς χώρους. Αλλά η νέα έρευνα δείχνει ότι μπορούν επίσης να σχηματιστούν σε εσωτερικούς χώρους, από αντιδράσεις μεταξύ μονοτερπενίων και όζοντος. «Ο ρυθμός με τον οποίο εμφανίζεται σε εσωτερικούς χώρους είναι εκπληκτικός», λέει η συν-συγγραφέας Colleen Rosales, μεταδιδάκτορας στο Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνια, Davis. Ο Carslaw προσθέτει ότι αυτό το «πραγματικό σημαντικό εύρημα» θα πρέπει να εγείρει ανησυχίες για την ποιότητα του αέρα σε εσωτερικούς χώρους.

Τι γίνεται με το άνοιγμα παραθύρων; Ο εξαερισμός στο εργαστήριο, παρόμοιος με ένα τυπικό κτίριο γραφείων, δεν ήταν αρκετά ισχυρός για να αφαιρέσει τα σωματίδια. Ο αερισμός μπορεί επίσης να είναι ένα δίκκοπο μαχαίρι, λένε οι ερευνητές. Αφαιρεί τα σωματίδια, αλλά μπορεί επίσης να φέρει το πιο επικίνδυνο όζον από εξωτερικούς χώρους. Η διατήρηση των επιπέδων του όζοντος κάτω από το ένα μέρος ανά δισεκατομμύριο —είτε μειώνοντας τον αερισμό είτε χρησιμοποιώντας φίλτρα αέρα ενεργού άνθρακα— θα βοηθούσε στη μείωση του σχηματισμού σωματιδίων, λένε οι ερευνητές. Το ίδιο ισχύει και για τον καθαρισμό το πρωί ή το βράδυ, όταν τα επίπεδα του όζοντος τείνουν να είναι χαμηλότερα, καθώς και η αποφυγή προϊόντων με λιμονένιο ή άλλα είδη τερπενίων. Τα φορητά φίλτρα αέρα μπορούν επίσης να μειώσουν τη συγκέντρωση σωματιδίων μέσα στα δωμάτια, λέει ο συν-συγγραφέας Brandon Boor, πολιτικός μηχανικός στο Πανεπιστήμιο Purdue.

Ευτυχώς, βοηθάει και ο χρόνος: Τις ώρες μετά τον καθαρισμό, τα νεοσχηματισμένα σωματίδια μεγαλώνουν σε μέγεθος και μετά εναποτίθενται σε επιφάνειες και καθίστανται αβλαβή.

Το μεγαλύτερο πρόβλημα, λέει ο Boor, είναι η έλλειψη κανονισμών για το σχεδιασμό και τη λειτουργία των κτιρίων — και τη χρήση διαφόρων κοινών χημικών ουσιών στο εσωτερικό τους — όσον αφορά την ποιότητα του αέρα. «Πρέπει να δώσουμε μεγαλύτερη προσοχή σε ό,τι συμβαίνει σε εσωτερικούς χώρους».

Πηγή

<https://www.science.org/content/article/mopping-can-create-air-pollution-rivals-city-streets>

Ιωδιούχο κάλιο:

Ο σύμμαχος μας στη προστασία από την ραδιενέργεια

Καραστάθη Ευσταθία,

φοιτήτρια Τμήματος Χημείας στο Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών ev.karastathi@gmail.com

Αλυσανδράκη Μαρία,

φοιτήτρια Τμήματος Χημείας στο Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών mariaalysandraki@gmail.com

Δρ. Μαυρομούστακος Θωμάς,

Καθηγητής Τμήματος Χημείας στο Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών tmavrom@chem.uoa.gr

Περίληψη

Απολύτως αποτελεσματικό στην προστασία από τη έκλυση ραδιενεργού ιωδίου σε πυρηνικά ατυχήματα αποδεικνύεται το Ιωδιούχο Κάλιο, γνωστό στο ευρύ κοινό και ως το «χάπι ιωδίου».

Πολυτερείς έρευνες μελέτης των επιπτώσεων του πυρηνικού ατυχήματος του Τσέρνομπιλ, έδειξαν ότι χώρες που προμήθευσαν εγκαίρως το πληθυσμό με Ιωδιούχο Κάλιο επέτυχαν σημαντικότερη προστασία σε βλάβες του θυρεοειδή σε αντίθεση με άλλες που αδράνησαν και τελικά υπέστησαν τα επόμενα χρόνια σημαντικές αυξήσεις σε ασθένειες θυρεοειδούς αλλιά ακόμα και κακοήθειες.

Η χώρα μας θα πρέπει να συντονίσει την απόκτηση αποθεμάτων Ιωδιούχου Καλίου και τους μηχανισμούς άμεσης διάθεσης στον πληθυσμό, ιδιαίτερα κατά περιόδους που υπάρχουν πόλεμοι στην ευρύτερη περιοχή όπου οι καταστροφές πυρηνικών σταθμών δεν μπορούν να αποκλειστούν.

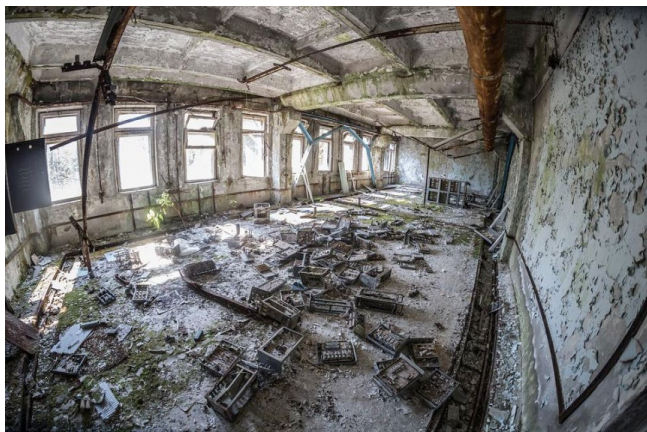
Εισαγωγή

Τα σκευάσματα ιωδιούχου καλίου έχουν πρόσφατα συγκεντρώσει σε μεγάλο βαθμό την προσοχή του κοινού, λόγω του Ουκρανικού πολέμου, φτάνοντας να εμφανίζονται με μεγάλη συχνότητα σε ειδησεογραφικά προγράμματα, περιοδικά, ακόμα και σε διαδικτυακές πλατφόρμες πώλησης. Ο φόβος των ραδιενεργών επιπτώσεων από τυχαίες ή σκόπιμες επιθέσεις στους πυρηνικούς σταθμούς της Ουκρανίας. Η χορήγηση ιωδιούχου καλίου (KI), έχει διεθνώς αναγνωριστεί ως μια από τις πλέον αποτελεσματικές μεθόδους, που εφαρμόζονται για τη μείωση του κινδύνου δυσμενών επιπτώσεων για την υγεία, σε περίπτωση απειλευθέρωσης ραδιενεργού ιωδίου(¹³¹I) στην ατμόσφαιρα.

Το ραδιενεργό Ιώδιο (¹³¹I), είναι ιδιαίτερα επιβλαβές ισότοπο με χρόνο ημίσειας ζωής 8,02 ημέρες και αποτελεί σημαντικό κίνδυνο ραδιενεργού ακτινοβολίας στα προϊόντα της πυρηνικής σχάσης¹. Ο πυρήνας του ραδιενεργού ιωδίου αποτελείται



Εικόνα 1: Πυρηνικές δοκιμές στα νησιά Μάρασα².



Εικόνα 2: Η περιοχή κοντά στον πυρηνικό αντιδραστήρα του Τσέρνομπιλ σήμερα³.

από 78 νετρόνια και 53 πρωτόνια. Εξαιτίας της διάσπασης β που το διέπει, προκαλεί μεταλλάξεις και καταστροφή στα κύτταρα², όπου διεισδύει σε απόσταση αρκετών χιλιοστών. Η ποσότητα της ραδιενέργειας, που λαμβάνει ο οργανισμός, εξαρτάται από την αρχική δόση, που θα λάβει και τον χρόνο που θα μείνει στον αδένα. Η μόλυνση γίνεται μέσω της εισπνοής και, σε μεγαλύτερο ποσοστό, μέσω της κατανάλωσης μολυσμένων τροφίμων και ιδιαίτερα μολυσμένου γάλακτος¹. Η μεταφορά των βραχύβιων ραδιενεργών νουκλεϊδίων, όπως το ραδιενεργό ιώδιο, στο γάλα, γίνεται μέσω της τροφής των βοοειδών με μολυσμένο χόρτο βοσκής⁴.

Η ανάγκη για λήψη προληπτικών μέτρων προστασίας, κυρίως όσον αφορά τον θυρεοειδή αδένα από τη ραδιενέργεια, εμποδίστηκε μετά το 1954, όταν μετά από μια δοκιμή πυρηνικής βόμβας στα νησιά Μάρασαλ² (Εικόνα 1) υπήρξε ιδιαίτερη μεγάλη αύξηση σε κρούσματα κακοηθειών. Πιο συγκεκριμένα, παρ' ότι έγινε μεταφορά των κατοίκων σε γειτονικά νησιά, οι ισχυροί και μεταβαλλόμενοι άνεμοι μετέφεραν το ραδιενεργό νέφος και σε αυτές τις νέες θέσεις, καθιστώντας τις ουσιαστικά ακατάλληλες για τη διαμονή των κατοίκων. Μέσα σε είκοσι χρόνια, ένα πολύ μεγάλο ποσοστό του τοπικού πληθυσμού είχε αναπτύξει κάποια μορφή ασθένειας του θυρεοειδούς ή ακόμη και καρκίνο. Οι γιατροί, που μελέτησαν το πρόβλημα, σύντομα συνειδητοποίησαν, ότι το ραδιενεργό ιώδιο είχε εισέλθει στα αποθέματα τροφής και νερού, που κατανάλωνε ο τοπικός πληθυσμός. Η απότομη αύξηση σε ασθένειες του θυρεοειδούς, οδήγησε στην έναρξη έρευνας για μια κατηγορία φαρμάκων, αργότερα γνωστά ως «παράγοντες αποκλεισμού του θυρεοειδούς», τα οποία στόχευαν στον αποκλεισμό της απορρόφησης ραδιενεργού ιωδίου από τον θυρεοειδή αδένα.

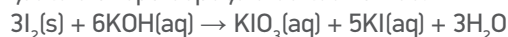
Αν και μέχρι το 1957, οι επιστήμονες είχαν ήδη καταλήξει στο συμπέρασμα, ότι το ιωδιούχο κάλιο (KI) αντιπροσώπευε έναν ιδανικό παράγοντα αποκλεισμού, χρειάστηκαν αρκετά χρόνια, μέχρι το 1982, να εγκριθεί το ιωδιούχο κάλιο από την Υπηρεσία Τροφίμων και Φαρμάκων των ΗΠΑ (FDA) για την προστασία του θυρεοειδούς αδένα από το ραδιενεργό ιώδιο, σε περιπτώσεις που αυτό απελευθερώνεται από κάποιο ατύχημα.

Πυρηνικό ατύχημα στο Τσέρνομπιλ και η ετοιμότητα της Πολωνίας

Η 26η Απριλίου του 1986 ήταν η μέρα, που θα άλλαζε για πάντα τον τρόπο με τον οποίο ο κόσμος αντιμετωπίζει την πυρηνική ενέργεια. Την ημέρα εκείνη, ένας από τους πλέον σπουδαίους και σύγχρονους πυρηνικούς αντιδραστήρες για την εποχή του στην Σοβιετική Ένωση, ο πυρηνικός σταθμός του Τσέρνομπιλ εξεργάγη (Εικόνα 2), σκορπίζοντας ραδιενεργό ιώδιο σε χιλιάδες τετραγωνικά μίλια σε όλη την Ευρώπη. Το ατύχημα αυτό θεωρείται ακόμη και σήμερα ως το πλέον τραγικό ατύχημα πυρηνικής ενέργειας σε όλη την ανθρωπότητα. Εκείνες τις κρίσιμες μέρες αποδείχθηκε η πραγματική αξία του ιωδιούχου καλίου (KI) ως παράγοντας προστασίας από την ακτινοβολία, καθώς χορηγήθηκε για πρώτη φορά σε ευρεία κλίμακα. Συγκεκριμένα, στην Πολωνία, χορηγήθηκε ιωδιούχο κάλιο σε 18 εκατομμύρια ανθρώπους μετά το ατύχημα, και μέχρι στιγμής δεν έχει παρατηρηθεί αύξηση του καρκίνου του θυρεοειδούς που σχετίζεται με το ατύχημα στο Τσέρνομπιλ¹. Αντιθέτως, τα άτομα που ζούσαν σε μολυσμένες περιοχές, όπου το KI δεν χορηγήθηκε άμεσα, όπως σε παιδιά, που εκτέθηκαν στη ραδιενέργεια σε περιοχές όπως η Λευκορωσία, το νοτιοδυτικό τμήμα της Ρωσικής Ομοσπονδίας (περιφέρεια Bryansk) και το βόρειο τμήμα της Ουκρανίας ανέπτυξαν καρκίνο του θυρεοειδούς σε επιδημικά επίπεδα⁵.

Το «χάπι ιωδίου». Σύσταση και μηχανισμός λειτουργίας. Σύσταση του φαρμάκου

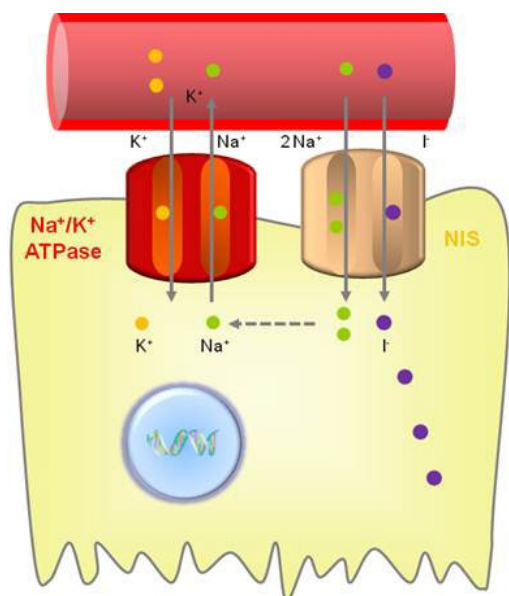
Το σκεύασμα που χορηγείται για την πρόληψη στην απορρόφηση ραδιενεργού ιωδίου από τον οργανισμό, αποτελείται κατά κύριο λόγο από ιωδιούχο κάλιο (KI). Το ιωδιούχο κάλιο παρασκευάζεται μέσω της αντίδρασης μοριακού ιωδίου με ζεστό διάλυμα υδροξειδίου του καλίου.



Χρησιμοποιείται κυρίως στη μορφή κορεσμένου διαλύματος, δηλαδή 100gr KI σε 100ml νερού, το οποίο αντιστοιχεί σε περίπου 50 mg /ανά σταγόνα. Το σκεύασμα του ιωδιούχου καλίου σήμερα συναντάται κυρίως σε μορφή δισκίων, τα οποία προτείνονται να διαλυθούν σε νερό, γάλα ή χυμό φρούτων, για να μετριαστεί η έντονη μεταλλική γεύση¹.

Μηχανισμός λειτουργίας

Ο μηχανισμός λειτουργίας βασίζεται κατά κύριο λόγο στον ίδιο τον τρόπο λειτουργίας του θυρεοειδούς αδένα. Ο θυρεοειδής διαθέτει έναν αποτελεσματικό μηχανισμό πρόσληψης και συγκέντρωσης των ιόντων ιωδίου από τον εξωκυττάριο χώρο στο θυρεοειδικό κύτταρο. Η πρόσληψη γίνεται από μια γλυκοπρωτεΐνη, τον «συμμεταφορέα Ιωδίου» (NIS: Sodium Iodide Symporter) (Εικόνα 3), ο οποίος ευθύνεται για τη μεταφορά δύο ιόντων νατρίου (Na⁺) και ενός ιόντος ιωδίου (I⁻) στο εσωτερικό των θυλακωδών κυττάρων του αδένα⁶. Το νάτριο αντλείται έξω από το κύτταρο από μια άλλη αντλία, την ΑΤΡάση νατρίου καλίου. Το αποτέλεσμα είναι η χαμηλή ενδοκυτταρική συγκέντρωση νατρίου σε σχέση με την



Εικόνα 3: Ο μηχανισμός πρόσληψης του KI επιτελείται από μια γλυκοπρωτεΐνη, τον «συμμεταφορέα Ιωδίου»(NIS)⁷.

εξωκυτταρική, η οποία διευκολύνει τη διάχυση των ιόντων νατρίου και ιωδίου στο κύτταρο. Συγκεκριμένα, διαμεμβρανική διαφορά Na^+ , προσφέρει την απαραίτητη ενέργεια ($\text{K}^+/\text{Na}^+ - \text{ATPase}$) για την ενεργητική πρόσληψη του ιωδίου⁶. Το εσωτερικό των θυρεοειδικών κυττάρων διατηρεί αρνητικό δυναμικό σε σχέση με τον εξωκυτταρικό χώρο που αντιστοιχεί σε 40-50 mV (+). Έτσι το I^- μεταφέρεται ενεργητικά μέσα στο κύτταρο ενάντια στο ηλεκτρικό δυναμικό.

Το ραδιενεργό ισότοπο του ιωδίου απορροφάται με τον ίδιο ακριβώς τρόπο από τον θυρεοειδή. Η στρατηγική του χαπιών KI είναι, ουσιαστικά, να πετύχουν τον κορεσμό αυτού του μηχανισμού με περίσσεια ιωδίου αποτρέποντας έτσι την εισχώρηση του ραδιενεργού ιωδίου στα κύτταρα.

Η χορήγηση KI αξιοποιεί και έναν ακόμη μηχανισμό που συμβάλλει στην προστασία του θυρεοειδούς, γνωστό ως φαινόμε-

νο Wolff-Chaikoff, με διακοπή σύνθεσης του ενδοθυρεοειδικού οργανικού ιωδίου (αναστολή της οργανοποίησης), ως αποτέλεσμα του κορεσμού του θυρεοειδή με ανόργανο ιώδιο⁸. Ο ακριβής μηχανισμός που είναι υπεύθυνος για το φαινόμενο Wolff-Chaikoff παραμένει άγνωστος, αλλά φαίνεται ότι εξαρτάται από τη συγκέντρωση του ενδοθυρεοειδικού ανόργανου ιωδίου, ενώ συνάμα έχει παρατηρηθεί και μείωση στη συγκέντρωση της θυρεοειδικής υπεροξειδάσης (TPO) και της παραγωγής H_2O_2 ⁸

Χρήση του «χαπιού ιωδίου»

Χορήγηση στις διάφορες πληθυσμιακές ομάδες

Τα παιδιά, οι έγκυες, οι θηλάζουσες γυναίκες και τα άτομα με ανεπάρκεια ιωδίου είναι οι πιο ευάλωτες ομάδες στις επιπτώσεις της έκθεσης σε ραδιενεργό ιώδιο², επομένως αποτελούν τα πληθυσμιακά τμήματα που θα πρέπει να έχουν προτεραιότητα κατά τη διανομή του KI. Τα παιδιά, λόγω του μικρότερου αδένα, είναι πιο επιρρεπή στην εμφάνιση καρκίνου του θυρεοειδούς⁹. Όσον αφορά τις εγκυμονούσες γυναίκες, το ιώδιο διασχίζει τον πλακούντα εύκολα, θέτοντας το έμβρυο σε κίνδυνο. Για τις θηλάζουσες μητέρες, μεγάλη ποσότητα ιωδίου συγκεντρώνεται στο μητρικό γάλα, η οποία, χωρίς τη σωστή πρόσληψη, θα μεταφερθεί τελικά στο βρέφος⁹. Τέλος, για τα άτομα με ανεπάρκεια ιωδίου, η καλύτερη προετοιμασία για ακτινολογικά επείγοντα περιστατικά είναι η διατήρηση της επάρκειας ιωδίου στο αίμα, έτσι ώστε να απορροφηθεί όσο δυνατόν λιγότερη ποσότητα του ραδιενεργού ισότοπου του από τον αδένα. Αξιοσημείωτο είναι, ότι στα άτομα ηλικίας 40 ετών και άνω, δεν έχει διακριβωθεί η σύνδεση της ακτινοβολίας με την καρκινογένεση θυρεοειδούς, οπότε για τη συγκεκριμένη ηλικιακή ομάδα είναι αμφίβολη η αναγκαιότητά του¹.

