

# Χημικά

## Χρονικά

ΤΕΥΧΟΣ ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ 2020

**Ο ρόλος της Αναλυτικής Χημείας στην Αυθεντικότητα των Τροφίμων**

**Τεχνικές μοριακής απεικόνισης**

**Φορώντας μάσκες**

**Η επεξεργασία γονιδιώματος CRISPR λαμβάνει το βραβείο Νόμπελ Χημείας 2020**



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

**Πρόεδρος:** Παπαδόπουλος Αθανάσιος

**Α' Αντιπρόεδρος:** Αναστάσιος Κορίλλης

**Β' Αντιπρόεδρος:** Κατσογιάννης Ιωάννης

**Γενικός Γραμματέας:** Σιταράς Ιωάννης

**Ειδικός Γραμματέας:** Βαφειάδης Ιωάννης

**Ταμίας:** Πάντος Παναγιώτης

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

## Περιφερειακά τμήματα της Ε.Ε.Χ.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Ιδιοκτήτης:** Ένωση Ελλήνων Χημικών

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

**Αρχισυντάκτης:** Καραγιάννης Μιλτιάδης

**Αναπληρωτής Αρχισυντάκτης:** Κιτσινέλης Σπύρος

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

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

Σιταράς Ιωάννης

**Βοηθός έκδοσης:** Κιτσινέλης Σπύρος

**Τιμή Τεύχους:** 3 €

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

Τακτικά μέλη (συνταξιούχοι): 25€

Άνεργοι, μεταπτυχιακοί φοιτητές

και στρατευμένοι: 15€

Βιομηχανίες – Οργανισμοί : 74€

Συνδρομή Εξωτερικού: \$120

**Σχεδίαση - Παραγωγή Έκδοσης:** Adjust Lane

Ελευθερίας 51Α, 14235 Ν. Ιωνία

τηλ.: 210 7489487

e-mail : info@adjustlane.gr

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

3 Σημείωμα του εκδότη

4 Επικαιρότητα

13 Άρθρα

29 Ανακοινώσεις

30 Δελτία τύπου / Δράσεις ΕΕΧ

Αγαπητοί συνάδελφοι,

Στις πραγματικά δύσκολες στιγμές που βιώνει όλη η κοινωνία, η ΕΕΧ προσπαθεί με τις δικές της δυνάμεις να συμβάλει στη διευκόλυνση των συναδέλφων και στην προώθηση της υγείας. Με αυτό ως μοναδικό γνώμονα προχωρήσαμε στον, για μία ακόμη φορά δυστυχώς, περιορισμό της λειτουργίας της ΚΥ και των Περιφερειακών Τμημάτων και σας καλώ να αξιοποιήσετε στο έπακρο όλες τις δυνατότητες εξυπηρέτησης που σας προσφέρει ο δικτυακός τόπος της ΕΕΧ ([www.eex.gr](http://www.eex.gr)). Σχεδόν το σύνολο των υπηρεσιών μας μπορεί να υλοποιηθεί εξ αποστάσεως στην καρτέλα "Υπηρεσίες Μελών", ενώ ταυτόχρονα μέσω mail μπορείτε να υποβάλλετε τις αιτήσεις-προτάσεις σας.

Εν μέσω της πανδημίας διοργανώθηκε με πολύ μεγάλη επιτυχία το 7ο Περιβαλλοντικό Συνέδριο Μακεδονίας από το Περιφερειακό Τμήμα Κεντρικής και Δυτικής Μακεδονίας σε συνδιοργάνωση με το Σύνδεσμο Χημικών Βορείου Ελλάδος, υπό τον συντονισμό των Καθηγητριών του Τμήματος Χημείας του ΑΠΘ Δ. Βουτσά και Ε. Δεληγιάννη. Οι εργασίες του συνεδρίου διεξήχθησαν διαδικτυακά και υπήρξε ρεκόρ συμμετοχών και επιστημονικών άρθρων, γεγονός που καταδεικνύει ότι με σκληρή δουλειά και αφοσίωση στον στόχο μπορούμε να καταφέρουμε πολλά. Ίσως αυτό να αποτελέσει και ένα προηγούμενο που θα εκμεταλλευτεί το Περιφερειακό Τμήμα Αττικής και Κυκλάδων στο οποίο έχει ανατεθεί η διοργάνωση του Πανελληνίου Συνεδρίου Χημείας εδώ και δύο χρόνια, αλλά έχει αναβληθεί δύο φορές λόγω της πανδημίας.