Αποτελεσματικότητα

Η αποτελεσματικότητα του χαπιού εξαρτάται απόλυτα από έναν παράγοντα, τον χρόνο πρόσληψης. Στην ώρα της κρίσης, δεν θα ήταν υπερβολή να ειπωθεί πως κάθε λεπτό είναι σημαντικό. Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 1) φαίνεται η συσχέτιση της αποτελεσματικότητας του χαπιού σε σχέση με τη χρονική στιγμή χορήγησής του².

Πίνακας 1: Η αποτελεσματικότητα σε συνάρτηση με τον χρόνο χορήγησής²

Χρόνος χορήγησής KI	Αποτελεσματικότητα
96 ώρες πριν την έκθεση σε ραδιενεργό ιώδιο	5%
72 ώρες πριν την έκθεση σε ραδιενεργό ιώδιο	32%
48 ώρες πριν την έκθεση σε ραδιενεργό ιώδιο	75%
24 ώρες πριν την έκθεση σε ραδιενεργό ιώδιο	93%
Κατά τη στιγμή της έκθεσης σε ραδιενεργό ιώδιο	99%
1-2 ώρες μετά την έκθεση σε ραδιενεργό ιώδιο	85- 90%
3-4 ώρες μετά την έκθεση σε ραδιενεργό ιώδιο	50%
8 ώρες μετά την έκθεση σε ραδιενεργό ιώδιο	40%
24 ώρες μετά την έκθεση σε ραδιενεργό ιώδιο	7%

Παρατηρείται ότι η βέλτιστη δράση του χαπιού επιτυγχάνεται στο διάστημα μεταξύ μιας μέρας πριν και μόλις μιας με δύο ώρες μετά την έκθεση ενός ατόμου στη ραδιενέργεια, ενώ με το πέρασμα των ωρών η αποτελεσματικότητα του μειώνεται δραστικά. Φαίνεται επίσης πως η χορήγηση του φαρμάκου μια μέρα μετά την έκθεση σε ακτινοβολία δεν επιφέρει πρακτικά καμία προστασία στο άτομο που το λαμβάνει. Μια από τις τραγωδίες διαχείρισης του ατυχήματος του Τσέρνομπιλ ήταν η κρίσιμη και ασυγχώρητη καθυστέρηση στη διανομή ιωδιούχου καλίου σε εκτεθειμένα παιδιά, που βρίσκονται σε άμεση γειτνίαση με το ατύχημα. Η καθυστέρηση της ανακοίνωσης του ατυχήματος για 3 ημέρες, είχε ως αποτέλεσμα να καθυστερήσει η φαρμακευτική παρέμβαση σημαντικά και πέρα από το σημείο στο οποίο θα ήταν χρήσιμη¹⁰.

Παρενέργειες

Η κατανάλωση του ΚΙ επιφέρει σε σπάνιες περιπτώσεις ελάχιστες παρενέργειες όπως ναυτία, εμετό, διάρροια, γαστραλγία και μεταλλική γεύση στο στόμα. Επιπλέον, έχει παρατηρηθεί μια αυξημένη πιθανότητα εμφάνισης θυρεοτοξίκωσης σε άτομα με υποκείμενη οζώδη βρογχοκήλη. Μια από τις πιο αυτόδηλες αποδείξεις για την ασφάλεια του φαρμάκου είναι ότι στην Πολωνία, μετά τη χορήγηση 18 εκατομμυρίων δόσεων, αναφέρθηκαν μόνο τρεις περιπτώσεις βρογχοσπασμού που υποχώρησαν αυθόρμητα¹.

Συμπληρωματικά μέτρα προστασίας

Η χορήγηση του ΚΙ δεν μπορεί να θεωρηθεί ως «πανάκεια» για τη προστασία σε περιπτώσεις απειλευθέρωσης ραδιενέργειας. Η σωστή ανταπόκριση περιλαμβάνει έναν συνδυασμό μέτρων προστασίας, που μπορούν να αποβούν σωτήρια για τον πληθυσμό που πλήττεται. Αρχικά είναι αναγκαία η εκκένωση των κοντινών περιοχών από το σημείο του ατυχήματος, καθώς και η παραμονή των κατοίκων σε κλειστούς εσωτερικούς χώρους και η προσωρινή διακοπή της εισαγωγής τροφίμων από τις μολυσμένες περιοχές¹.

Άλλα υποκατάστατα του χαπιού

Ο συγμεταφορέας ιωδίου δεν είναι εκλεκτικός μόνο στο ιώδιο, αλλά δείχνει συγγένεια για πολλά σχετικά μονοφορισμένα ανιόντα, μεταξύ των οποίων το υπερχλωρικό. Το υπερχλωρικό ιόν έχει ακόμη μεγαλύτερη συγγένεια με το ΝΙS από το

ιώδιο. Το υπερχλωρικό ιόν εκτοπίζει το ραδιενεργό ιώδιο από τη θέση του φορέα και έτσι μειώνει τη συσσώρευση ραδιενέργειας στον θυρεοειδή αδέν. Ωστόσο, δεν υπάρχουν ενδείξεις ότι το υπερχλωρικό ιόν παρεμβαίνει στην οργανοποίηση του ιωδίου μετά την ενδοκυτταρική του πρόσληψη όπως στην περίπτωση του ιωδίου με το φαινόμενο Wolff-Chaikoff. Επομένως, παρά την υψηλότερη συγγένεια με τον φορέα, το υπερχλωρικό ιόν έχει χαμηλότερη προστατευτική ισχύ⁸.

Ένα άλλο υποκατάστατο του ΚΙ είναι τα χάπια ΚΙΟ₃, τα οποία εκτελούν τη ίδια λειτουργία. Το ΚΙΟ₃ όμως δεν προτιμάται, καθώς μπορεί να δράσει ως ισχυρό ερεθιστικό για το έντερο¹¹. Επιπροσθέτως, η χρήση του δεν έχει εγκριθεί από το FDA. Υπάρχουν όμως και τροφές με μεγάλη περιεκτικότητα ιωδίου. Τα φύκια, ειδικά του είδους των *Κελπιών*, είναι η καλύτερη φυσική πηγή ιωδίου. Με συγκεντρώσεις που κυμαίνονται από 13 έως 3 mg ιωδίου/tsr, είναι ένα επιθυμητό υποκατάστατο των χαπιών ΚΙ, σε περίπτωση έλλειψής τους².

Συμπεράσματα

Με την πάροδο του χρόνου, γίνεται σαφές ότι η πυρηνική ενέργεια ενέχει άμεσους κινδύνους και σοβαρές απειλές για την ανθρωπότητα. Παρά την πρόοδο στην τεχνολογία των αντιδραστήρων, η πιθανότητα ατυχήματος παραμένει ένα τρομακτικό αλλά αληθινό ενδεχόμενο. Επομένως είναι αναγκαίο να υπάρχει η κατάλληλη ενημέρωση και τα αντίστοιχα μέτρα σε περίπτωση κρίσης. Ο μεγαλύτερος σύμμαχος σε αυτές τις περιπτώσεις φαίνεται να είναι το ιωδιούχο κάλιο, το οποίο παρέχει τη δυνατότητα προστασίας σε πολύ μεγάλο ποσοστό για τον οργανισμό, αν χορηγηθεί στα χρονικά πλαίσια που παραμένει αποτελεσματικό. Καθώς αυτά τα χρονικά πλαίσια φαίνεται να είναι ιδιαίτερα μικρά, είναι πολύ σημαντικό να υπάρχει άμεση διανομή και προσβασιμότητα στο φάρμακο για τις ευαίσθητες πληθυσμιακές ομάδες. Λαμβάνοντας όλα τα παραπάνω υπόψη, θα προτείναμε να υπάρχει ένα σταθερό απόθεμα του φαρμάκου σε κάθε φαρμακείο έπειτα από σχετικό κυβερνητικό σχεδιασμό και το οποίο σε περίπτωση ατυχήματος θα μπορέσει να διατεθεί άμεσα στον γενικό πληθυσμό. Αξιοσημείωτο είναι ότι μέχρι τώρα, στην Ελλάδα δεν κυκλοφορούν σκευάσματα ιωδίου για προφύλαξη από ραδιενέργεια, αλλά μόνο ως συμπληρώματα διατροφής με χαμηλότερη περιεκτικότητα σε ιώδιο για τα οποία ο Πανελλήνιος Φαρμακευτικός Σύλλογος προειδοποιεί ότι είναι ακατάλληλα για χρήση σε περίπτωση πυρηνικού ατυχήματος.

Βιβλιογραφία

1. Ory, C., Leboulloux, S., Salvatore, D., Le Guen, B., De Vathaire, F., Chevillard, S., @ Schlumberger, M. "Consequences of atmospheric contamination by radioiodine: The Chernobyl and Fukushima accidents." *Endocrine* 71.2 (2021): 298-309.
2. Braverman, E. R., Blum, K., Loeffke, B., Baker, R., Kreuk, F., Yang, S. P., @ Hurlley, J. R. "Managing terrorism or accidental nuclear errors, preparing for iodine-131 emergencies: a comprehensive review." *International journal of environmental research and public health* 11.4 (2014): 4158-4200
3. pixabay.com. Images. Τελευταία επίσκεψη 30/4/2022.
4. Ward, Gerald M. "Recent research involving the transfer of radionuclides to milk." *Journal of dairy science* 72.1 (1989): 284-287.
5. Ron, E., Lubin, J. H., Shore, R. E., Mabuchi, K., Modan, B., Pottner, L. M., ... @ Boice Jr, J. D "Thyroid cancer after exposure

- to external radiation: a pooled analysis of seven studies." *Radiation research* 141.3 (1995): 259-277.
6. Ravera, S., Reyna-Neyra, A., Ferrandino, G., Amzel, L. M., & Carrasco, N. "The sodium/iodide symporter (NIS): molecular physiology and preclinical and clinical applications." *Annual review of physiology* 79 (2017): 261-289.
7. Ahn, Byeong-Cheol. "Sodium iodide symporter for nuclear molecular imaging and gene therapy: from bedside to bench and back." *Theranostics* 2.4 (2012): 392.
8. Rump, A., Eder, S., Hermann, C., Lamkowski, A., Kinoshita, M., Yamamoto, T., ... & Port, M. "Modeling principles of protective thyroid blocking." *International journal of radiation biology* (2021): 1-12.
9. Dreger, Steffen, et al. "The effects of iodine blocking following nuclear accidents on thyroid cancer, hypothyroidism, and benign thyroid nodules: design of a systematic review." *Systematic reviews* 4.1 (2015): 1-7.
10. Dallas, Cham E. "Medical lessons learned from Chernobyl relative to nuclear detonations and failed nuclear reactors." *Disaster medicine and public health preparedness* 6.4 (2012): 330-334.
11. Rubery, E. D. "Practical aspects of prophylactic stable iodine usage." *Iodine prophylaxis following nuclear accidents. Proceedings of a joint WHO CEC Workshop*. 1988.

Από την Χημεία του Χθες στο Σήμερα: Εξελίξεις και Προοπτικές*

Δημήτριος Α. Κυριακίδης, Καθηγητής Βιοχημείας, Επίτιμος Διδάκτορας Ιατρικής Παν/μίου Örebro της Σουηδίας

* Η εργασία αυτή αποτελεί μέρος της ομιλίας που δόθηκε για την Ημέρα Χημείας, στις 10 Μαρτίου του 2022 στην Ένωση Ελλήνων Χημικών, που οργάνωσε ο Σύνδεσμος Συνταξιούχων Χημικών TEAX.

Περίληψη

Η χημική εξέλιξη ξεκινά με τη δημιουργία της Γης πριν από 4,6 δισεκατομμύρια χρόνια. Μετά τη μεγάλη έκρηξη του σύμπαντος, διακρίνονται τέσσερις φάσεις: η κοσμική φάση, κατά την οποία δημιουργούνται τα άτομα, η χημική φάση κατά την οποία δημιουργούνται τα μόρια, συντελείται η διαδικασία της βιογένεσης και η δημιουργία των βιομορίων με τον σχηματισμό του πρώτου κύτταρου. Η τέταρτη φάση αφορά την πολιτισμική εξέλιξη του ανθρώπου. Αναλυτικότερα τα άτομα που σχηματίζονταν, ενώνονταν μεταξύ τους για το σχηματισμό των πρώτων μορίων, διαδικασία γνωστή ως χημική εξέλιξη ή προ-βιοτική χημεία, έως τη δημιουργία αβιογενώς πολύπλοκων μορίων. Στη συνέχεια δημιουργείται το πρωταρχικό κύτταρο, τα βακτήρια, τα πρώτιστα, οι πολυκύτταροι οργανισμοί, τα φυτά και ο άνθρωπος. Κατά τη χημική εξέλιξη των βιομορίων παρατηρούμε τη σταδιακή αυτοοργάνωση των μορίων με αποτέλεσμα να σχηματίζουν ζωή, παρουσιάζοντας τη δική τους δυναμική με πολύπλοκες δομές, να προσαρμόζονται και να εξελίσσονται, να υφίστανται μετατροπές και μεταλλάξεις. Τα μεγαλομόρια σχημάτιζαν δίκτυα μετάδοσης σήματος για παραγωγή ενέργειας και καταρράκτες χημικών διεργασιών για ανοικοδόμηση ή αποικοδόμηση μορίων ή κυττάρων, ως και μηχανισμούς προστασίας για μακροζωΐα. Η συνθετική χημεία σήμερα μας έδωσε τα συνθετικά γονιδιώματα, όπως αυτό του ιού της πολιομυελίτιδας, το χρωμόσωμα III του *Saccharomyces cerevisiae* και το γονιδίωμα του *Mycoplasma capricolum* για το σχηματισμό του πρώτου συνθετικού κυττάρου, τη «*Synthia*». Η μελέτη των βιομορίων βοηθά σημαντικά στη θεραπεία πολλών ασθενειών, στην αύξηση του προσδόκιμου της ζωής του ανθρώπου, καθώς και στην ανακάλυψη νέων μεθοδολογιών και νέων υλικών για τη βελτίωση της ζωής του ανθρώπου.

Εισαγωγή

Η χημεία των βιομορίων σχετίζεται με την αυτοοργάνωσή τους και τη δημιουργία πολύπλοκων σχηματισμών ώστε να συμμετέχουν σε ποικίλες χημικές αντιδράσεις, με κύριο αποτέλεσμα σχηματισμό ζωντανών κυττάρων ή οργανισμών. Αυτή η δυναμική των βιομορίων ή των συμπλεγμάτων που σχηματίζονται, επιτρέπει την προσαρμογή τους, την τροποποίησή τους με μεταλλάξεις, την εξέλιξή τους να σχηματίζουν δίκτυα μετάδοσης σήματος για μεταβίβαση πληροφορίας ή σε μηχανισμούς παραγωγής ενέργειας. Στα τελευταία διακόσια χρόνια, η κατανόηση και η μελέτη των βιομορίων επέτρεψε ώστε να γίνουν εργαλεία της χημείας, θεραπεύοντας ασθενείς και βελτιώνοντας το προσδόκιμο και την ποιότητα της ζωής του ανθρώπου. Οι τρέχουσες μεθοδολογίες ανάλυσης και σύνθεσης DNA και πρωτεϊνών, οδήγησαν στη χημική σύνθεση DNA ή γονιδιωμάτων, με αποτέλεσμα την παραγωγή τεχνητών κυττάρων, ημισυνθετικής ζωής, στο εργαστήριο. Σημαντικά ερωτήματα έχουν τεθεί από τους αρχαίους χρόνους για το τι είναι ζωή, την αναζήτηση του μηχανισμού με τον οποίο απλά χημικά μόρια ανασυγκροτήθηκαν προς τη σύνθεση βιομορίων, και πώς όλα αυτά συνδυάστηκαν με ένα μαγικό, ασύλληπτο τρόπο ώστε να δημιουργηθεί ο πλανήτης μας, το άμεσο περιβάλλον μας, ο πρώτος οργανισμός, εμείς οι ίδιοι. Τα ερωτήματα αυτά προσπάθησαν να απαντηθούν από ανθρώπους που είχαν μελετήσει τις διάφορες θρησκείες ή από ανθρώπους με απλή λογική που δεν είναι απαραίτητο να ήταν βιοχημικοί, χημικοί, βιολόγοι ή φυσικοί. Η προσπάθεια στο άρθρο αυτό είναι να αναλυθούν πολλά από τα ερωτήματα αυτά και να συζητηθούν οι προοπτικές στα πλαίσια των γνώσεων που μας επιτρέπει σήμερα η επιστήμη.

Ως αρχή, θεωρούμε τη μεγάλη έκρηξη (*big bang*) που στη συνέχεια συνοδεύτηκε από τις αντιδράσεις των ατόμων (*κοσμογένεση*), τις αντιδράσεις των μορίων (*χημιογένεση*), την δημιουργία των πρώτων κυττάρων και οργανισμών (*βιογένεση*) και τέλος συμβίωση όλων αυτών (*κοινωνιογένεση*).

Οι ερευνητές έχουν κατατάξει τα στοιχεία της φύσης στο περιοδικό σύστημα των στοιχείων προσπαθώντας να γίνει κατανοητή η δομή και οι ιδιότητες της μικρότερης μονάδας της ύλης. Το περιοδικό σύστημα των στοιχείων έγινε με βάση την υπόθεση της ατομικής θεωρίας του Dalton, η οποία αργότερα πιστοποιήθηκε και αποσαφηνίστηκε από την κβαντική θεωρία. Στη βιολογία, βασικά φαινόμενα και σχηματισμοί των απλών κυττάρων ή των πολύπλοκων μηχανισμών περιγράφηκαν αργότερα, αναλύθηκαν και ταξινομήθηκαν. Η θεωρία της εξέλιξης και η θεωρία της προέλευσης των κυττάρων, που επιβεβαιώθηκαν πειραματικά, παρέχουν σαφείς εξηγήσεις σχετικά με τη δομή, λειτουργία και το κέντρο πληροφοριών των κυττάρων. Σήμερα, που έχουμε στα χέρια μας την τεράστια πληροφορία αποκρυπτογράφησης του DNA πολλών μικροοργανισμών και του ανθρώπου ή όπως απλά αναφέρονται ως τα «βιβλία της ζωής», όλα τα παραπάνω ερωτήματα αποκτούν περισσότερο ενδιαφέρον μιας και μπορούν να δίδονται επιστημονικές απαντήσεις καθώς διαβάζονται και κατανοούνται όλο και καλύτερα αυτά τα βιβλία της ζωής μας.