Σύντομα θα ξεκινήσουμε νέο κύκλο σεμιναρίων για τους συναδέλφους, υπό το συντονισμό του Συμβουλίου Εκπαίδευσης της ΕΕΧ με το χαμηλότερο δυνατό κόστος, αν όχι δωρεάν.

Κλείνοντας να επισημάνω ότι πρέπει όλοι μας να συμβάλουμε στην προστασία των οικογενειών μας, τηρώντας αυστηρά τα μέτρα και ακολουθώντας τις οδηγίες των επιστημόνων, αυτό άλλωστε δεν επιθυμούμε και εμείς ως επιστήμονες; Να ακούει η Κυβέρνηση και η κοινωνία τις θέσεις και τις προτάσεις μας.

Παραμένουμε συνεπείς, παραμένουμε ασφαλείς

Με εκτίμηση

Ο Πρόεδρος της Ένωσης Ελλήνων Χημικών

Δρ Αθανάσιος Παπαδόπουλος

## ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗ ΤΗΣ ΣΥΝΤΑΚΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΤΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ ΧΡΟΝΙΚΩΝ

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

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

# Xylella fastidiosa

Επιμέλεια: **Αγγελική Οικονόμου Κατσαφούρου**, Χημικός

Νέος κανονισμός της ΕΕ Αυγούστου 2020 (2020/1201), εισάγει νέα αυστηρότερα μέτρα για την αντιμετώπιση της *Xylella fastidiosa*, κρίνοντας ότι οι επιπτώσεις της συνιστούν εξαιρετικό κίνδυνο παγκοσμίως, για την ασφάλεια και την επάρκεια των τροφίμων.

## 1. Τι είναι η *Xylella fastidiosa*;

Πρόκειται για ένα φυτοπαθογόνο βακτήριο καραντίνας. Η *Xylella fastidiosa* είναι ένα από τα πιά επικίνδυνα βακτήρια των φυτών παγκοσμίως, η οποία προκαλεί μία ποικιλία ασθενειών με τεράστιες οικονομικές συνέπειες για τη γεωργία, για τους κήπους αλλά και για το περιβάλλον.

Στο σενάριο που θα ήταν διαδεδομένη σε όλη την Ευρώπη θα επηρέαζε αρνητικά την αξία παραγωγής κατά:

70% για τα γέρικα ελαιόδενδρα και 35% για τα νεώτερα

11% για τα εσπεριδοειδή

13% για τις αμυγδαλιές

1-2% για τα σταφύλια

Αυτό θα έθετε σε κίνδυνο 300.000 θέσεις εργασίας και θα προκαλούσε απώλειες γεωργικής παραγωγής της τάξεως των 5,5 δις ευρώ στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Επιπρόσθετα των αμέσων συνεπειών τα βακτήρια αυτά θα είχαν σημαντικές έμμεσες συνέπειες σε οικονομικούς κλάδους που προηγούνται και έπονται της γεωργικής παραγωγής.

Το βακτήριο ζει μέσα στον ξύλινο ιστό του φυτού. Οι κυριώτεροι τρόποι για να εισαχθεί ο επιβλαβής αυτός οργανισμός καραντίνας σε μία περιοχή είναι αφενός με τα φυτά προς φύτευση (πολλαπλασιαστικό/φυτωριακό υλικό) και αφ' ετέρου με τα έντομα φορείς.

Απαντά με τέσσερα υποείδη τα *fastidiosa*, *pauca*, *multiplex* and *sandyi*.

Τα συμπτώματα της παρουσίας της *Xylella fastidiosa*, ποικίλλουν. Μπορεί να είναι και ανύπαρκτα, αλλά μπορεί και να προκαλέσουν τον θάνατο του φυτού μέσα σε σύντομο χρονικό διάστημα, εξαρτώμενα από τον τύπο του προσβεβλημένου φυτού, από τον πληθυσμό του βακτηρίου, από τον τύπο των ειδών που είναι παρόντα, από το είδος και τον σχετικό πληθυσμό των ενεχομένων υποειδών και ακόμα από τις κλιματικές συνθήκες.

Σύμφωνα με την σχετική γνώση το βακτήριο έχει ταυτοποιηθεί ή έχει απομονωθεί από τουλάχιστον 500 είδη φυτών σε όλον τον κόσμο, χωρίς απαραίτητα όλα να νοσούν.

Στην ΕΕ έχουν βρεθεί ότι προσβάλλονται κάποια φυτά μεγάλης οικονομικής αξίας (π.χ. ελαιόδενδρα, της οικογενείας «πέτρα φρούτων», δαμασκηνιές, αμυγδαλιές, κερασιές) ή και παγκοσμίως διαδεδομένα διακοσμητικά φυτά (π.χ. φύλλα μυρτιάς, πικροδάφνη).

Μετάδοση της νόσου στην ΕΕ λαμβάνει χώρα μέσω των τζιτζικιών που δρούν ως έντομα φορείς, και είναι διασκορπισμένα μέσα στην ΕΕ. Κατά συνέπεια ο κίνδυνος περαιτέρω

διασκορπισμού μέσα στην ΕΕ κρίνεται ότι είναι πολύ μεγάλος και ως εκ τούτου πρέπει να ληφθούν μέτρα.

Το βακτήριο εγκαθίσταται και πολλαπλασιάζεται στα αγγεία του ενεργού ξύλου, τα οποία αποφράσσει περιορίζοντας την τροφοδοσία του προσβεβλημένου φυτού με νερό και θρεπτικά στοιχεία.

## 2. Αντιμετώπιση:

Δεν υπάρχουν διαθέσιμα χημικά μέσα για καταπολέμηση του βακτηρίου. Ο καλύτερος τρόπος αντιμετώπισης του είναι η λήψη προληπτικών μέτρων που να αποτρέπουν την εγκατάσταση του. Στα μέτρα αυτά περιλαμβάνεται η χρήση πιστοποιημένου πολλαπλασιαστικού υλικού (δενδρυληθίων και εμβολίων), καθώς επίσης η αντιμετώπιση των μυζητικών εντόμων.

Αναγνωρίστηκε ως φυτοπαθογόνο βακτήριο καραντίνας από την ΕΕ με τον κανονισμό 2016/2031 με τον οποίο απαγορεύτηκε η εισαγωγή και εξαγωγή του στην ΕΕ. Βάσει του κανονισμού αυτού σε περίπτωση που διαπιστωθεί ότι υπάρχει, ανεξάρτητα από την ύπαρξη ή μη συμπτωμάτων και ανεξάρτητα από τον ενεχόμενο τύπο, πρέπει να ληφθούν όλα τα απαραίτητα μέτρα για την καταπολέμησή του, και οπωσδήποτε να ληφθούν μέτρα για την μη περαιτέρω εξαγωγή του, εάν η καταπολέμηση δεν είναι εφικτή.

Στις 14/8/2020 η ΕΕ υιοθέτησε νέα μέτρα ενάντια στην *Xylella*, με βάση τις εμπειρίες που συγκεντρώθηκαν τα τελευταία χρόνια και με βάση τα πρόσφατα επιστημονικά δεδομένα με τον κανονισμό 2020/1201, ο οποίος και καταργεί την απόφαση 2015/789.

## 3. Τι μέτρα περιλαμβάνει ο νέος κανονισμός (συνοπτικά):

### 3.1 Καθορισμό οριοθετημένων περιοχών:

Σε περίπτωση επίσημης επιβεβαίωσης της παρουσίας του συγκεκριμένου επιβλαβούς οργανισμού, το οικείο κράτος μέλος καθορίζει, χωρίς καθυστέρηση, οριοθετημένη περιοχή.

Η οριοθετημένη περιοχή αποτελείται από μια προσβεβλημένη ζώνη και μια ζώνη ασφαλείας. Η προσβεβλημένη ζώνη έχει ακτίνα τουλάχιστον 50 m γύρω από το φυτό στο οποίο εντοπίστηκε η προσβολή.