1. Αυτοοργάνωση βιομορίων και ζωή

Η χημική εξέλιξη ξεκινά με τη δημιουργία της Γης πριν από 4,6 δισεκατομμύρια χρόνια. Τα άτομα που σχηματίζονταν ενώνονταν μεταξύ τους για τον σχηματισμό των πρώτων μορίων, διαδικασία γνωστή ως χημική εξέλιξη ή διαδικασία προ-βιοτικής χημείας, έως τη δημιουργία αβιογενώς πολύπλοκων μορίων. Στη συνέχεια δημιουργείται το πρωταρχικό κύτταρο, τα βακτήρια, τα πρώτιστα, οι πολυκύτταροι οργανισμοί, τα φυτά και ο άνθρωπος.

Με τον όρο ζωή, σύμφωνα με τον **Manfred Eigen**, εννοούμε τη δυναμική κατάσταση της ύλης που είναι οργανωμένη από πληροφορία και εξελίσσεται με βάση το μηχανισμό της φυσικής επιλογής. Ξέρουμε σήμερα ότι όλοι οι ζώντες οργανισμοί περιέχουν DNA μέσα τους, από το οποίο προέρχονται όλες οι πληροφορίες και καθώς έχουμε τα διάφορα είδη προσπαθούμε να δούμε πώς εξελιχθήκαν αυτά με βάση τον μηχανισμό της φυσικής επιλογής.

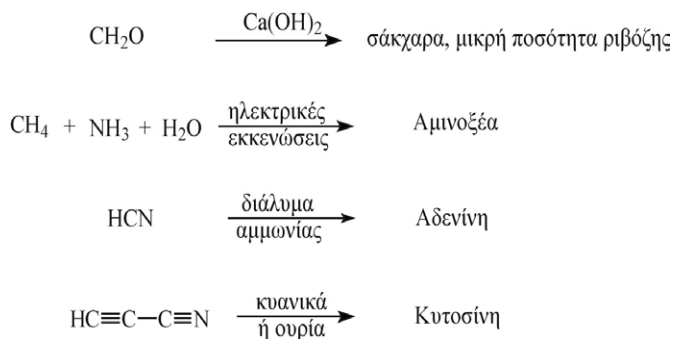
Ο **Alexander Ivanovich Oparin**, το 1920, δημοσιεύει ότι τα πρώτα μόρια που έχουν σχηματιστεί αβιογενώς, θα πρέπει να έχουν γίνει σε μία μεγάλη χρονική περίοδο. Θεωρείται αυτή η περίοδος ότι ήταν πολλών εκατομμυρίων ετών και καθόρισε ποια είναι αυτά τα απλά μόρια εξηγώντας πώς με απλά πειράματα αυτά τα μόρια, κάτω από τις ίδιες συνθήκες που επικρατούσαν τότε, σε συνθήκες προσομοίωσης, θα μπορούσαν να παραχθούν στο εργαστήριο. Ο **John Scott Haldane**, το 1929, πρότεινε ότι πράγματι δεν μπορούμε να έχουμε ένα οργανωμένο κύτταρο, έναν οργανισμό, αν πριν από πολλά χρόνια δεν έχουν φτιαχτεί τα πρώτα βιομόρια με χημική εξέλιξη. Σήμερα

ΕΞΕΛΙΞΗ ≡ Διαδικασία 13,5 δισεκατομμυρίων χρόνων

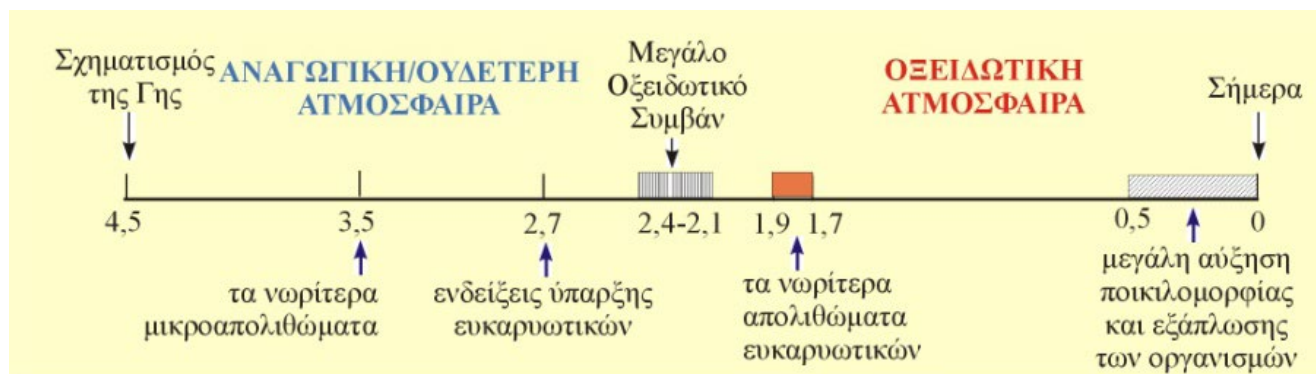


υπάρχουν τρεις τουλάχιστον θεωρίες για το πώς προήλθε η ζωή: α) Η θεωρία της προβιοτικής σούπας που θεωρεί πως σε μεγάλες λεκάνες ή λίμνες, συσσωρεύτηκαν υλικά και συμπυκνώθηκαν μετά από ακτινοβολία και υψηλές θερμοκρασίες τότε που η πρωταρχική μας ατμόσφαιρα ήταν αναγωγική με μεθάνιο, υδροθείο, αμμωνία, μονοξείδιο, διοξείδιο του άνθρακος κ.α. Άρα, όταν αυτά τα μόρια βρεθούν σε μια τέτοια σούπα, μπορούσαν να γίνουν οι πρώτες αντιδράσεις, να σχηματιστεί το πρώτο κύτταρο. Το 1953 έγιναν τα πρωταρχικά πειράματα προσομοίωσης από τον **Harold Clayton Urey**, και τον μαθητή του τον **Stanley Lloyd Miller**, με σκοπό να δουν πώς μπορεί να προκύπτουν τα πρώτα μόρια, τα πρώτα βιογενή μόρια. Οι ερευνητές αυτοί μιμούμενοι τις τότε συνθήκες σε μια κυκλική συσκευή, που περιείχε υδροθείο, νερό, αμμωνία, μεθάνιο και διάφορα άλλα αέρια, με εκρήξεις και εκκενώσεις σε θερμοκρασία 350-400° C, είδαν να σχηματίζεται μικρή ποσότητα σακχάρων, αμινοξέων, αδενίνης, κυτοσίνης, διαμινοπουρίνης, γουανίνης, κλπ. πρόδρομες ενώσεις δηλαδή για το σχηματισμό του DNA, RNA και πρωτεϊνών.

Κατά τη δημιουργία των ζωντανών συστημάτων εξελίχθηκε ο γενετικός κώδικας και ο καθοδηγούμενος από αυτόν μηχανισμός της πρωτεϊνικής σύνθεσης. Το σύστημα αυτό είχε όλες τις απαραίτητες προϋποθέσεις που απαιτούνται για να δώσει τον κοινό πρόγονο όλων των ζωντανών οργανισμών το «πρωτοκύτταρο» ή **LUCA** (*Last Universal Common Ancestor*). Συνεπώς, το πρωτοκύτταρο σχηματίστηκε αβιογενώς, με χη-



Προβιοτικός σχηματισμός οργανικών ενώσεων που αποτελούν δομικές μονάδες για τη δημιουργία ζωής.



Σημαντικές ημερομηνίες κατά την εξέλιξη των γεγονότων στη Γη. Οι αριθμοί αναφέρονται σε δισεκατομμύρια χρόνια.

μική εξέλιξη, με αυτοοργάνωση των βιολογικών μακρομορίων, με προ-βιομεμβράνες, πρωτεοϊδή, προβιοτικό γενετικό υλικό (RNA, DNA), με βάση τον γενετικό κώδικα με κάποιο είδος πρωταρχικού μεταβολισμού. Μετά τη δημιουργία του πρωταρχικού κυττάρου, σχηματίζονται τα βακτήρια, τα πρώτιστα, οι πολυκυττάριοι οργανισμοί, τα φυτά και ο άνθρωπος.

2. Δυναμική των Βιομορίων

Μετά τη χημική εξέλιξη των βιομορίων γίνεται η σταδιακή αυτό-οργάνωση των μορίων, παρουσιάζουν τη δική τους δυναμική με πολύπλοκες δομές, προσαρμόζονται και εξελίσσονται, δηλαδή υφίστανται τέτοιες μετατροπές ώστε να σχηματίζεται ζωή. Ας σημειωθεί, ότι τα σημαντικότερα μεγάλα μόρια σε όλους τους ζωντανούς οργανισμούς, από τα βακτήρια μέχρι τον άνθρωπο, εντάσσονται σε τέσσερις κύριες κατηγορίες (υδατάνθρακες, λιπίδια, πρωτεΐνες και νουκλεϊνικά οξέα). Οι τρεις από τις τέσσερις κατηγορίες (υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, νουκλεϊνικά οξέα) αποτελούν μόρια με πολύ μεγάλο μέγεθος και γι' αυτό ονομάζονται μακρομόρια. Αν αναλογιστούμε το μέγεθος και την πολυπλοκότητα των μακρομορίων, είναι πράγματι αξιοθαύμαστο το ότι οι βιοχημικοί έχουν καταφέρει να προσδιορίσουν με κάθε λεπτομέρεια τη δομή πολλών πρωτεϊνών που μας βοηθάει να εξηγήσουμε τον τρόπο λειτουργίας τους. Μερικές πρωτεΐνες επιταχύνουν τις χημικές αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα στους οργανισμούς, ενώ άλλες έχουν δομική ή υποστηρικτική λειτουργία, όπως στην αποθήκευση, τη μεταφορά, την επικοινωνία μεταξύ κυττάρων, την κίνηση ή την άμυνα έναντι ξένων ουσιών. Υπάρχουν πέντε επίπεδα οργάνωσης της δομής των πρωτεϊνών. Οι δύο τύποι νουκλεϊκών οξέων, το δεοξυριβονουκλεϊκό οξύ (DNA) και το ριβονουκλεϊκό οξύ (RNA), επιτρέπουν στους οργανισμούς να αναπαράγουν τα πολύπλοκα συστατικά τους από γενεά σε γενεά. Το DNA είναι το μόνο απ' όλα τα βιολογικά είδη μορίων που περιέχει οδηγίες για την αντιγραφή του εαυτού του. Επιπλέον, το DNA κατευθύνει τη σύνθεση του RNA και, μέσω του RNA, ελέγχει τη σύνθεση των πρωτεϊνών.

Η χρωματίνη αποτελεί το καλύτερο παράδειγμα υψηλού επιπέδου οργάνωσης του DNA, σχηματίζοντας τα νουκλεοσωμάτια που το καθένα αποτελείται από περίπου 146 ζεύγη

βάσεων DNA τυλιγμένου σε 1,67 αριστερόστροφες υπερελιγμένες συστροφές γύρω από το οκταμερές των ιστονών, το οποίο αποτελείται από 2 αντίγραφα από τις πυρηνικές ιστόνες H2A, H2B, H3 και H4. Τα νουκλεοσωμάτια παρατηρούνται όταν η χρωματίνη βρίσκεται στη μεσόφαση και υποβάλλεται σε επεξεργασία ώστε μερικώς να ξεδιπλωθεί. Η προκύπτουσα εικόνα, σε ένα ηλεκτρονικό μικροσκόπιο, είναι σαν «χάντρες σε μια χορδή». Η χορδή είναι το DNA, ενώ κάθε χάντρα στο νουκλεόσωμα είναι ένα πυρηνικό σωματίδιο. Η οργάνωση του DNA που επιτυγχάνεται από το νουκλεόσωμα δεν μπορεί να εξηγήσει πλήρως τη δομή του DNA που παρατηρείται στον κυτταρικό πυρήνα. Απαιτείται περαιτέρω συμπίκνωση της χρωματίνης στον πυρήνα του κυττάρου, αλλά η διαδικασία αυτή δεν είναι ακόμη καλά κατανοητή. Η δυναμική του νουκλεοσώματος είναι ένα πολύ σταθερό σύμπλοκο DNA-πρωτεΐνης, το οποίο δεν είναι στατικό και έχει αποδειχθεί ότι υφίσταται έναν αριθμό διαφορετικών δομικών αναδιατάξεων, συμπεριλαμβανομένης της ολίσθησης και της έκθεσης θέσεων DNA. Ανάλογα με το πλαίσιο, τα νουκλεοσωμάτια μπορούν να αναστέλλουν ή να διευκολύνουν τη σύνθεση του μεταγραφικού παράγοντα για τον σχηματισμό των RNA μορίων.

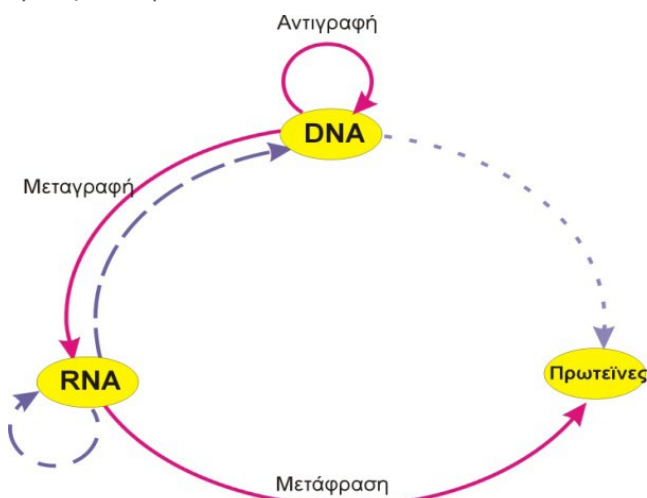
3. Προσαρμογή και Εξέλιξη

Η προσαρμογή είναι η σταδιακή μεταβλητότητα ως απόκριση στις αλλαγές του περιβάλλοντος. Πρόκειται για θεμελιώδη διεργασία εξέλιξης και ρυθμίζεται από την κληρονομικότητα του οργανισμού, τη διατροφή και εξωτερικούς παράγοντες. Με δεδομένη την κεντρική θεμελιώδη αρχή της βιολογίας, ότι όλοι οι οργανισμοί έχουν προέλθει ξεκινώντας από τον κοινό πρόγονο μέσω της διαδικασίας της εξέλιξης, δείχνει πως οι οργανισμοί εμφανίζουν εντυπωσιακές ομοιότητες σε μονάδες και διαδικασίες. Ο **Charles Robert Darwin** καθιέρωσε την εξέλιξη σαν μια βιώσιμη θεωρία διευκρινίζοντας το βασικό της θεμέλιο, την φυσική επιλογή. Ο **Alfred Russel Wallace** αναγνωρίζεται επίσης ως συνεπικουρος στην ανακάλυψη της ιδέας αυτής. Η Γενετική μετατόπισε, με τη σειρά της, αντιμετωπίστηκε ως ένας επιπρόσθετος μηχανισμός στην αποκαλούμενη σύγχρονη σύνθεση. Η εξελικτική ιστορία των ειδών, η οποία ονομάζεται φυλογονία, αναφέρει

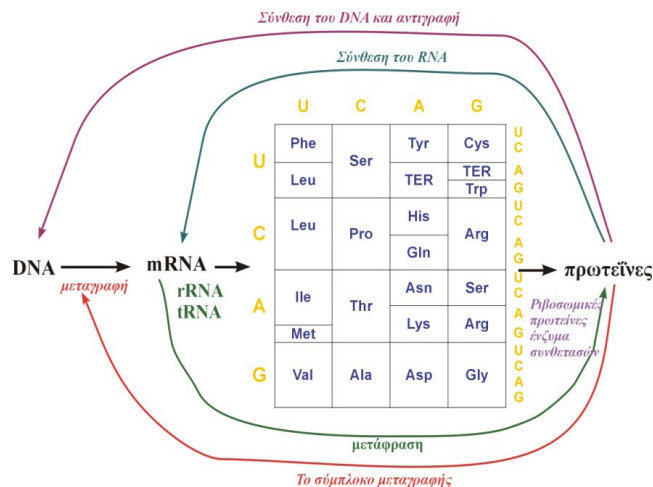
τα χαρακτηριστικά από τα οποία προήλθαν τα διάφορα είδη με τη γενεαλογική τους σχέση, σχηματίζοντας τα φυλογενετικά δένδρα ή τις ταξινομικές κλίμακες των ειδών.

4. Καθολικότητα και χημεία του κεντρικού δόγματος της βιολογίας και του γενετικού κώδικα

Η αποκρυπτογράφηση του γενετικού κώδικα θεωρείται ως μια από τις πιο σημαντικές επιστημονικές ανακαλύψεις του 20^{ου} αιώνα. Το 1958, ο **Francis Harry Compton Crick** διατύπωσε το κεντρικό δόγμα της μοριακής βιολογίας: η ροή της πληροφορίας μεταφέρεται από το DNA στο RNA και τέλος στην πρωτεΐνη. Όμως, το ερώτημα παρέμενε: πώς το αλφάβητο των τεσσάρων-γραμμάτων των νουκλεοτιδίων του DNA (A, C, T, G) ή το αντίστοιχο του RNA (A, C, U, G) κωδικοποιούσε το αλφάβητο είκοσι-γραμμάτων των αμινοξέων που απαρτίζουν τις πρωτεΐνες; Ποιός ήταν ο γενετικός κώδικας; Το 1961, οι **Marshall Warren Nirenberg** και **J. Heinrich Matthaei** αποκρυπτογράφησαν το πρώτο γράμμα του κώδικα, αποκαλύπτοντας ότι η αλληλουχία UUU του RNA κωδικοποιεί το αμινοξύ φαινυλαλανίνη. Ακολούθως, ο Har Gobind Khorana έδειξε ότι η επαναλαμβανόμενη νουκλεοτιδική αλληλουχία UCUCUCUCUC κωδικοποιεί μία εναλλασσόμενη σειρά αμινοξέων, σερίνη-θρεονίνη-σερίνη-θρεονίνη. Μέχρι το 1965, κυρίως χάρis στο έργο των Νίρενμπεργκ και Κοράνα, ο γενετικός κώδικας είχε αποκρυπτογραφηθεί πλήρως. Η αποκρυπτογράφηση αποκάλυψε ότι κάθε ομάδα τριών νουκλεοτιδίων (γνωστά και ως κωδικόνια) κωδικοποιούν ένα συγκεκριμένο αμινοξύ, και ότι η σειρά των κωδικονίων καθορίζει την αλληλουχία των αμινοξέων στις τελικές πρωτεΐνες και, συνεπώς, τις χημικές και βιολογικές ιδιότητες τους. Επομένως ο γενετικός κώδικας αφορά έναν τρόπο αντιστοίχισης της γενετικής πληροφορίας που είναι αποθηκευμένη στην αλληλουχία των βάσεων του DNA (ή στο RNA που μεταγράφεται από αυτό) στην αλληλουχία των αμινοξέων στις πρωτεΐνες (τρεις βάσεις του DNA ή RNA αντιστοιχούν σε ένα αμινοξύ της πρωτεΐνης).