Εάν δεν εντοπιστεί ο συγκεκριμένος επιβλαβής οργανισμός σε οριοθετημένη περιοχή επί μια περίοδο τεσσάρων ετών, η εν λόγω οριοθέτηση μπορεί να καταργηθεί. Στις περιπτώσεις αυτές, το οικείο κράτος μέλος ενημερώνει την Επιτροπή και τα άλλα κράτη μέλη.

### 3.2 Μέτρα εκρίζωσης - μέτρα περιορισμού:

- Άμεση απομάκρυνση των προσβεβλημένων φυτών
- Μέτρα κατά των διαβιβαστών του συγκεκριμένου οργανισμού με χημικές, βιολογικές, μηχανικές αγωγές.
- Καταστροφή φυτών
- Ετήσια επιτήρηση της οριοθετημένης περιοχής
- Άδεια για την φύτευση συγκεκριμένων φυτών σε προσβεβλημένες ζώνες.
- Λήψη ειδικών μέτρων για την μετακίνηση φυτών εντός της Ένωσης
- Καθιέρωση φυτοϋγειονομικού διαβατηρίου
- Θέσπιση κανόνων και ειδικών διαδικασιών για την εισαγωγή, στην Ένωση, φυτών-ξενιστών καταγωγής τρίτης

### Πηγές

[https://ec.europa.eu/food/plant/plant\\_health\\_biosecurity/legislation/emergency\\_measures/xylella-fastidiosa\\_en](https://ec.europa.eu/food/plant/plant_health_biosecurity/legislation/emergency_measures/xylella-fastidiosa_en)

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32020R1201&from=EN>

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:02015D0789-20180629&from=EN>

[http://www.minagric.gr/images/stories/docs/agrotis/Georgjika\\_Farmaka/Fytoeigionomikos\\_Elegxos/XylellaInfoFlyer.pdf](http://www.minagric.gr/images/stories/docs/agrotis/Georgjika_Farmaka/Fytoeigionomikos_Elegxos/XylellaInfoFlyer.pdf)

[http://www.moa.gov.cy/moa/da/da.nsf/All/167184DE454618DAC225822600443A97/\\$file/%CE%A3EA%20Xylella%20fastidiosa.pdf](http://www.moa.gov.cy/moa/da/da.nsf/All/167184DE454618DAC225822600443A97/$file/%CE%A3EA%20Xylella%20fastidiosa.pdf)

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:02015D0789-20180629>

## Φορώντας μάσκες

Άρθρο του **Jon Evans**

Μετάφραση και επιμέλεια: **Μιητιάδης Ι. Καραγιάννης**

### Εκπνεόμενη αναπνοή.

Λόγω της εξάπλωσης του SARS-CoV-2, πολλοί άνθρωποι σε όλο τον κόσμο υποχρεούνται να προστατεύονται φορώντας μάσκες όταν κυκλοφορούν σε δημόσιους χώρους και αναλαμβάνουν το ρίσκο να αντιμετωπίσουν έλλειψη καθαρού αέρα και θόρυβο στα γυαλιά τους. Αυτό είναι απαραίτητο, επειδή οι μάσκες προσώπου όχι μόνο μας προστατεύουν από το να εισπνεύσουμε τον ιό SARS-CoV-2, αλλά και για να αποφύγουμε την τυχόν διάδοση του ιού εάν είμαστε μολυσμένοι με τον SARS-CoV-2. Στις μάσκες δεν παγιδεύονται όμως μόνον οι ιοί, αλλά οτιδήποτε εκπνέεται, συμπεριλαμβανομένων μορίων νερού, πτητικών οργανικών ενώσεων και βιοσωματιδίων. Εάν αυτό το παγιδευμένο υλικό θα μπορούσε να συλλεχθεί και να αναλυθεί, θα προσέφερε έναν ιδανικό τρόπο για τη μελέτη της σύστασης της εκπνοής, καθώς και για την ανίχνευση βιοδεικτών διαφόρων νόσων που είναι γνωστό ότι υπάρχουν στην αναπνοή. Αυτό προτείνει μια ομάδα Κινέζων ερευνητών, με επικεφαλής τον Bin Hu στο Πανεπιστήμιο Jinan, εισάγοντας απλά μέσα στη μάσκα προσώπου μια ίνα μικροεκχύλισης στερεάς φάσης (Solid Phase Micro Extraction, SPME).

### Σκόρδο, καφές και τσιγάρα

Ως εφαρμογή αυτής της ιδέας, ο Χου και οι συνάδελφοί του εισήγαγαν σε μάσκες προσώπου ίνες SPME με διάφορες επιστρώ-

χώρας στην οποία είναι γνωστό ότι δεν απαντά ο συγκεκριμένος επιβλαβής οργανισμός.

### 3.3 Εκστρατείες ευαισθητοποίησης:

Τα κράτη μέλη οφείλουν να γνωστοποιούν στο ευρύ κοινό, στους ταξιδιώτες, στους επαγγελματίες και στους διεθνείς μεταφορείς πληροφορίες για την απειλή που συνιστά ο συγκεκριμένος επιβλαβής οργανισμός για την Ένωση. Θέτουν τις εν λόγω πληροφορίες στη διάθεση του κοινού, με τη μορφή στοχευμένων εκστρατειών ευαισθητοποίησης στους σχετικούς ιστότοπους της αρμόδιας αρχής ή σε άλλους ιστότοπους που ορίζονται από αυτή.



σεις τις οποίες στη συνέχεια φορούσαν άτομα για περίπου δύο ώρες. Οι ίνες ήταν προσκολλημένες στο εσωτερικό των μασκών προσώπου με ένα κλιπ, τουλάχιστον 1 εκατοστό μακριά από τα χείλη των φερόντων τη μάσκα. Μετά από μερικές ώρες, οι ίνες SPME απομακρύνθηκαν και αναλύθηκαν με άμεση ανάλυση με φασματομετρία μάζας σε πραγματικό χρόνο (Direct Analysis in

Real Time, DART-MS). Οι αναλύτες ιονίζονται πάνω στην επιφάνεια των ινών και αναλύονται με MS με πυροδότηση ενός ηλεκτρικά φορτισμένου πλάσματος σε αυτές. Για να εξασφαλιστεί μια αξιόπιστη συλλογή ανιχνεύσιμων αναλυτών στη συλλεγόμενη εκπονή, ο Hu και οι συνεργάτες έδωσαν στα άτομα να φάνε τρόφιμα όπως σκόρδο και μπανάνες, να πιούν ένα φλιτζάνι καφέ ή να καπνίσουν ένα τσιγάρο για λίγα δευτερόλεπτα πριν φορέσουν τις μάσκες. Σε όλες τις περιπτώσεις, ανιχνεύθηκαν επάνω στις ίνες SPME αναλύτες που σχετίζονται με αυτές τις ουσίες. Όπως αναφέρουν σε μια εργασία τους στο περιοδικό *Analytical Chemistry*, αυτοί οι αναλύτες περιελάμβαναν πτητικές ενώσεις θείου για εκείνους που είχαν φάει σκόρδο, καφεΐνη για εκείνους που έπιναν καφέ, και νικοτίνη και το μεταβολίτη κοτινίνη για εκείνους που είχαν καπνίσει τσιγάρο. Οι ίνες μπόρεσαν να συλλέξουν μη πτητικούς αναλύτες όπως καφεΐνη, καθώς και πτητικούς, που διαλύθηκαν στα πολλά μόρια νερού που υπήρχαν στην εκπονή. Επιπλέον, οι ίνες δεν παγίδευσαν απλώς αναλύτες στα εκπεσόμενα από το στόμα, αλλά και στα αέρια που εκπνέυθηκαν από τη μύτη, η οποία καλύπτεται επίσης από τη μάσκα. Για να το αποδείξουν αυτό, ο Χου και οι συνεργάτες του ψέκασαν με ρινικά φάρμακα σε μορφή αερολύματος που περιείχαν τα δραστικά συστατικά ξυλομεταζολίνη και βουδεσονίδη τις μύτες ορισμένων από τα άτομα πριν φορέσουν τις μάσκες. Και τα δύο αυτά ενεργά συστατικά ανιχνεύθηκαν στη συνέχεια στις ίνες SPME.