Το κεντρικό δόγμα της μοριακής γενετικής



Η ροή των γενετικών πληροφοριών από το DNA στο RNA και τις πρωτεΐνες

Με αυτή την αντιστοίχιση μπορούμε να πούμε πως η πληροφορία που υπάρχει στο γενετικό μας υλικό, που είναι το DNA, μπορεί να εκφραστεί σε συγκεκριμένης αλληλουχίας πρωτεΐνη. Το ερώτημα που τίθεται είναι εάν μέσω των πληροφοριών που έχουμε σήμερα για τον γενετικό κώδικα μπορούν να βγουν συμπεράσματα ώστε να μας βοηθήσουν να κατανοήσουμε καλύτερα την προέλευσή του κατά την εξέλιξη. Η σύνθεση των πρωτεϊνών γίνεται με τον ίδιο τρόπο σε όλα τα έμβια όντα, δηλαδή ο γενετικός κώδικας φέρει καθολικό χαρακτήρα για τη ροή των γενετικών πληροφοριών από το DNA σε πρωτεΐνες σε όλους τους οργανισμούς. Πιθανολογείται ότι ο γενετικός κώδικας πρωτοεμφανίστηκε με μια πρωτόγονη μορφή, στην οποία χρησιμοποιούνταν ένας μικρός αριθμός κωδικονίων που αντιστοιχούσε σε ελάχιστα τότε αμινοξέα. Πιθανότατα ένα κωδικόνιο να αντιστοιχούσε σε μια ομάδα αμινοξέων. Κωδικόνια και αμινοξέα με πιο ειδική σημασία και νόημα που γνωρίζουμε σήμερα, μπορεί να προστέθηκαν μεταγενέστερα. Πιο συγκεκριμένα, αρχικά ήταν πιθανόν να χρησιμοποιούνταν μόνο οι δυο από τις τρεις βάσεις που υπάρχουν σε ένα κωδικόνιο. Η διάκριση στην τρίτη βάση ίσως παρουσιάστηκε αργότερα για αυτό και αντιστοιχούν περισσότερες από μια τριάδες βάσεων σε ένα αμινοξύ και αυτό το ονομάζουμε σήμερα εκφύλιση του γενετικού κώδικα. Αυτό σημαίνει ότι ο γενετικός κώδικας επιτρέπει στους οργανισμούς να ενσωματώνουν το σωστό αμινοξύ στην διάρκεια παραγωγής της πρωτεΐνης, ακόμη και αν συμβούν μεταλλάξεις στο γονίδιο που την κωδικοποιεί. Συνεπώς, ο γενετικός κώδικας παγιώθηκε και χαρακτηρίζεται εκφυλισμένος. Αυτή η εκφύλιση του δικαιολογείται από το γεγονός ότι αν οι εξελικτικές ανακατατάξεις στους οργανισμούς γίνουν πιο περίπλοκες, οποιαδήποτε αλλαγή στα κωδικόνια που θα μπορούσε να καταστρέψει, με την εισαγωγή μη αποδεκτών αμινοξέων, τη λειτουργικότητα των πρωτεϊνών και κατ'έκταση των κυττάρων και των οργανισμών, οι μικρές αυτές αλλαγές στο DNA, δεν θα μεταφέρονταν στις πρωτεΐνες.

5. Μακροζωία και Ευζωία

Πώς μπορούμε να δραπετεύσουμε από τη γήρανση και τον θάνατο; Ίσως αυτό το ερώτημα να αποτελεί τη μεγαλύτερη πρόκληση για τον άνθρωπο. Η βιοχημεία της γήρανσης είναι αναμφισβήτητα ένα μυστήριο και συνιστά σήμερα ένα ευρύ πεδίο έρευνας. Τι γίνεται με τη μακροζωία ή καλύτερα με την παράταση της ζωής; Πώς αντιμετώπισαν οι άνθρωποι αυτό το θέμα μέχρι τώρα και πώς σήμερα; Πώς επιδιώκουν την αναζωογόνηση και την παράταση της νεότητας; Η σύγχρονη προσέγγιση αντιγήρανσης περιστρέφεται γύρω από διάφορες χημικές ενώσεις, όπως τα οιστρογόνα, η τεστοστερόνη, η αυξητική ορμόνη, οι βιταμίνες και τα συμπληρώματα διατροφής με βάση τα βότανα. Τα επίπεδα πολλών ορμονών μειώνονται με την πάροδο της ηλικίας.

Σήμερα, στόχος της ιατρικής είναι η αποκατάσταση του δικτύου επιδιόρθωσης, ενώ κάποιοι επιστήμονες θεωρούν ότι οι ορμονικοί παράγοντες βοηθούν τα συστήματα συντήρησης και επιδιόρθωσης των φυσιολογικών διεργασιών των κυττάρων. Αυτές οι ουσίες χορηγούνται για να υποβοηθήσουν τη βέλτιστη λειτουργία του οργανισμού. Για παράδειγμα, η αποκατάσταση του αντιοξειδωτικού περιβάλλοντος θεωρείται ότι βοηθά στη διαχείριση βλαβών από οξειδωτικό στρες. Η ορμονική θεραπεία απευθύνεται σε άτομα στα οποία τα επίπεδα των ορμονών έχουν πέσει κάτω από το 50% των αναμενόμενων, στην ηλικία των 25-30 χρόνων. Τα παραδείγματα είναι πολλά. Η θεραπεία με αυξητική ορμόνη οδηγεί σε μείωση του κοιλιακού λίπους και αύξηση της μυϊκής μάζας, μείωση της αρτηριακής πίεσης, αύξηση της υψηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνης και μείωση της χαμηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνης. Η ανοχή της ινσουλίνης και της γλυκόζης, συνήθως, βελτιώνεται και πιθανόν να προλαμβάνονται οι στεφανιαίες νόσοι των αρτηριών και ο διαβήτης. Σήμερα, πολλές χημικές ενώσεις χρησιμοποιούνται ενάντια στην γήρανση όπως οι αντιοξειδωτικές ουσίες: Βιταμίνες E, C, A, B6, B12, λυκοπένιο-καροτενοειδή, α-λιποϊκό οξύ, σεληνίο ή άλλα ιχνοστοιχεία, ρεσβερατρόλη (κρασί). Επίσης χρησιμοποιούνται διάφορες ορμόνες: Αυξητική ορμόνη, μελατονίνη, δεϋδροεπιανδροστερόνη, πρεγνενολόνη, τεστοστερόνη, οιστρογόνα-προγεστερόνη και διάφορες άλλες ουσίες (ακετυλο-καρνιτίνη, συνένζυμο Q10 ή Q ή ουβικινόνη, κυστεΐνη-προκυστεΐνη, NADH, πικοληνικό οξύ και βασιλικός πολτός).

Επομένως, ο πιθανότερος δρόμος για την αθανασία είναι η δημιουργία εξελιγμένων ενδιάμεσων εγκεφάλων-υπολογιστών που θα συνδέουν τον εγκέφαλο στο σύνολό του με ένα σύστημα εκμετάλλευσης. Υπολογίζεται πως ως το 2050, το σύστημα θα έχει εξελιχθεί τόσο που θα μπορούμε να καθόμαστε σπίτι μας αληθιοεπιδρώντας με το περιβάλλον μας μέσω τηλεκατευθυνόμενων ανδροειδών. Τα ανδροειδή ή ντρόιντ ή ακόμα και ρομπότ, είναι μηχανικά όντα που κατέχουν τεχνητή νοημοσύνη. Αντίθετα με τους ζωντανούς οργανισμούς, που έχουν γεννηθεί και θεραπεύονται αργά, τα ντρόιντ κατασκευάζονται και μπορούν εύκολα να επισκευαστούν. Τα περισσότερα ανδροειδή έχουν μια μορφή αυτογνωσίας και μερικά έχουν συναισθήματα όπως ο φόβος για την επιβίωση τους.

Πολύ πριν μπορέσουμε να επιδιορθώσουμε τα σώματά μας και να τα ξανακάνουμε και πάλι νεανικά, θα είμαστε ήδη ικανοί να εμφυτεύουμε χειρουργικά μικροσκοπικά, που είναι ενδιάμεσοι εγκεφαλο-υπολογιστές ικανοί να διευκολύνουν τη λειτουργία μηχανικών προσθετικών μελών ή υπολογιστών παράλυτων ή ακρωτηριασμένων ατόμων. Προς το παρόν, πάντως, οι τεχνολογικές δυνατότητες περιορίζονται στην ερμηνεία των σημάτων που προέρχονται από ένα σημείο του εγκεφάλου, όπως ο κινητικός φλοιός, ή στερούνται πλήρως αμφισημίας, όπως στις διαφορές εγκεφαλικής δραστηριότητας όταν σκεφτόμαστε «ναι» ή «όχι». Συνεπώς, οι ενδιάμεσοι εγκεφαλο-υπολογιστές θα είναι ικανοί να μεταφράσουν το σχήμα ενεργοποίησης των απαραίτητων νευρώνων, για να γράψουμε στίχους στα ελληνικά δεν είναι για το άμεσο μέλλον, αλλά λαμβάνοντας υπόψη την πρόοδο των 20 τελευταίων χρόνων στον τομέα, οι προβλέψεις αυτές δεν μοιάζουν παράλογες.

Έχει σχέση η γήρανση με τον καρκίνο; Ο καρκίνος προκαλείται από διαταραχές γονιδίων που φυσιολογικά ελέγχουν την διαίρεση και το θάνατο των κυττάρων. Ο τρόπος που ένα κύτταρο μετατρέπεται σε καρκινικό δεν έχει απόλυτα διευκρινισθεί. Από κύτταρα με γενετική προδιάθεση, όπου αρκεί η έκθεση τους σε επιβλαβητικούς παράγοντες, όπως διάφορες χημικές ουσίες ή ακτινοβολίες. Διάφοροι περιβαλλοντολογικοί παράγοντες και ο τρόπος ζωής προκαλούν διαταραχές γονιδίων (π.χ. αρωματικοί πολυκυκλικοί υδρογονάνθρακες, κάπνισμα). Με άλλα λόγια, τα διαδοχικά καρκινικά στάδια που απαιτούνται για την νεοπλασματική τροποποίηση των υγιών ιστών αναπτύσσονται σε αρκετά χρόνια, οπότε ο καρκίνος είναι πιο πιθανότερο να είναι εμφανής σε μεγαλύτερες ηλικίες.

6. Δίκτυα μετάδοσης σήματος (ενέργειας και πληροφορίας)

Όλες οι φυσιολογικές λειτουργίες έχουν υποκείμενες φυσικές και χημικές βάσεις, μηχανισμούς ρύθμισης και ελέγχου που είναι απαραίτητοι για τη διατήρηση της ζωής. Μια απόκριση μπορεί να είναι, η συρρίκνωση ενός μονοκύτταρου οργανισμού λόγω χημικών ουσιών εξωτερικά, οι περίπλοκες αντιδράσεις που εμπλέκονται στην αισθαντικότητα των πολυκύτταρων οργανισμών. Η απόκριση συχνά εκδηλώνεται με κίνηση, όπως τα φύλλα ενός φυτού που στρέφεται προς τον ήλιο (φωτοτροπισμός) και ο χημειοτακτισμός.

Η εμφάνιση βιοσυνθετικών μονοπατιών επέτρεψε στους πρωτόγονους οργανισμούς να γίνουν λιγότερο εξαρτώμενοι από εξωγενείς πηγές ενώσεων, όπως αμινοξέα, οι οποίες ήταν συσσωρευμένες στο πρωτόγονο περιβάλλον σαν αποτέλεσμα προβιοτικών συνθέσεων. Όσον αφορά το ποια μεταβολική οδός πρωτοεμφανίστηκε και ενσωματώθηκε στον πρώιμο μεταβολισμό υπάρχουν ποικίλες υποθέσεις. Υπάρχουν μοριακά κατάλοιπα που τα μελετάμε σήμερα και αποτελούν εκπληκτικές μαρτυρίες για την εξέλιξη που έχει συντελεστεί. Τα συστήματα για παράδειγμα του ενός, δύο ή και τριών συστατικών απαντώνται κυρίως στα βακτήρια, τα αρχαία αλλά και σε ευκαρυωτικούς οργανισμούς, όπως το φυτό *Arabidopsis*. Τα συστήματα μετάδοσης σήματος δύο συστατικών π.χ. αποτελούνται από δύο πρωτεΐνες, μιας αι-

σθητήριας κινάσης και ενός ρυθμιστή απόκρισης. Τα συστήματα αυτά έχουν υιοθετήσει τη φωσφορυλίωση, δηλαδή τη μεταφορά μιας φωσφορικής ομάδας από τη μία πρωτεΐνη στην άλλη, για να επιτευχθεί η μετάδοση της πληροφορίας από τον έξω χώρο εντός του κυττάρου και συγκεκριμένα στο DNA του μικροοργανισμού. Ο μηχανισμός τους βασίζεται σε θεμελιώδεις αρχές όλων των κυτταρικών σήματος αισθητήριων διεργασιών, όπως η αναγνώριση και επεξεργασία του, με τελικό αποτέλεσμα την παραγωγή της κατάλληλης απόκρισης. Συνεπώς, τα βακτήρια αντιλαμβάνονται μεταβολές του περιβάλλοντός τους και προσαρμόζονται μεταβάλλοντας την κίνησή τους, το μεταβολισμό τους, την έκφραση των γονιδίων τους. Αντιλαμβάνονται δηλαδή τις μεταβολές της θερμοκρασίας, στρεσογόνα ερεθίσματα, διαφορές στην ώσμωση, διαθεσιμότητα τροφής και πυκνότητα κυττάρων (*Quorum sensing*). Συνεπώς με τον πιο πάνω μηχανισμό μπορούν να βρουν τα βακτήρια την τροφή τους, να κινηθούν προς μια συγκεκριμένη κατεύθυνση, ή να απομακρυνθούν λόγω της παρουσίας κάποιου αντιβιοτικού άλλου βακτηρίου. Επομένως, τα συστήματα δύο συστατικών συμβάλλουν: Στην προσαρμογή των βακτηρίων στο εξωκυττάριο περιβάλλον, στη μετάδοση/μεταγωγή ενδοκυτταρικών σημάτων, στη διαμεμβρανική μεταφορά ουσιών, στο μεταβολισμό, στην συνομιλία και συμβίωση ξενιστή-μικροβίων (ανάπτυξη ανοσίας) και στην αντίσταση σε φάρμακα.

Θα μπορούσαν να αναφερθούν πολλοί μηχανισμοί που έχουν μελετηθεί στα διάφορα στάδια εξέλιξης της φυλογενετικής κλίμακας όπως ο μηχανισμός της αντιγραφής, ο μηχανισμός δράσης του πρώτου ριβόζυμου, η οργάνωση πρωταρχικών RNAs, η ωρίμανση του πυρηνικού m-RNA και τα αρχέγονα ιντρόνια των m-RNA, τα ριβοσώματα, οι ιοί κ.α. από τα οποία αντλούμε σήμερα πολλές πληροφορίες σχετικά με την πορεία της χημικής εξέλιξης και οργάνωσης των μακρομορίων.

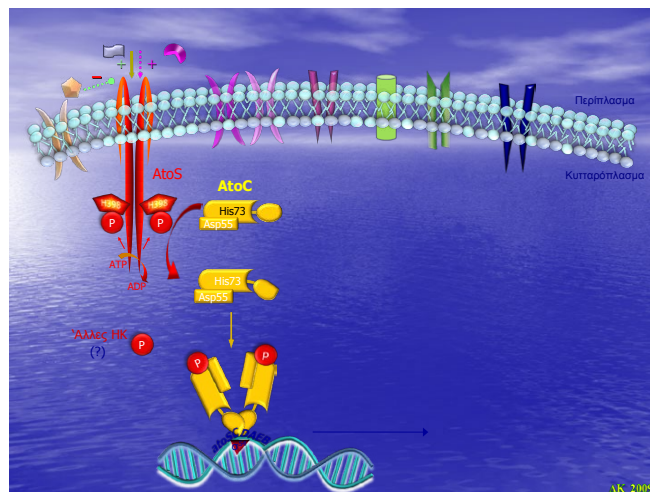
7. Συνθετικό DNA-Τεχνικό κύτταρο-Ζωή

Πόσο μακριά είμαστε από την χημική δημιουργία ζωής στο εργαστήριο; Το ερώτημα που άρχισε να ταλανίζει τον ερευνητικό κόσμο είναι πώς προσθέτοντας ένα αυτό-αντιγραφόμενο μόριο μέσα σε κατάλληλο περιβάλλον, δίνοντάς του ενέργεια, θρεπτικά υλικά και τον κατάλληλο χρόνο, θα ήταν εφικτό να πάρουμε μια ζωντανή οντότητα με τα στοιχειώδη χαρακτηριστικά της ζωής. Επίσης το κατά πόσον θα ήταν δυνατό οι ερευνητές με την ίδια μέθοδο που χρησιμοποίησαν για τη δημιουργία του συνθετικού κυττάρου, να φτιάξουν εργαστηριακά πολυπλοκότερους οργανισμούς, όπως ανώτερα φυτά ή ζώα, αποτελεί σήμερα αντικείμενο έντονου προβληματισμού και μεγάλη πρόκληση. Σήμερα έχει γίνει εκπληκτική πρόοδος στη σύνθεση εργαστηριακά γονιδιωμάτων όπως:

α) Σύνθεση γονιδιώματος του ιού της πολιομυελίτιδας

Το 2002, ο **Eckard Wimmer** με τους συνεργάτες του συνέθεσαν το συμπληρωματικό DNA του ιού της πολιομυελίτιδας, 7.500 νουκλεοτίδια, με βιολογική δράση ώστε να σχηματίζει μολυσματικά ιικά σωματίδια.

β) Σύνθεση του πρώτου ευκαρυωτικού χρωμοσώματος, *synIII*, του ζυμομύκητα *Saccharomyces cerevisiae*

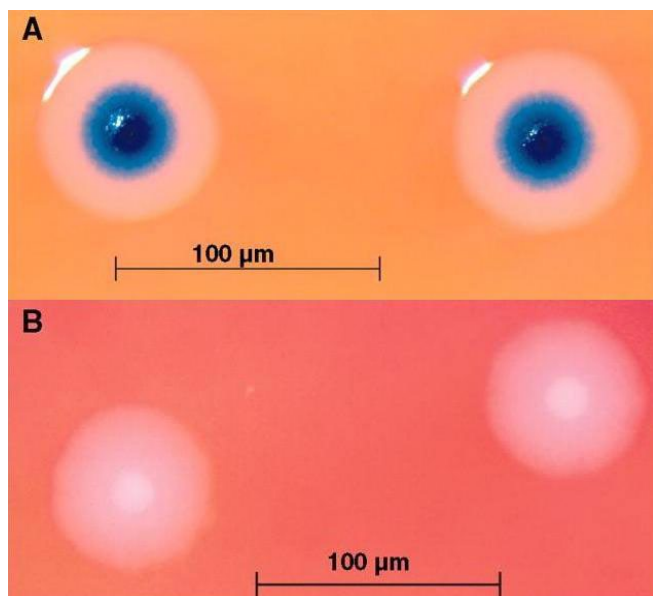


Τα συστήματα δύο συστατικών στα βακτήρια: Αποτελούνται από δύο πρωτεΐνες, μιας αισθητήριας κινάσης που βρίσκεται στη μεμβράνη (με κόκκινο) και ενός ρυθμιστή απόκρισης (με κίτρινο). Τα συστήματα αυτά υιοθετώντας τη φωσφορυλίωση, δηλαδή τη μεταφορά μιας φωσφορικής ομάδας από τη μία πρωτεΐνη στην άλλη, επιτυγχάνουν τη μετάδοση της πληροφορίας από τον έξω χώρο εντός του κυττάρου με το να συνδεθούν σε συγκεκριμένη θέση στο DNA του μικροοργανισμού.

Η χημική εργαστηριακή σύνθεση ευκαρυωτικού χρωμοσώματος, *synIII*, του ζυμομύκητα *Saccharomyces cerevisiae* δημοσιεύτηκε το 2015 από την ομάδα του **Jef D. Boeke** σε συνεργασία με άλλα 10 εργαστήρια από όλο τον κόσμο. Η σύνθεση αυτή διήρκεσε 7 χρόνια και αποτελούνταν από 273.871 bp από το σύνολο των 316.667 bp του φυσικού χρωμοσώματος. Το *synIII* αποτελεί το μικρότερο χρωμοσώμα από το σύνολο των 16 χρωμοσωμάτων που έχει ο ζυμομύκητας και ελέγχει το ζευγάρι *(mate)* του ζυμομύκητα. Πιο συγκεκριμένα οι επιστήμονες, αφού κατασκεύασαν χημικώς στον δοκιμαστικό σωλήνα το DNA του χρωμοσώματος III με την επιθυμητή αλληλουχία, το ενέχυσαν στο εσωτερικό κυττάρων της ζύμης, στα οποία είχε αφαιρεθεί το αντίστοιχο χρωμοσώμα, και είδαν πως μετά από την προσθήκη αυτή, η ιδιότητα που είχε αφαιρεθεί επανήλθε και ο ζυμομύκητας άρχισε το ζευγάρι ξανά.

γ) Δημιουργία του πρώτου βακτηριακού κυττάρου με συνθετικό DNA

Το 1999 ο **J. Craig Venter** με την ομάδα του, είχαν διευκρινίσει την αλληλουχία του *Mycoplasma genitalium*. Το 2003 με βάση τη γνωστή αλληλουχία του DNA του *M. genitalium*, συνέθεσαν στο εργαστήριο ένα αντίγραφο του και το 2008, το χημικώς παρασκευασμένο γονιδίωμα του *M. genitalium* κατάφεραν να το μεταφέρουν στο κυτταρόπλοσμα του *Mycoplasma capricolum* με αποτέλεσμα να σχηματισθεί το πρώτο συνθετικό κύτταρο σε ετερόλογο κυτταρόπλοσμα, δεδομένου ότι η μεταφορά του τεχνητού DNA στο ομόλογο κυτταρόπλοσμα του *M. genitalium* δεν πετύχαινε. Το κύτταρο αυτό το οποίο περιείχε αφενός το χημικώς παρασκευασμένο γονιδίωμα του *M. genitalium* και αφετέρου το κυτταρόπλοσμα από το συγγενικό του βακτήριο *M. capricolum*, ονομάστηκε «*Synthia*» (Synthetic), το οποίο μπορούσε να επιζεί,



(A) Αποικίες άγριου τύπου, (B) συνθετικού *Mycoplasma genitalium*

να πολλαπλασιάζεται και να δημιουργεί τις χαρακτηριστικές του αποικίες. Το βακτήριο που δημιουργήθηκε ήταν η πρώτη μορφή ζωής που ελέγχεται από ανθρώπινο χέρι και από τα δεδομένα ενός υπολογιστή.

Υπάρχει ωστόσο μεγάλη απόσταση που πρέπει να διανυθεί από το τεχνητό κύτταρο μέχρι να αντικαταστήσει πλήρως τη δράση και τις επικοινωνίες του βιολογικού κυττάρου με το

περιβάλλον του. Υπάρχουν πολλά ζητήματα που πρέπει να επιλυθούν όπως: α) Πώς μπορούν τα τεχνητά κύτταρα να επικοινωνούν με το περιβάλλον τους και μεταξύ τους; β) Πώς μπορούν να οργανωθούν τεχνητά δίκτυα δηλ. πώς διαφορεικά τεχνητά κύτταρα μπορούν να συλλειτουργούν; γ) Πώς μπορεί να βελτιωθούν η αντιγραφή, η διαίρεση και οι συμμετέχοντες μηχανισμοί των τεχνητών κυττάρων; και δ) Πώς μπορεί να γίνεται η απορρόφηση θρεπτικών συστατικών και η διαμετακίνησή τους όπως στους ζωντανούς οργανισμούς; Απαντώντας σε αυτές τις ερωτήσεις θα είναι η πρόκληση για τις νέες τεχνολογίες και τη δική μας κατανόηση των βιολογικών κυττάρων. Παρόλο που η κατασκευή «ζωντανών κυττάρων» τεχνητών κυττάρων είναι πολύ μακριά προς το παρόν, η πρόοδος που συντελείται θα προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα και νέες εφαρμογές σε πολλά πεδία της επιστήμης.

Η Χημεία είναι μια αυτοτελής επιστήμη, η μελέτη της οποίας όχι απλώς απαντά και διευκρινίζει την απαρχή και δημιουργία του κόσμου μας, αλλά συνεχίζει να είναι από τα κυρίαρχα επιστημονικά πεδία που συνεισφέρουν σε απόλυτο βαθμό στην πρόοδο σημαντικών τομέων όπως της ιατρικής, της φαρμακολογίας, της διαχείρισης του φυσικού περιβάλλοντος και της τεχνολογίας. Μέσω αυτής τίθενται νέοι, πιο περίπλοκοι επιστημονικοί στόχοι και ο άνθρωπος πλησιάζει πιο κοντά στην υλοποίηση ασύλληπτων στόχων, όπως η δημιουργία συνθετικών οργανισμών και η στρατολόγηση βακτηρίων προς τεχνολογικές και βιομηχανικές απαιτήσεις. Η Χημεία σήμερα φαντάζει ως η μουσική της φύσης, η οποία ενώ παίζει με περιορισμένο αριθμό στοιχείων, δημιουργεί την ατελείωτη ομορφιά του Σύμπαντος.

Βιβλιογραφία

1. Balaram, P. (2003) Synthesizing Life Current Science, 85 : 1509-1510.
2. Cello, J., Paul, A. V., Wimmer, E. (2002) Chemical synthesis of poliovirus cDNA: generation of infectious virus in the absence of natural template. Science, 297:1016-1018.
3. Malyshev D. A., Dhami K., Lavergne T., Chen T., Dai N., Foster J. M., et al. (2014) "A semi-synthetic organism with an expanded genetic alphabet". Nature, 509 (7500): 385-8.
4. Hutchison, C. A., Peterson, S. N., Gill, S. R., Cline, R. T., White, O., Fraser, C. M., Smith, H. O. and Hamilton, O. S., Hutchison, C.A., Pfannkoch, C. and Venter, J.C. (2003) Generating a synthetic genome by whole genome assembly: φX174 bacteriophage from synthetic oligonucleotides, Proc. Natl. Acad. Sci. (U S A.) 100(26): 15440-15445.
5. Daniel G. Gibson, Gwynedd A. Benders, Cynthia Andrews-Pfannkoch, Evgeniya A. Denisova, Holly Baden-Tillson, Jayshree Zaveri, Timothy B. Stockwell, Anushka Brownley, David W. Thomas, Mikkel A. Algire, Chuck Merryman, Lei Young, Vladimir N. Noskov, John I. Glass, J. Craig Venter, Clyde A. Hutchison III, Hamilton O. Smith, (2008) Complete Chemical Synthesis, Assembly, and Cloning of a *Mycoplasma genitalium* Genome, Science, 3, 319-338.
6. Gibson, D.G., Glass, J.I., Lartigue C., NoskovRay-Yuan V.N., Algire C. A., Benders, G.A., Montague M. G, Li Ma[...]J. Craig Venter 2010, Reaction of Bacterial Cell Controlled by a Chemically Synthesized Genome, Science 329, (5987),52-56.
7. Κυριακίδης, Δ. Α. (2001) Η προέλευση της ζωής: Ένα χημικό μυστήριο Εκδ. Ζήτη, Θεσσαλονίκη.
8. Μπαμπάτσικος Χ. Β. και Κυριακίδης, Δ. Α. (2006) Η προέλευση της ζωής: Θεωρίες και πειραματικές προσεγγίσεις, Εκδ. ΕΙΕ, Αθήνα.
9. Μπαμπάτσικος Χ. Β. και Κυριακίδης, Δ. Α. (2007) Το αίνιγμα της μακροζωίας: Μια βιοχημική προσέγγιση, Εκδ. ΕΙΕ, Αθήνα.

Τρικυκλικά Αντικαταθλιπτικά

Κιμπιζή Νικολέττα Μαρία, Φοιτήτρια του τμήματος Χημείας στο Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Kimpizi.Nikoletta.M@gmail.com

Χατζαθανασίου Χαρά Χαρίκλεια, Φοιτήτρια του τμήματος Χημείας στο Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, chatziathachara2001@gmail.com

Νταλιάνης Αντώνιος, Φοιτητής του τμήματος Χημείας στο Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, chem.dalianis@gmail.com

Δρ. Μαυρομούστακος Θωμάς, Καθηγητής Τμήματος Χημείας στο Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, tmavrom@chem.uoa.gr

A. Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια, η Παγκόσμια κοινότητα βιώνει μια πρωτόγνωρη κατάσταση, εξαιτίας της πανδημίας του Covid-19, που έχει οδηγήσει σε αλλαγή των συνθηκών ζωής. Εκτός από την ίδια την συνθήκη της νόσησης και τα συμπτώματα που αυτή επιφέρει, ο Covid-19 "έθρεψε" κατάθλιψη, αγχώδεις διαταραχές και σοβαρά προβλήματα στις διαπροσωπικές σχέσεις. Ο εγκλισημός, η επιβολή τήρησης κοινωνικών αποστάσεων και η διακοπή της ομαλής ροής της καθημερινότητας, συντέλεσαν στην ραγδαία αύξηση των ψυχικών παθήσεων και της συναισθηματικής δυσφορίας. Συνεπώς, στο πρόσωπο της πανδημίας αποδίδονται, σε μεγάλο βαθμό, τα υψηλότερα επίπεδα χρήσης αντικαταθλιπτικών φαρμάκων.

Τα αντικαταθλιπτικά είναι φάρμακα που βοηθούν στην καταπολέμηση των συμπτωμάτων της κατάθλιψης και των διαταραχών άγχους. Υπάρχουν διάφορα είδη, κάποια νεότερης γενιάς, όπως οι επιλεκτικοί αναστολείς επαναπρόσληψης της σεροτονίνης (SSRI: Selective serotonin reuptake inhibitors) και οι επιλεκτικοί αναστολείς επαναπρόσληψης της σεροτονίνης και της νοραδρεναλίνης (SNRI: serotonin-norepinephrine reuptake inhibitors), και κάποια παλαιότερης γενιάς, όπως είναι τα Τρικυκλικά (TCA: tricyclic antidepressants).

Παρακάτω θα αναπτυχθεί διεξοδικά η κατηγορία των Τρικυκλικών Αντικαταθλιπτικών (TCA: tricyclic antidepressants). Θα αναλυθεί η δομή τους, ο μηχανισμός δράσης τους, τόσο στην αντιμετώπιση της κατάθλιψης, όσο και στην καταπολέμηση άλλων προβλημάτων και ασθενειών, καθώς και οι παρενέργειες τους και οι κίνδυνοι που ελλοχεύουν από την αλόγιστη χρήση τους.^[1,2]

B. Τρικυκλικά Αντικαταθλιπτικά

I. Ιστορική Αναδρομή

Τα τρικυκλικά αντικαταθλιπτικά (TCAs) είναι μια κατηγορία φαρμάκων που σχεδιάστηκαν αρχικά τη δεκαετία του 1950 και διατέθηκαν στην αγορά αργότερα. Συγκεκριμένα, κυκλοφόρησαν για πρώτη φορά το 1959 ως φαρμακοθεραπεία για την μείζονα καταθλιπτική διαταραχή (MDD: Major depressive disorder). Σήμερα, ορισμένα TCAs είναι εγκεκριμένα από τον Οργανισμό Τροφίμων και Φαρμάκων των ΗΠΑ (FDA: Food and Drug Administration) για την θεραπεία της MDD και της ιδεοψυχαναγκαστικής διαταραχής (OCD: obsessive-compulsive disorder). Εξαιτίας όμως, των δυσμενών επιδράσεων και της θνησιμότητάς τους σε ποσοότητες υπερδοσολογίας, με την πάροδο του χρόνου αντικαταστάθηκαν από τους SSRIs και SNRIs.^[1,2]

II. Φαρμακολογικές δράσεις και Μηχανισμός

Αρχικά, να σημειωθεί πως τα τρικυκλικά αντικαταθλιπτικά ονομάστηκαν έτσι, καθώς περιέχουν τρεις δακτυλίους και μία πλευρική ομάδα και υπάγονται στην κατηγορία των τριτοταγών και δευτεροταγών αμινών. Οι δευτεροταγείς αμίνες περιλαμβάνουν τις: **δεσιπραμίνη**, νοτριπυλίνη και προτριπυλίνη, ενώ οι τριτοταγείς αμίνες αποτελούνται από τις: **αμιτριπυλίνη**, δοξεπίνη, **ιμιπραμίνη** και τριμιπραμίνη.^[1,2]

Τα TCA αναστέλλουν την επαναπρόσληψη της νορεπινεφρίνης και σεροτονίνης, με αποτέλεσμα τη συσσώρευση αυτών των νευροδιαβιβαστών στην προσυναπτική σχισμή.

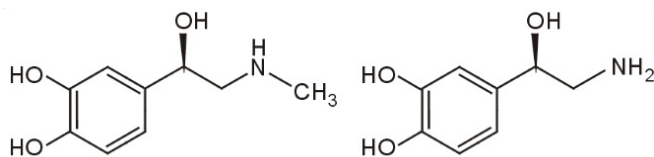
Οι αυξημένες συγκεντρώσεις τους εκεί, πιθανόν να συντελούν στην αντικαταθλιπτική δράση.





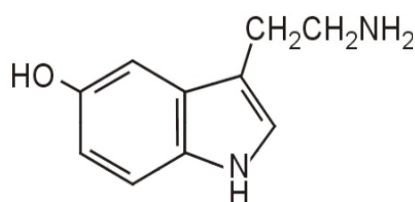
Εικόνα 1: Απεικονίζονται νευροδιαβιβαστές, που είναι χημικές ενώσεις, οι οποίες διαχέονται από το ένα νευρικό κύτταρο στο άλλο, στην περιοχή των νευρικών συνάψεων, διεγείροντας την ηλεκτρική τους δραστηριότητα και διαδίδοντας έτσι το νευρικό ερέθισμα. Επίσης, απεικονίζονται οι νευρικές συνάψεις, που είναι η ένωση των αποφυάδων δύο νευρώνων (ή ενός νευρώνα και ενός άλλου οργάνου), όπου τα νευρικά ερεθίσματα μεταδίδονται με την εκκίνηση μορίων απλών (σχετικά) χημικών ενώσεων, των νευροδιαβιβαστών.^[3,4]

Η νορεπινεφρίνη (ή αλλιώς νοραδρεναλίνη) αποτελεί ουσία που εκκρίνεται από τα επινεφρίδια με ισχυρή νευροορμονική δράση, ενώ αποτελεί ενδιάμεση ένωση κατά την βιοσύνθεση της αδρεναλίνης προς την οποία μετατρέπεται με μεθυλίωση της αμινομάδας.^[1,2,4]



Εικόνα 2: Η δομή της επινεφρίνης (ή αδρεναλίνης) αριστερά και της νορεπινεφρίνης (ή νοραδρεναλίνης) δεξιά.^[4]

Από την άλλη η σεροτονίνη είναι προϊόν μεταβολισμού του αμινοξέος θρυποφάνη και ουσία με ορμονική δράση.^[4] Επίσης, παρεμποδίζουν τη μετασυναπτική ισταμίνη και την ακετυλοχολίνη, η οποία διαβιβάζει τα νευρικά ερεθίσματα μεταξύ των νευρικών κυττάρων και από τα νευρικά κύτταρα στα μυϊκά. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την πρόκληση ανεπιθύμητων παρενεργειών, όπως ξηροστομία, γνωστική δυσλειτουργία, υπόταση, θολή όραση, κατακράτηση ούρων και υπνηλία. Τα TCA ανακουφίζουν τον πόνο κεντρικά μέσω φθίνουσας οδού που εμποδίζει τη μετάδοση σημάτων πόνου στον νωτιαίο μυελό.



Εικόνα 3: Η δομή της σεροτονίνης^[4]

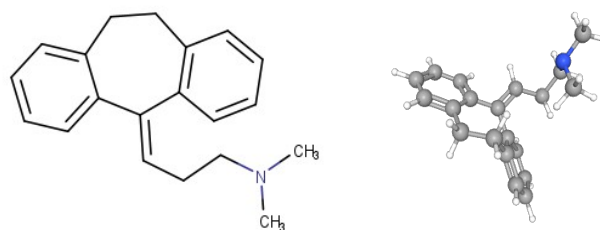
Οι τριτοταγείς αμίνες αποφράσσουν αποτελεσματικότερα την επαναπρόσληψη σεροτονίνης, ενώ οι δευτερογενείς αμίνες την πρόσληψη νορεπινεφρίνης. Ο συνδυασμός διαφορετικών δομών αμινών και οι διακυμάνσεις της χημικής τους σύνθεσης συμβάλλουν στην πληθώρα των επιβλαβών επιδράσεων που έχουν παρατηρηθεί με τη χρήση TCA.^[1,2]

Όπως προαναφέρθηκε, μερικά από τα Τρικυκλικά αντικαταθλιπτικά είναι η αμιτριπτυλίνη, η ιμιπραμίνη, η δεσιπραμίνη, η νορτριπτυλίνη, η προτριπτυλίνη, η δοξαπίνη, αμοξαπίνη και η τριμιπραμίνη. Παρακάτω θα γίνει εκτενέστερη αναφορά των τριών πρώτων TCA.^[1,2]

1. Αμιτριπτυλίνη

Αποτελεί μία φαρμακευτική ουσία με αντικαταθλιπτική και αναλγητική δράση. Η αμιτριπτυλίνη άρχισε να συνταγογραφείται από τη δεκαετία του 1950 και ήταν η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη TCA για τη θεραπεία διαφόρων ψυχικών διαταραχών.

Όπως ειπώθηκε προηγουμένως, πρόκειται για μία τριτοταγή αμίνη, αποτελούμενη από τρεις δακτυλίους, οι δύο εκ των οποίων είναι εξαμελείς αρωματικοί και ο τρίτος επταμελής.^[5] Η αμιτριπτυλίνη αναστέλλει την επαναπρόσληψη της νορεπινεφρίνης και της σεροτονίνης από την προσυναπτική νευρική μεμβράνη στο κεντρικό νευρικό σύστημα (ΚΝΣ), αυξάνοντας έτσι τη συναπτική τους συγκέντρωση. Αυτές συντελούν στη ρύθμιση της διάθεσης, καθώς ελλείψει σεροτονίνης και/ή νορεπινεφρίνης στον εγκέφαλο οδηγούν σε καταθλιπτικά αποτελέσματα, τα οποία η αμιτριπτυλίνη εξουδετερώνει και γι' αυτό ίσως βελτιώνει τα συμπτώματα της κατάθλιψης. Δεν είναι γνωστό εάν οι αναλγητικές του επιδράσεις σχετίζονται με τις επιδράσεις στην μεταβολή της διάθεσης ή αν μπορούν να αποδοθούν σε μια διαφορετική, λιγότερο προφανή, φαρμακολογική δράση (ή συνδυασμό και των δύο). Είναι γνωστές όμως, τόσο οι αναλγητικές, όσο και οι αντιχολινεργές και ηρεμιστικές ιδιότητες της.



Εικόνα 4: Αριστερά ο συντακτικός τύπος της Αμιτριπτυλίνης και δεξιά η τρισδιάστατη δομή της.^[6,7]

Επίσης, είναι σημαντικό να αναφερθεί, πως η κατάποση 750 mg της ουσίας ή περισσότερων από έναν ενήλικα μπορεί να οδηγήσει σε σοβαρή τοξικότητα, υπερδοσολογία. Οι επιδράσεις της υπερδοσολογίας αυξάνονται περαιτέρω με ταυτόχρονη κατάποση αλκοόλ και άλλου ψυχοτρόπου παράγοντα. Τα συμπτώματα της, περιλαμβάνουν μη φυσιολογικά χαμηλή αρτηριακή πίεση, σύγχυση, σπασμούς, διεσταλμένες κόρες και άλλα προβλήματα των οφθαλμών, διαταραγμένη συγκέ-

ντρωση, υπνηλία, ψευδαισθήσεις, μειωμένη καρδιακή λειτουργία ή ταχυπαλμία και μειωμένη θερμοκρασία σώματος, μεταξύ άλλων.

Ακοιούθως, επισημαίνεται πως η αμιτριπτυλίνη μεταβολίζεται μέσω των ίδιων οδών όπως και άλλα τρικυκλικά αντικαταθλιπτικά, κυρίως δηλαδή στο ήπαρ. Ο μεταβολισμός της αμιτριπτυλίνης πραγματοποιείται με απομεθυλίωση, καθώς και με υδροξυλίωση ακολουθούμενη από σύζευξη με γλυκουρονικό οξύ (προϊόν οξειδωσης της γλυκόζης). Ο μεταβολισμός αυτού του φαρμάκου υπόκειται σε γενετικούς πολυμορφισμούς, όπου πολυμορφισμός, είναι η ιδιότητα μιας ουσίας να εμφανίζεται με διάφορες κρυσταλλικές δομές, ανάλογα με τις συνθήκες πίεσης ή/και θερμοκρασίας παραγωγής ή παραμονής του. Ο κύριος ενεργός μεταβολίτης της είναι η δευτερογενής αμίνη, νορτριπτυλίνη, που είναι ισχυρότερος αναστολέας της πρόσληψης νοραδρεναλίνης, από την πρόσληψη σεροτονίνης, αντίθετα με την αμιτριπτυλίνη που είναι αναστολέας της πρόσληψης και των δύο με όμοια αποτελεσματικότητα όμως.

Τέλος, όσον αφορά την απορρόφηση του φαρμάκου, αυτή γίνεται ταχέως μετά από χορήγηση από το στόμα και η βιοδιαθεσιμότητα του είναι 30-60% λόγω του προσυστημικού μεταβολισμού. Οι μέγιστες συγκεντρώσεις στο πλάσμα, το οποίο είναι ένα κιτρινωπό υγρό, που αποτελεί περίπου το 55% του ολικού όγκου του αίματος^[4], επιτυγχάνονται δύο έως δώδεκα ώρες μετά την από του στόματος ή ενδομυϊκή χορήγηση. Οι συγκεντρώσεις στο πλάσμα, γενικά, σε σταθερή κατάσταση ποικίλλουν σημαντικά και αυτή η διακύμανση μπορεί να οφείλεται σε γενετικές διαφορές.^[6]

2. Ιμιπραμίνη

Η ιμιπραμίνη έχει παρεμφερή δομή με αυτή της Αμιτριπτυλίνης με τη διαφορά να εντοπίζεται στην απουσία ενός διπλού δεσμού και στην ύπαρξη ενός ατόμου αζώτου στον επταμελή δακτύλιο.^[5] Είναι ένα συνθετικό τρικυκλικό παράγωγο και αντικαταθλιπτικό.

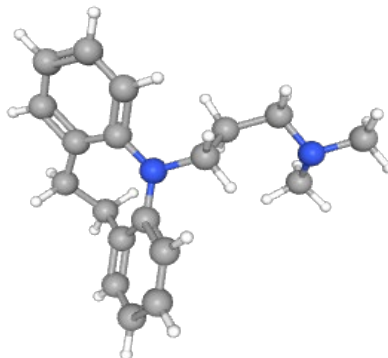
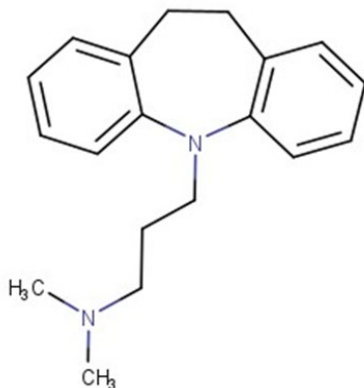
Ενισχύει τη νευροδιαβίβαση μονοαμίνης σε ορισμένες περιοχές του εγκεφάλου και προκαλεί καταστολή μέσω απόφρα-

ξης του υποδοχέα ισταμίνης-1 και ποικίλες παρασυμπαθητικές επιδράσεις. Έχει μικρότερη ηρεμιστική δράση από άλλα μέλη της θεραπευτικής της οικογένειας (π.χ. Αμιτριπτυλίνη) και χρησιμοποιείται σε μείζονα κατάθλιψη, δυσθυμία, διπολική κατάθλιψη, διαταραχές ελλειμματικής προσοχής, αγοραφοβία και διαταραχές πανικού.

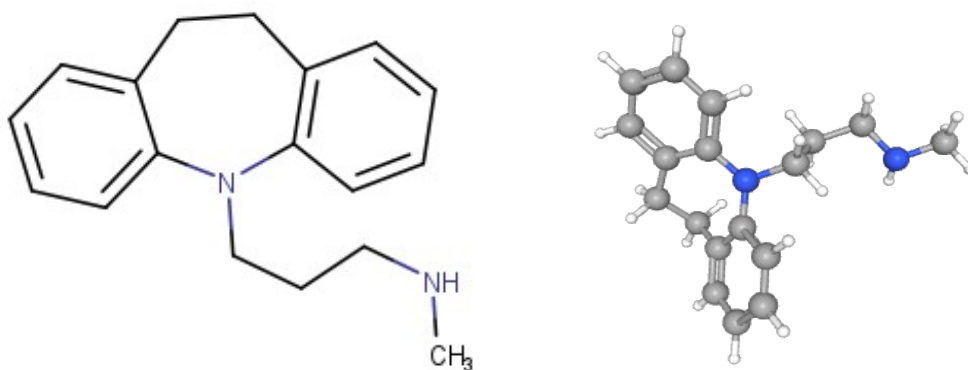
Παρουσιάζει φαρμακολογικές ιδιότητες παρόμοιες με εκείνες των δομικά σχετικών τρικυκλικών αντικαταθλιπτικών φαρμάκων, όπως η αμιτριπτυλίνη και η δοξερίνη. Δρα παρεμποδίζοντας τη σεροτονίνη και τη νορεπινεφρίνη, εμφανίζοντας όμως πολύ υψηλότερη συγγένεια για τον μεταφορέα επαναπρόσληψης σεροτονίνης, από ότι για τον μεταφορέα επαναπρόσληψης νορεπινεφρίνης. Αυτή η ρύθμιση της νευροδιαβίβασης παράγει ένα σύνθετο φάσμα αλληλαγών στη δομή και τη λειτουργία του εγκεφάλου μαζί με μια βελτίωση των καταθλιπτικών συμπτωμάτων. Οι αλληλαγές περιλαμβάνουν αυξήσεις στη νευρογένεση του ιππόκαμπου (όπου αποτελεί μία εγκεφαλική δομή που είναι μέρος του μεταιχμιακού συστήματος και συμμετέχει στη μεταφορά πληροφοριών από τη βραχυπρόθεσμη μνήμη στη μακροπρόθεσμη) και μείωση αυτής της νευρογένεσης ως απόκριση στο στρες.

Ο μεταβολισμός της πραγματοποιείται σχεδόν αποκλειστικά στο ήπαρ, υφιστάμενη οξείδωση από μικροσωματικά ένζυμα και ακολουθούμενη από σύζευξη με γλυκουρονικό οξύ. Μεταβολίζεται κυρίως με απομεθυλίωση του ενεργού μεταβολίτη της, την δεσιπραμίνη και σε μικρότερο βαθμό από αρωματική 2-υδροξυλίωση σε 2-υδροξυιμιπραμίνη.

Τέλος, όσον αφορά την απορρόφηση της ιμιπραμίνης, όταν η οδός έκθεσης είναι το στόμα, η απορρόφηση συμβαίνει στο λεπτό έντερο με μικρή ή και ανύπαρκτη απορρόφηση στο στομάχι, και είναι σχεδόν πλήρης (95%). Η μέγιστη συγκέντρωση στο πλάσμα, εμφανίζεται δύο έως έξι ώρες μετά τη χορήγηση. Οι μεγάλες δόσεις απορροφούνται πιο αργά λόγω καθυστερημένης γαστρικής εκκένωσης και της μειωμένης περιστάλαξης (δηλαδή την σύσπαση των μυών των οργάνων του πεπτικού σωλήνα). Όταν η οδός έκθεσης είναι παρεντερική, η απορρόφηση φαίνεται να είναι πλήρης, καθώς η ανάκτηση



Εικόνα 5: Αριστερά ο συντακτικός τύπος της Ιμιπραμίνης και δεξιά η τρισδιάστατη δομή της.^[7,8]



Εικόνα 6: Αριστερά ο συντακτικός τύπος της Δεσιπραμίνης και δεξιά η τρισδιάστατη δομή της.^[7,9]

των μεταβολιτών στα ούρα είναι ίδια με αυτή μετά την από του στόματος χορήγηση.

Γενικά, η ιμιπραμίνη κατανέμεται ευρέως στο σώμα, αφού είναι μία λιποφιλική ουσία (συγγενής με ένα λιπόφιλο περιβάλλον^[4]) και η κατανομή αυτή, επηρεάζεται από το βαθμό σύνδεσης με τις πρωτεΐνες του πλάσματος, που κυμαίνεται από 60 έως 96%.^[8]

3. Δεσιπραμίνη

Η Δεσιπραμίνη είναι μία δευτεροταγής αμίνη και δραστικός μεταβολίτης της Ιμιπραμίνης. Ως προς την λειτουργία, μοιάζει με αυτή της ιμιπραμίνης, με την διαφορά ότι αναστέλλει την επαναπρόσληψη της σεροτονίνης σε μικρότερο βαθμό. Η συνολική αύξηση στη σεροτονινεργική μετάδοση πιθανότατα προσδίδει στη δεσιπραμίνη τα αντικαταθλιπτικά της αποτελέσματα.

Ένα επιπλέον χαρακτηριστικό της είναι η αντιχολινεργική της δράση, λόγω της συγγένειας της με τους μουσκαρινικούς υποδοχείς, καθώς και το γεγονός πως μεταβολίζεται εκτενώς στο ήπαρ.

Η δεσιπραμίνη, λοιπόν, είναι ένα τρικυκλικό αντικαταθλιπτικό που χρησιμοποιείται ευρέως στη θεραπεία της κατάθλιψης και σε κάποιες περιπτώσεις αποτελεί αιτία οξείας χολοστατικής ηπατικής βλάβης. Πιο συγκεκριμένα, ενδείκνυται για την ανακούφιση των συμπτωμάτων σε διάφορα καταθλιπτικά σύνδρομα, ιδιαίτερα στην ενδογενή κατάθλιψη. Επίσης έχει χρησιμοποιηθεί για τη διαχείριση διαταραχών άγχους (π.χ. διαταραχή πανικού, γενικευμένη αγχώδη διαταραχή) αλλά και για τον έλεγχο της διαταραχής ελλειμματικής προσοχής και υπερκινητικότητας (ΔΕΠΥ).

Οι αντικαταθλιπτικές τις ενέργειες παρατηρούνται συνήθως δύο με τέσσερις εβδομάδες μετά την έναρξη της θεραπείας, αν και ορισμένοι ασθενείς μπορεί να χρειαστούν έως οκτώ εβδομάδες θεραπείας πριν από τη βελτίωση των συμπτωμάτων. Ασθενείς που εμφανίζουν σοβαρότερα καταθλιπτικά επεισόδια μπορεί να ανταποκριθούν γρηγορότερα από αυτούς με ήπια καταθλιπτικά συμπτώματα.

Η δεσιπραμίνη, όπως προαναφέρθηκε μεταβολίζεται στο

ήπαρ, με αρωματική 2- υδροξυλίωση σε 2-υδροξυδεσιπραμίνη, η οποία θεωρείται ότι διατηρεί κάποια αναστολή της επαναπρόσληψης αμίνης και μπορεί να έχει καρδιακή κατασταλτική δράση, και περίπου το 70% της δεσιπραμίνης απεκκρίνεται στα ούρα. Ποσοτικά, η υδροξυλίωση είναι η πιο σημαντική ενδιάμεση μεταβολική οδός και είναι το περιοριστικό στάδιο για την απομάκρυνση της δεσιπραμίνης και της ιμιπραμίνης. Ο μεγαλύτερος χρόνος ημιζωής αποβολής της δεσιπραμίνης στο πλάσμα σε σύγκριση με την ιμιπραμίνη μπορεί να οφείλεται σε χαμηλότερο ρυθμό υδροξυλίωσης. Τόσο η δεσιπραμίνη όσο και η ιμιπραμίνη υφίστανται ουσιαστικό προσυστημικό μεταβολισμό, η έκταση του οποίου καθορίζεται από τον οξειδωτικό φαινότυπο.

Τέλος, η δεσιπραμίνη απορροφάται ταχέως και σχεδόν πλήρως από το γαστρεντερικό σωλήνα. Υποβάλλεται σε εκτεταμένο προσυστημικό μεταβολισμό και οι μέγιστες συγκεντρώσεις στο πλάσμα επιτυγχάνονται τέσσερις έως έξι ώρες μετά την από του στόματος χορήγηση.^[9,8]

III. Άλλες χρήσεις των Τρικυκλικών Αντικαταθλιπτικών

Τα TCA έχουν αποδειχθεί αποτελεσματικά για διαχείριση και πρόληψη του χρόνιου **πονοκεφάλου**. Η Αμιτριπτυλίνη έχει μελετηθεί περισσότερο μεταξύ των TCA για τον σκοπό αυτό, η οποία δείχνει την μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα μεταξύ διαφορετικών κατηγοριών φαρμάκων, όπως είναι οι αναστολείς των υποδοχέων της αγγειοτασίνης II, τα αντισπασμωδικά, οι β- αποκλειστές και τα SSRIs.

Έχουν εφαρμοστεί σε έναν αριθμό **γαστρεντερικών συνδρόμων** με ή χωρίς πόνο. Ασθενείς με σύνδρομο ευερέθιστου εντέρου ωφελούνται από τα TCA. Μολονότι δεν υπάρχουν ουσιαστικές αποδείξεις ότι τα TCA είναι χρήσιμα για τη μείωση της δραστηρικής ουσίας στη φλεγμονώδη νόσο του εντέρου, μια μελέτη διαπίστωσε ότι επανεμφανιζόμενοι μη φλεγμονώδεις τύποι γαστρεντερικών συμπτωμάτων (όπως διάρροια και άλγος) ανταποκρίθηκαν στα TCAs, συμπεριλαμβανομένης της νοτριπτυλίνης και της αμιτριπτυλίνης, με μεγαλύτερο όφελος στην ελκώδη



Εικόνα 7: Απεικονίζεται το γαστρεντερικό σύστημα, ένα από τα βασικότερα ανατομικά συστήματα του οργανισμού. Βασικός ρόλος του οποίου, είναι η δίοδος, πέψη, χρήση και αποβολή της τροφής.^[10]

κοιλίτιδα.

Τα TCAs είναι ακόμη αποτελεσματικά στην καταπολέμηση του **πυελικού πόνου**, με ή χωρίς συννοσηρότητα κατάθλιψης. Η ανακούφιση από τον πόνο φαίνεται να είναι ανεξάρτητη από αντικαταθλιπτικές επιδράσεις και μπορεί να επιτευχθεί σε χαμηλά επίπεδα. Η αμιτριπτυλίνη και, σε μικρότερο βαθμό η νοτριπτυλίνη, είναι οι πιο συχνά συνταγογραφούμενες TCAs για τον παραπάνω σκοπό. Η αμιτριπτυλίνη επίσης, συνιστάται ως επιλογή για την θεραπεία **διάμεσης κυστίτιδας ή πόνου στην ουροδόχο κύστη**.

Τα TCAs (ιδίως δοξεπίνη, και αμιτριπτυλίνη) έχει αποδειχθεί ότι αποτελούν αποδοτική θεραπεία στην **αυπνία (insomnia)**, με αύξηση της υπνηλίας, καθώς και βελτίωση του χρόνου και της απόδοσης ύπνου.

Εκτός από τα γνωστά οφέλη σε μείζονες διαταραχές της κατάθλιψης, τα TCAs είναι αποτελεσματικά και για άλλες ψυχικές ασθένειες, όπως η **ψυχαναγκαστική διαταραχή**, η **διαταραχή πανικού**, η **διαταραχή μετατραυματικού στρες** και η **βουλιμία**.^[1,2]

IV. Παρενέργειες και κίνδυνοι

Οι ανεπιθύμητες ενέργειες ποικίλλουν μεταξύ των TCAs. Λόγω του αποκλεισμού που προκαλούν σε χολινεργικούς υποδοχείς, αυτά τα φάρμακα μπορεί να οδηγήσουν σε θολή όραση, δυσκοιλιότητα, ξηροστομία, σύγχυση, κατακράτηση ούρων, ταχυκαρδία και σεξουαλική δυσλειτουργία. Επίσης, λόγω του αποκλεισμού των α-1 αδρενεργικών υποδοχέων, μπορεί να προκληθεί ορθοστατική υπόταση και ζάλη, ενώ ο αποκλεισμός της ισταμίνης (H1) μπορεί να οδηγήσει σε καταστολή, αυξημένη όρεξη, αύξηση βάρους και σύγχυση.

Μπορούν, επιπλέον, να προκαλέσουν καρδιαγγειακές επιπλοκές, συμπεριλαμβανομένων των αρρυθμιών, κοιλιακή μαρμαρυγή και αιφνίδιο καρδιακό θάνατο σε ασθενείς με προϋπάρχουσα ισχαιμική καρδιακή νόσο. Παράλληλα, αυξάνουν τον κίνδυνο επιληπτικών κρίσεων σε εκείνους με επιληψία και έχει αποδειχθεί ότι οδηγούν σε αυξημένο κίνδυνο αυτοκτονικού ιδεασμού και συμπεριφοράς σε άτομα ηλικίας έως 24 ετών. Ως εκ τούτου, τα άτομα που ξεκινούν τη χρήση TCA ηλικίας 24 ή μικρότερης θα πρέπει να παρακολουθούνται στενά για την αξιολόγηση των σκέψεων και συμπεριφορών που σχετίζονται με την αυτοκτονία.

Η χρήση TCAs κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης έχει συσχετισθεί με συγγενή ελαττώματα στους οφθαλμούς, τα



αυτιά, το πρόσωπο και τον αυχένα των νεογνών. Επομένως, δεν θεωρούνται ασφαλή για χρήση κατά τη διάρκεια της κύησης. Σχετικά με το θηλασμό, όλα τα TCAs, εκτός της δοξεπίνης, δεν έχουν συνδεθεί με ανεπιθύμητα αποτελέσματα και ως εκ τούτου θεωρούνται ασφαλή. Η νορτριπτυλίνη φαίνεται να είναι το ασφαλέστερο για χρήση κατά τη διάρκεια του θηλασμού λόγω του μη κατασταλτικού προφίλ της.

Τα τρικυκλικά αντικαταθλιπτικά αντενδείκνυνται σε αρκετούς πληθυσμούς και με την ταυτόχρονη χρήση άλλων φαρμάκων. Δεν πρέπει να συνταγογραφούνται εάν υπάρχει οικογενειακό ιστορικό επιμκυσμένου διαστήματος QTc (πρόκληση ταχυαρρυθμίας) ή αιφνίδιος καρδιακός θάνατος. Ωστόσο, στους ασθενείς με αντίδραση υπερευαισθησίας σε ένα συγκεκριμένο φάρμακο TCA, μπορεί να τους συνταγογραφηθεί με προσοχή διαφορετικό μέλος της κατηγορίας. Τα TCAs δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται ταυτόχρονα με αναστολείς της μονοαμινοξειδάσης (MAOI: Monoamine oxidase inhibitors), λόγω του κινδύνου ανάπτυξης του συνδρόμου σεροτονίνης. Ο συνδυασμός TCA με SSRI δεν συνιστάται, καθώς, έχει αποδειχθεί ότι αυξάνει τις συγκεντρώσεις των TCAs στο πλάσμα, με κίνδυνο εμφάνισης συνδρόμου σεροτονίνης (SS: serotonin syndrome).^[1,2]

Επίλογος

Αυτή η περίληψη σχετικά με τα τρικυκλικά αντικαταθλιπτικά και τη χημεία τους, αποκάλυψε το εύρος της χρήσης τους και την σημαντικότητα τους στην καταπολέμηση της κατάθλιψης.

Ταυτόχρονα όμως, γνωστοποίησε τους κινδύνους που ελλοχεύουν από την υπερβολική δόση, καθώς και από τον συνδυασμό τους με άλλα φάρμακα. Με την υπερδοσολογία TCA σχετίζονται πολλές ανεπιθύμητες επιδράσεις στον οργανισμό, ακόμη και ο θάνατος.

Κίνδυνοι εμφανίζονται σε πολύ υψηλότερους ρυθμούς με TCAs, παρά με άλλα αντικαταθλιπτικά. Γι' αυτό σε ασθενείς που χρειάζονται θεραπεία με TCA, συνιστάται συντονισμός μεταξύ του γιατρού πρωτοβάθμιας φροντίδας του ασθενούς, του ψυχιάτρου και ενδεχομένως του καρδιολόγου, εάν υπάρχουν ανωμαλίες της καρδιακής λειτουργίας, ώστε να διατηρηθεί η σταθερότητα του ασθενούς, και να γίνει πρόληψη των δυσμενών αποτελεσμάτων. Η παρακολούθηση των ασθενών με αυτοκτονικές τάσεις είναι απαραίτητη για την αποφυγή τοξικότητας και υπερδοσολογίας. Καταληκτικά, προτείνονται, μαζί με την θεραπεία TCA και κάποιες άλλες μη φαρμακολογικές στρατηγικές, δηλαδή αλλαγή τρόπου ζωής, όπως τροποποιήσεις στην διατροφή, άσκηση, φυσικοθεραπεία, και βελτιστοποίηση της ψυχικής υγείας.^[1,2]

Βιβλιογραφία

1. Joanne Schneider, Mary Patterson, Xavier F. Jimenez, Beyond depression: Other uses for tricyclic antidepressants, *Cleveland Clinic Journal of Medicine*, 86 No. 12 (2019) 807-814
2. Jordan Moraczewski, Kapil K. Aedma, Tricyclic Antidepressants, *StatPearls*, (2021) 1-8
3. <https://www.proionta-tis-fisis.com/nevrodiabibastes-kai-synapseis-oi-himikoi-aggelioforoi-tou-egkefalou-epireazoun-tin-ygeia>
4. <http://webapps.chem.uoa.gr/e-dictionary/login.php>
5. Sudha Srivastava, Ratna S. Phadke and Girjesh Govil, K. Nagarajan, Conformation and Intermolecular Interaction of the Antidepressant drugs nitroxazepine and Imipramine in Aqueous Solutions and Model Membranes, *MRC*, 25 (1987) 905-910
6. Amitriptyline | C20H23N – PubChem
7. MarvinSketch 21.2 (με το πρόγραμμα αυτό σχεδιάστηκαν οι ενώσεις)
8. Imipramine | C19H24N2 – PubChem
9. Desipramine | C18H22N2 – PubChem
10. <https://enallaktikidrasi.com/2015/02/xronia-syndroma-tou-gastrenterikou-systimatos-kai-antimetopisi/>

Η Φορσκολίνη

Του **Αναστασίου Βάρβογλη**, Ομότιμου Καθηγητή Χημείας του ΑΠΘ

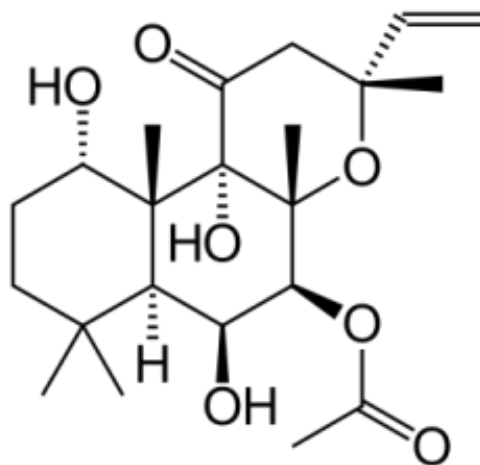
Ξεχωριστή θέση ανάμεσα στα δηλητηριώδη ζώα κατέχουν οι ρίζες των φυτών αποτελούν υπολογίσιμα χημικά εργοστάσια, δεδομένου ότι πολλές φυτοχημικές ενώσεις παράγονται και παραμένουν στις ρίζες ή διοχετεύονται στη ριζόσφαιρα, το οικοσύστημα που περιβάλλει τις ρίζες. Επειδή όμως η απομόνωση τέτοιων ενώσεων είναι δύσκολη, οι ρίζες δεν είχαν μελετηθεί ως τώρα εξίσου επισταμένως όσο τα άλλα, εμφανή φυτικά τμήματα. Η κατάσταση έχει αλλάξει με την ανάπτυξη μεθόδων υδροπονικής καλλιέργειας και μάλιστα την εστίαση στη συλλογή των ενώσεων που απελευθερώνονται από τα ριζικά τριχίδια στο νερό, χωρίς να είναι απαραίτητως υδατοδιαλυτές.

Από τις λιγότερες ενώσεις που έχουν απομονωθεί από ρίζες με τον παραδοσιακό τρόπο, ξεχωρίζει η φορσκολίνη, παράγωγο της κονδυλοειδούς ρίζας του θαμνώδους φυτού της Ινδίας *Coleus forskohlii*, από το όνομα γερμανού βοτανολόγου. Όπως συμβαίνει συχνά, το έναυσμα για τη μελέτη ήταν ότι το εκχύλισμα της ρίζας του φυτού χρησιμοποιείται από χρόνια στην παραδοσιακή ινδική ιατρική. Το φαρμακολογικώς ενεργό συστατικό της ρίζας είναι η φορσκολίνη, μια τρικυκλική διτερπενική κετόνη και αλκοόλη με 4 OH (το ένα ακετυλιωμένο).

Η φορσκολίνη παρουσιάζει ξεχωριστό ενδιαφέρον λόγω ισχυρής βιολογικής δράσης που εκδηλώνεται σε ποικίλους τομείς – γεγονός που απορρέει από την ασυνήθιστη ικανότητα της να συνδέεται με πολλές πρωτεΐνες επηρεάζοντας καθοριστικά τη λειτουργία τους. Ήδη αποτελεί πολύτιμο βιοχημικό εργαλείο, ενώ επίκεινται οι πρώτες ιατρικές εφαρμογές της.

Προς το παρόν, έχει διεισδύσει στην αγορά της βιομηχανίας αδυνατίσματος. Πράγματι, η δημοτικότητα της φορσκολίνης απογειώθηκε τελευταία, όχι ακόμη εξαιτίας της αποτελεσματικότητάς στην αντιμετώπιση κάποιας ασθένειας, αλλά για τις λιπολυτικές της ιδιότητες. Με άλλα λόγια, έχει αποδειχθεί ότι συντελεί στην καταστροφή της ανεπιθύμητης περίσσειας λίπους και συνεπώς στην περιπόθητη για τις δυτικές κοινωνίες απώλεια βάρους. Σε αντίθεση με άλλες ουσίες που υπόσχονται αδυνατίσμα, φαίνεται ότι η φορσκολίνη είναι όντως όχι μόνο αποτελεσματική αλλά και αβλαβής, όπως προκύπτει από μια σειρά έγκυρων κλινικών δοκιμών.

Παρά την απλή σχετικά δομή της, η εργαστηριακή σύνθεση της φορσκολίνης είναι εξαιρετικά πολυπλοκή και αποκλείει προς το παρόν την επέκτασή της σε βιομηχανικό επίπεδο. Κατά συνέπεια, η συλλογή της ρίζας του φυτού που ευδοκίμει σε ημιορεινές άγονες εκτάσεις και λιβάδια στις υπώρειες των Ιμαλαΐων – μια καταστρεπτική για το φυτό διαδικασία – παρέμενε για καιρό η μοναδική πηγή της. Σοβαρό μειονέκτημα ήταν η ιδιαίτερα ακριβή τιμή της καθαρής φορσκολίνης, αφού ένα γραμμάριο έφτασε να πωλείται γύρω στα 5.000 ευρώ, αποτελώντας αποτρεπτικό παράγοντα για την ανάπτυξη φαρμάκων. Κατά παράβαση της συνήθους πρακτικής, οι φαρμακευτικές εταιρείες ενδιαφέρθηκαν από νωρίς να εξασφαλίσουν μεγαλύτερες ποσότητες της ουσίας, παράλληλα με την ερευνητική τους προσπάθεια για την ανάπτυξη φαρμάκων με βάση την ίδια τη φορσκολίνη ή κάποια παράγωγά της, όχι μόνο επειδή προβλέπεται συνεχής αύξηση της ζήτησης της ουσίας για αδυνατίσμα, αλλά επειδή θεωρείται πιθανότα-



Η φορσκολίνη

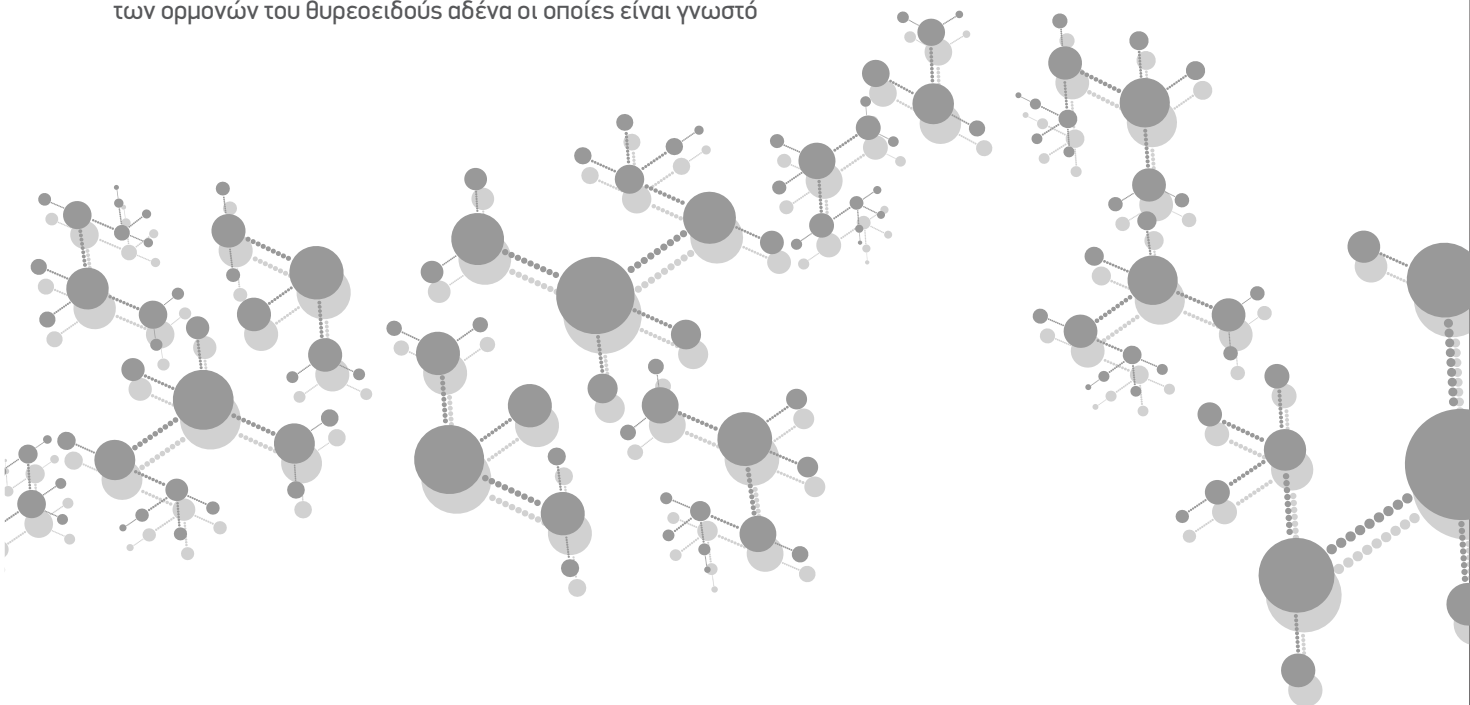
τη η κυκλοφορία νέων φαρμάκων στο εγγύς μέλλον.

Στην προσπάθεια αύξησης της παραγωγής της φορσκολίνης, έχουν αρχίσει ήδη από τη δεκαετία του 1980 μελέτες για την «εξημέρωση» του άγριου φυτού και τη συστηματική του καλλιέργεια. Εξετάζοντας πολλές ποικιλίες του, οι γενετιστές εντόπισαν τρεις με σχετικά μεγάλη περιεκτικότητα σε φορσκολίνη (έως 0,4%) και αυξημένη παραγωγή κονδύλων, πετυχαίνοντας τελικά να δημιουργήσουν φυτά με οκταπλάσια απόδοση σε σχέση με την καλύτερη φυσική ποικιλία. Ενδιαφέρον, ευνοϊκό εύρημα είναι ότι η μέγιστη συγκέντρωση της ουσίας επιτυγχάνεται σύντομα, 5,5 μήνες από την έναρξη της ανάπτυξης του φυτού, ενώ στη συνέχεια ελαττώνεται. Επίσης, η παραγωγή της μπορεί σχεδόν να διπλασιαστεί αν το φυτό υποστεί κατεργασία με έναν ενδοφυτικό μύκητα.

Επιβεβαιώνοντας τη λαϊκή ιατρική, σε μερικές χώρες η φορσκολίνη κυκλοφορεί ήδη ως φαρμακευτικό σκεύασμα εναντίον του άσθματος, λόγω της έντονης αγγειοδιασταλτικής της δράσης, όμως δεν έχει εγκριθεί ακόμη γενικότερα για κάποια συγκεκριμένη ασθένεια. Είναι πάντως διαθέσιμη είτε σε καθαρή μορφή είτε ως εκχύλισμα, υπαγόμενη στις δρόγες (φυτικά παρασκευάσματα), με πιστοποιημένη την έλλειψη τοξικότητας. Η πολυσιχιδής δράση της φορσκολίνης οφείλεται κατά κύριο λόγο στην ικανότητά της να ενεργοποιεί ορισμένους κυτταρικούς υποδοχείς ενισχύοντας την παραγωγή ενός ενζύμου που προκαλεί αύξηση του κυκλικού αδενοσινοφωσφορικού οξέος (cAMP) στα κύτταρα. Η εν λόγω ουσία αποτελεί ουσιώδη ενδοκυτταρικό μεταφορέα μηνυμάτων για να εξασφαλιστεί η ορθή βιολογική ανταπόκριση των κυττάρων στις ορμόνες. Η παρουσία της απαιτείται για την επικοινωνία μεταξύ των κυττάρων στον υποθάλαμο και στην υπόφυση, καθώς και για τον έλεγχο ορμονών εντοπισμένων σε εξειδικευμένα κύτταρα αδένων, όπως οι θυρεοειδείς, η τεστοστερόνη, η κορτιζόλη, η μελατονίνη και άλλες. Η λιπολυτική δράση της φορσκολίνης αποδίδεται στην ενεργοποίηση των ορμονών του θυρεοειδούς αδένου οι οποίες είναι γνωστό

από καιρό ότι διαδραματίζουν πρωτεύοντα ρόλο στον καταβολισμό των θρεπτικών υλών. Σύμφωνα με άλλες πρόσφατες έρευνες, η φορσκολίνη εμποδίζει την ανάπτυξη ενός είδους λευχαιμίας, ακόμη και όταν έχει αναπτυχθεί αντίσταση σε άλλα φάρμακα, όπως το *Gleevec* (ή *Glivec*). Προς το παρόν, οι έρευνες έχουν περιοριστεί σε καλλιέργειες κυττάρων και πειραματόζωα.

Εκτός από τον έμμεσο επηρεασμό της παραγωγής ορμονών, η φορσκολίνη προκαλεί, επίσης με τη μεσολάβση του cAMP, και άλλα φυσιολογικά φαινόμενα λόγω της προσκόλλησής της σε ποικίλες πρωτεΐνες. Το πιο εμφανές είναι η διαστολή των αρτηριών και άλλων λείων μυών, με συνέπεια την ελάττωση της αρτηριακής πίεσης, ενώ αισθητή είναι και η αύξηση της δύναμης συστολής του καρδιακού μυός. Επιπλέον, εκδηλώνει φυσιολογικές δράσεις που δεν συνεπάγονται τη μεσολάβση του cAMP. Παραδείγματος χάριν, εμποδίζει τη διακίνηση ορισμένων πρωτεϊνών προκαλώντας την ενεργοποίηση ενζύμων εξαρτώμενων από αυτές. Ακόμη, παρεμποδίζει την προσκόλληση των αιμοπεταλίων στους οικείους υποδοχείς επηρεάζοντας τον ρόλο τους σε πολλά φυσιολογικά φαινόμενα.



Δελτίο Τύπου

Ολοκλήρωση της Δεύτερης Φάσης του 35ου Πανελληνίου Μαθητικού Διαγωνισμού Χημείας (ΠΜΔΧ)

12 - 5 - 2022

Την Κυριακή, 8 Μαΐου 2022 ολοκληρώθηκε η Β΄ φάση του 35^{ου} ΠΜΔΧ, από την οποία οριστικοποιήθηκε η κατάταξη των μαθητών και μαθητριών που διακρίθηκαν σε ότι αφορά στις βαθμολογίες και θα βραβευθούν από την ΕΕΧ. Οι 10 με τις υψηλότερες βαθμολογίες από την Γ΄ τάξη και οι 3 με τις υψηλότερες βαθμολογίες από την Β΄ τάξη θα λάβουν μέρος στην Γ΄ φάση, η οποία θα πραγματοποιηθεί στο Τμήμα Χημείας του ΕΚΠΑ και από την οποία θα επιλεγεί η τετραμελής Ολυμπιακή ομάδα, η οποία θα εκπροσωπήσει την χώρα μας στην 54^η Ολυμπιάδα Χημείας, η οποία θα πραγματοποιηθεί με ευθύνη της Κίνας. (<http://icho2022.cn>)

Στην Β΄ φάση εκλήθησαν συνολικά:

62 Μαθητές και Μαθήτριες της Α Λυκείου με τις υψηλότερες βαθμολογίες, από τους οποίους/ες τελικά προσήλθαν στην εξέταση 39,

40 Μαθητές και Μαθήτριες της Β Λυκείου με τις υψηλότερες βαθμολογίες, από τους οποίους/ες τελικά προσήλθαν στην εξέταση 24,

34 Μαθητές και Μαθήτριες της Γ Λυκείου με τις υψηλότερες βαθμολογίες, από τους οποίους/ες τελικά προσήλθαν στην εξέταση 25

Η ΕΕΧ συχαίρει όλους τους μαθητές που συμμετείχαν στον 35^ο ΠΜΔΧ και θεωρεί ότι όλοι έχουν διακριθεί για την αγάπη τους για την επιστήμη της Χημείας και την προσήλωση τους στην γνώση και την αριστεία και τους εύχεται οι στόχοι τους να στεφθούν με επιτυχία.

Ιδιαίτερα όμως συχαίρει τους διακριθέντες μαθητές που ανταποκρίθηκαν με επιτυχία σε απαιτητικά και δύσκολα θέματα και στις δύο φάσεις του ΠΜΔΧ και είναι πεπεισμένη ότι αυτή είναι μόνο η αρχή των επιτυχιών τους.

Η ΕΕΧ ευχαριστεί τα Περιφερειακά Τμήματα Κεντρικής και Δυτικής Μακεδονίας, Κρήτης, Πελοποννήσου και Δυτικής Ελλάδας τα οποία ήταν εξεταστικά κέντρα στην Β΄ φάση του ΠΜΔΧ και ιδιαίτερα όσους συμμετείχαν ως επιτηρητές, θεματοδότες και εξεταστές, χωρίς την συμβολή των οποίων η διεξαγωγή του ΠΜΔΧ θα ήταν αδύνατη.

Τα τελικά αποτελέσματα του ΠΜΔΧ έχουν αναρτηθεί στην ιστοσελίδα της ΕΕΧ.

Δελτίο Τύπου

Διάλυμα Στο Διάλειμμα

27 - 5 - 2022

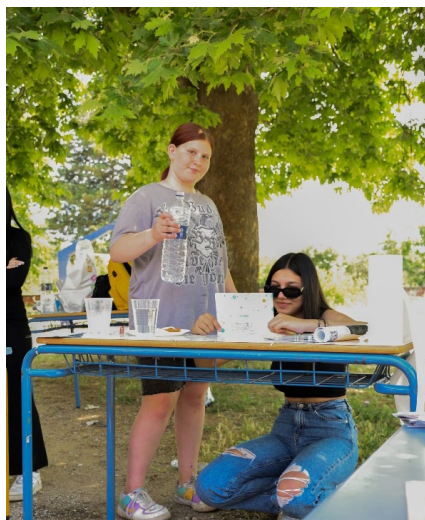


Η Ελευθερία, η Κωνσταντίνα, η Μαρία και ο Άγγελος, οι τέσσερις μικροί επιστήμονες ήταν οι πρωταγωνιστές της δράσης «Διάλυμα Στο Διάλειμμα» που έλαβε χώρα στο Γυμνάσιο Σ.Σ. Μουριών Κιλκίς, την Παρασκευή 27 Μαΐου 2022. Με την αρωγή του Περιφερειακού Τμήματος Κεντρικής και Δυτικής Μακεδονίας της Ένωσης Ελλήνων Χημικών τα παιδιά εκτέλεσαν πειράματα στους συμμαθητές τους, τα οποία διδάχθηκαν μέσα στη σχολική χρονιά από τον αναπληρωτή καθηγητή χημείας και εκπρόσωπο του Π.Τ.Κ.Δ.Μ. της Ε.Ε.Χ. στο Νομό Κιλκίς, Αθανάσιο Τατάρογλου.

Τα παιδιά μαθαίνουν ευκολότερα μέσα από τα πειράματα, καθώς βλέπουν και τη χρησιμότητα της χημείας στην καθημερινή ζωή τους από τα απλά υλικά που χρησιμοποιούνται, καθώς αντιλαμβάνονται καλύτερα τον κόσμο από το πρίσμα της χημείας.

Κατά τη διάρκεια της εκδήλωσης έγινε και διανομή του εντύπου του ΠΤΚΔΜ που εκδόθηκε για την Πανελλήνια Ημέρα Χημείας του 2022.

Ευχαριστούμε το Γυμνάσιο Σ.Σ. Μουριών και τον διευθυντή κ. Δημήτρη Τζαβέλλα για τη βοήθεια στην υλοποίηση της δράσης.



Δελτίο Τύπου

ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΗΜΕΡΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ 2022

5 - 6 - 2022

Από το 1974 που ξεκίνησε ο εορτασμός της, η Παγκόσμια Ημέρα Περιβάλλοντος έχει εξελιχθεί σε παγκόσμια πλατφόρμα δημόσιας προβολής των περιβαλλοντικών θεμάτων, η οποία γιορτάζεται σε περισσότερες από 150 χώρες παγκοσμίως, κυβερνήσεις, επιχειρήσεις, διασημότητες και πολίτες να επικεντρώνουν τις προσπάθειές τους στο ζήτημα της προστασίας του περιβάλλοντος και στις ολέθριες συνέπειες που έχει η ρύπανση του και η ανεξέλεγκτη χρήση του.

Το φετινό θέμα της φετινής Παγκόσμιας Ημέρας είναι ότι έχουμε **Μόνο Μία Γη και πρέπει να ζούμε βιώσιμα σε αρμονία με τη φύση.**

Ο παγκόσμιος πληθυσμός αυξάνεται σταθερά προς τα 8 δισεκατομμύρια και χρησιμοποιούμε το 1,6 φορές το ισοδύναμο της Γης για να διατηρήσουμε τον τρέχοντα τρόπο ζωής μας, σύμφωνα με το Περιβαλλοντικό Πρόγραμμα των Ηνωμένων Εθνών (UNEP). Όπως είναι φυσικό, τα οικοσυστήματα δεν μπορούν να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις μας και, ως εκ τούτου φθίνουν γρήγορα.

Τώρα, περισσότερο από ποτέ, πρέπει να θυμόμαστε ότι έχουμε μόνο μία Γη και ότι ο χρόνος για να σώσουμε τον πλανήτη μας τελειώνει με γοργούς ρυθμούς. Γι' αυτό το θέμα της φετινής Παγκόσμιας Ημέρας Περιβάλλοντος —μόνο μία Γη— ταιριάζει απόλυτα στο τρέχον σενάριο. Το Πακιστάν θα είναι φέτος ο παγκόσμιος οικοδεσπότης της ημέρας.

Οι ανθρώπινες δραστηριότητες τις τελευταίες δεκαετίες έχουν επιφέρει σημαντικές αλλαγές στα τρία τέταρτα της επιφάνειας της Γης και στα δύο τρίτα των ωκεανών, αποσταθεροποιώντας το κλίμα μας και τα συστήματα υποστήριξης της φυσικής ζωής μας.

Η Παγκόσμια Ημέρα Περιβάλλοντος προτρέπει λοιπόν όλους μας να προστατεύσουμε το φυσικό μας περιβάλλον. Με εκατομμύρια ανθρώπους από περισσότερα από 150 έθνη να συμμετέχουν, **είναι πλέον η μεγαλύτερη περιβαλλοντική εκδήλωση στον κόσμο.** Ο στόχος είναι να εμπλακούν οι κυβερνήσεις, οι επιχειρήσεις, η κοινωνία των πολιτών, τα σχολεία, οι διασημότητες, οι πόλεις και οι κοινότητες στην ενίσχυση της περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης και στον εορτασμό της περιβαλλοντικής δράσης.

Σύμφωνα με το UNEP, παρά τις πολλές συμφωνίες για το κλίμα, **η πρόοδος προς την ανάσχεση της κλιματικής αλλαγής εξακολουθεί να είναι πολύ αργή.** Τα άτομα και η κοινωνία των πολιτών πρέπει να διαδραματίσουν κρίσιμο ρόλο στην ευαισθητοποίηση και να πιέσουν τις κυβερνήσεις και τον ιδιωτικό τομέα να κάνουν αλλαγές μεγάλης κλίμακας.

Ως εκ τούτου, η Παγκόσμια Ημέρα Περιβάλλοντος 2022 καλεί για «συλλογική, δράση σε παγκόσμια κλίμακα για τον εορτασμό, την προστασία και την αποκατάσταση του πλανήτη μας», ενθαρρύνοντας όλους, παντού, να ζήσουν βιώσιμα για να αντιμετωπίσουν την κλιματική καταστροφή.

Η Ένωση Ελλήνων Χημικών ως επίσημος σύμβουλος του κράτους σε θέματα χημείας, με υψηλή εξειδίκευση σε θέματα προστασίας περιβάλλοντος, θέτει το υψηλής επιστημονικής στάθμης προσωπικό της στη διάθεση της πολιτείας παρέχοντας συμβουλευτικές υπηρεσίες αλλά και γνωμοδοτήσεις στις περιπτώσεις που της ζητείται και τονίζει ότι οι εκάστοτε δράσεις πρέπει να δρομολογούνται με μόνο γνώμονα την προστασία αλλά και ανάδειξη του φυσικού περιβάλλοντος και της προστασίας της βιοποικιλότητας και είναι υπέρμαχος των δράσεων που συγκλίνουν με την επίτευξη των στόχων της πράσινης συμφωνίας της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Δελτίο Τύπου

Ο Σύνδεσμος Χημικών Βορείου Ελλάδος και το Περιφερειακό Τμήμα Κεντρικής & Δυτικής Μακεδονίας της Ένωσης Ελλήνων Χημικών



Σας προσκαλούν στην Εκδήλωση με θέμα:

Οίνος και πολιτισμός

Πέμπτη 23 Ιουνίου 2022, 6.30 μμ

Αίθουσα Εμπορικού και Βιομηχανικού Επιμελητηρίου (ΕΒΕΘ) Τσιμισκή 29

Ομιλητές:

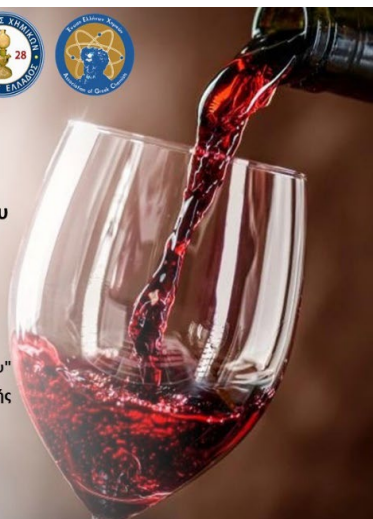
Μαγδαληνή Λειβαδιώτη: «Κτήμα Γεροβασιλείου: πολιτισμός από το αμπέλι στο κρασί»

Άγγελος Ζαμάνης: "Ο Ακάνθιος Οίνος και η Σύγχρονη Εκδοχή του"

Άγγελος Ιατρίδης: «Αμύνταιο, η Αναγέννηση μιας πολυδυναμικής αμπελοοικονομικής ζώνης»

Μαρία Νέτσικα: «Κρασί και εδέσματα σε αρμονικές κλίμακες...»

Θα ακολουθήσει δεξίωση



Ο Σύνδεσμος Χημικών Βορείου Ελλάδος (ΣΧΒΕ) και το Περιφερειακό Τμήμα Κεντρικής και Δυτικής Μακεδονίας (ΠΤΚΔΜ) της Ένωσης Ελλήνων Χημικών (ΕΕΧ), συνδιοργάνωσαν εκδήλωση με θέμα: «**Οίνος και Πολιτισμός**», την Πέμπτη 23 Ιουνίου 2022 και ώρα 6:30 μ.μ. με 9:00.

Την Εσπερίδα, η οποία πραγματοποιήθηκε στην Αίθουσα Εκδηλώσεων, του Εμπορικού και Βιομηχανικού Επιμελητηρίου Θεσσαλονίκης, τίμησε με την παρουσία του ο τέως Δήμαρχος Θεσσαλονίκης κος Γιάννης Μπουτάρης και την παρακολούθησαν περίπου 100 άτομα.

Τα θέματα που αναπτύχθηκαν και αντίστοιχοι εισηγητές είναι:

1. ΜΑΓΔΑΛΗΝΗ ΛΕΙΒΑΔΙΩΤΗ Η κα Μαγδαληνή Λειβαδιώτη είναι απόφοιτος του τμήματος Οργάνωσης και Διοίκησης Επιχειρήσεων στο ΠΑ.ΜΑΚ και είναι κάτοχος μεταπτυχιακού διπλώματος Μουσειολογίας-Διαχείρισης Πολιτισμού από το Α.Π.Θ. Από το 2001 εργάζεται στο Κτήμα Γεροβασιλείου ως υπεύθυνη του Μουσείου Οίνου Γεροβασιλείου και του τμήματος οινοτουριστικών-πολιτιστικών εκδηλώσεων, σ' ένα οινοποιείο πρωτοπόρο, στην υλοποίηση του διπτύχου Οίνος και Πολιτισμός. Η κ. Λειβαδιώτη είναι κάτοχος διπλώματος γευσιγνωσίας και έχει παρακολουθήσει πολλά σεμινάρια σχετικά με το αντικείμενο. Η ομιλία της κας Λειβαδιώτη είχε θέμα: «**Κτήμα Γεροβασιλείου: Πολιτισμός από το αμπέλι στο κρασί**».

2. ΑΓΓΕΛΟΣ ΖΑΜΑΝΗΣ Ο κ Άγγελος Ζαμάνης είναι Χημικός απόφοιτος ΑΠΘ με Μεταπτυχιακό Δίπλωμα Ειδικεύσεως στη Χημική Τεχνολογία, κατέχει δίπλωμα οινολογίας και είναι Υποψήφιος Διδάκτορας του Τμήματος Χημείας του ΑΠΘ. Σήμερα είναι ο Γενικός Διευθυντής της Agrovision. Ο Α. Θ. Ζαμάνης έχει εκπονήσει μελέτες τόσο στην Ελλάδα, όσο και στην Ελβετία, είναι συγγραφέας με πολλές επιστημονικές δημοσιεύσεις και κάτοχος τριών διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας. Τα ερευνητικά του ενδιαφέροντα εστιάζουν στην «εντατικοποίηση των διεργασιών» της παραγωγικής διαδικασίας βιομηχανικών μονάδων και στη διαχείριση αποβλήτων με έμφαση στη βιομηχανική συμβίωση και κατ'επέκταση στην κυκλική οικονομία, φιλοσοφία που εφαρμόζει με μεγάλη επιτυχία στην Agrovision, ένα ανερχόμενο «μπουτίκ» οινοποιείο στην Ιερισσό Χαλκιδικής που αξίζει να επισκεφτούμε. Ο κ. Ζαμάνης παρουσίασε: «**Ο Ακάνθιος Οίνος και η σύγχρονη εκδοχή του**».





3. ΑΓΓΕΛΟΣ ΙΑΤΡΙΔΗΣ Ο κ Άγγελος Ιατρίδης είναι Χημικός απόφοιτος του ΑΠΘ, κάτοχος του διπλώματος DNO από το πανεπιστήμιο του Bordeaux, επικεφαλής του κτήματος ΑΛΦΑ που συνδημιούργησαν με το Μάκη Μαυρίδη. Πρόκειται για ένα ταλαντούχο οινολόγο και ένα πετυχημένο οινοποιό, Ταλαντούχος, καθώς έχει συμβάλει στα πρώτα χρόνια της καριέρας του στη δημιουργία και το ξεκίνημα αρκετών σημαντικών οινοποιείων, Κτήμα Τέχνη Οίνου, Κυρ-Γιάννη, Κτήμα Παυλίδη, Emery, Κτήμα Εύχαρις είναι μερικά μόνο από αυτά. Είναι πετυχημένος οινοποιός διότι επέλεξε το Αμύνταιο να δημιουργήσει και να αφήσει το στίγμα του στον οινικό κόσμο. Το υπερσύγχρονο οινοποιείο του, ένα στολίδι κόσμημα, αποτελεί προορισμό τον οποίο αναμφισβήτητα πρέπει να επισκεφτείτε και τα κρασιά του από την πρώτη μέρα της γέννησής τους ξεχώρισαν και καταξίωσαν μια πολυδύναμη αμπελοοικονομική περιοχή, το Αμύνταιο, κάνοντας το παγκόσμια γνωστό. Για αυτή ακριβώς τη ζώνη και τις δυνατότητές της αναφέρθηκε στην ομιλία του με θέμα **«Αμύνταιο, η αναγέννηση μιας πολυδύναμης αμπελοοικονομικής ζώνης»**.

4. ΜΑΡΙΑ ΝΕΤΣΙΚΑ Η κα Μαρία Νέτσικα είναι χημικός-οινολόγος, δημοσιογράφος και συγγραφέας. Σπούδασε Χημεία στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο και στη συνέχεια οινολογία στη Γαλλία. Όταν επέστρεψε ασχολήθηκε ενεργά με τη παραγωγική διαδικασία, σε μια αξιόλογη ζώνη ΠΟΠ τη Γουμένισσα για να την κερδίσει όμως τελικά η οινική επικοινωνία και η εκπαίδευση επαγγελματιών και καταναλωτών. Δημοσιογραφεί, γράφει βιβλία για το κρασί και τα τελευταία 20 και πλέον χρόνια εκπαιδεύει τους οινοφίλους της Βόρειας Ελλάδας στο «Wine Club THESSALONIKI '96» μέσω του οποίου επαγγελματίες του κλάδου έχουν έρθει σε επαφή με το απλό οινοφιλό κοινό δίνοντας μας τη δυνατότητα να γνωρίσουμε και να δοκιμάσουμε πάρα πολλά αξιόλογα κρασιά. Από το 2003, διοργανώνει τον Χάρτη των Γεύσεων, τη σημαντικότερη οινική εκδήλωση/έκθεση κρασιών και αποσταγμάτων στη Βόρεια Ελλάδα. Εκδίδει, επίσης από το 2003, το δωρεάν διανεμόμενο περιοδικό Wine Plus magazine και είναι ο άνθρωπος που διαμόρφωσε και συνεχίζει να εμπλουτίζει την κουλτούρα του οίνου και της γαστρονομίας στη Θεσσαλονίκη. Με την εμπειρία που διαθέτει ήταν η πλέον αρμόδια να μιλήσει για **«Κρασί και εδέσματα σε αρμονικές κλίμακες»**

Την εκδήλωση συντόνισε η Αντιπρόεδρος του ΣΧΒΕ κα Άννα Γκουλιώτη και απύθυαν χαιρετισμό ο τέως Δήμαρχος Θεσσαλονίκης κος Γιάννης Μπουτάρης, ο Πρόεδρος της ΕΕΧ Αναπλ. Καθηγητής κ. Ιωάννης Κατσογιάννης, η Πρόεδρος του ΣΧΒΕ Καθηγήτρια κα Ελένη Δεληγιάννη και η Πρόεδρος του ΠΤΚΔΜ Καθηγήτρια κα Βικτωρία Σαμανίδου.

Για την εκδήλωση δόθηκε συνέντευξη στη δημοσιογράφο Μαρία Σαμολαδά, από την ομιλήτρια κα Νέτσικα, στον ραδιοφωνικό σταθμό Real FM 107.1 και στο GRTimes:

<https://www.grtimes.gr/ellada/i-m-netsika-gia-tin-ekdilosi-oinos-kai?fbclid=IwAR1meQbZLZNVxiS0qRTaSSMh74hhHsTKE53M0IFzC4d4wLG5oSLxWSnOxAQ>

Ο ΣΧΒΕ και το ΠΤΚΔΜ ευχαριστούν θερμά όλους τους ομιλητές για την ανταπόκρισή τους και τις πολύτιμες και πολύ κατατοπιστικές πληροφορίες στις εξαιρετικά ενδιαφέρουσες ομιλίες τους, καθώς επίσης και για τις ενέργειες τους προς τα οινοποιεία τους για τη χορηγία των οίνων της δεξίωσης που ακολούθησε.