#### Υγροχρωματογραφία και Αεριοχρωματογραφία

Χρησιμοποιώντας ίνες SPME με διαφορετικές επικαλύψεις, ο Hu και οι συνεργάτες του έδειξαν επίσης ότι θα μπορούσαν

να στοχευθούν στην αναπνοή συγκεκριμένοι τύποι αναλυτών. Για παράδειγμα, οι ίνες SPME επικαλυμμένες με το πολυμερές PDMS ήταν αποτελεσματικές στη συλλογή αναλυτών χαμηλής πολικότητας, όπως η ξυλομεταζολίνη και η βουδεσονίδη, ενώ οι ίνες που επικαλύφθηκαν με ένα μείγμα PDMS και DVB (Polydimethylsiloxane/Divinylbenzene) ήταν καλύτερες για τη συλλογή πτητικών πολικών αναλυτών, όπως η νικοτίνη και η κοτινίνη. Έδειξαν επίσης ότι μια και μόνη μάσκα μπορεί άνετα να φιλοξενήσει δύο ίνες, επιτρέποντας τη σύγχρονη συλλογή ενός μεγάλου εύρους διαφορετικών αναλυτών. Ο Hu και οι συνεργάτες του χρησιμοποίησαν την τεχνική DART-MS για την ανάλυση των ινών SPME λόγω ταχύτητας και απλότητας, αν και θα μπορούσαν επίσης να εφαρμοστούν και άλλες αναλυτικές τεχνικές, συμπεριλαμβανομένων της υγροχρωματογραφίας και αεριοχρωματογραφίας. Η χρήση αυτών των τεχνικών θα επέτρεπε τη διάκριση και αναγνώριση ενός ευρύτερου φάσματος αναλυτών, επιτρέποντας έτσι τη χρήση αυτής της προσέγγισης μάσκας προσώπου για την ανίχνευση βιοδεικτών ασθενειών στην αναπνοή, όπως είναι αυτοί του καρκίνου του πνεύμονα. Αυτοί οι βιοδείκτες θα μπορούσαν επίσης να περιλαμβάνουν και τις πρωτεΐνες του ιικού επικαλύμματος του SARS-CoV-2. Πράγμα που σημαίνει ότι οι μάσκες προσώπου μπορούν να μας προστατεύσουν όχι μόνο από τη μόλυνση του SARS-CoV-2, αλλά και να μας ενημερώσουν εάν ήταν ανεπιτυχείς.

#### Πηγή

<https://analyticalscience.wiley.com/doi/10.1002/was.0110129>

## Η επεξεργασία γονιδιώματος CRISPR λαμβάνει το βραβείο Νόμπελ Χημείας 2020

Η Emmanuelle Charpentier και η Jennifer A. Doudna επιβραβεύθηκαν για την εφεύρεση εργαλείου επεξεργασίας γονιδίων

του Ryan Cross

C&EN, 7 Οκτωβρίου 2020

Μετάφραση και επιμέλεια : Μιλτιάδης Ι. Καραγιάννης

Το βραβείο Νόμπελ Χημείας 2020 απονεμήθηκε στις Emmanuelle Charpentier και Jennifer A. Doudna, «για την ανάπτυξη μιας μεθόδου επεξεργασίας γονιδιώματος». Αυτή η μέθοδος, που είναι επίσημα γνωστή ως επεξεργασία γονιδίων CRISPR / Cas9, αλλά συχνά απλά ονομάζεται CRISPR, επιτρέπει στους επιστήμονες να κόψουν με ακρίβεια κάθε σκέλος DNA που επιθυμούν. Στα 8 χρόνια από τη δημι-

ουργία του, οι επιστήμονες έχουν δημοσιεύσει χιλιάδες πειράματα χρησιμοποιώντας το CRISPR για να αλλάξουν το DNA σε οργανισμούς σε όλο το δέντρο της ζωής, συμπεριλαμβανομένων των πεταλούδων, των μανιταριών, των ντοματών ακόμη και των ανθρώπων.

Το CRISPR υπήρξε ευλογία για τους βιολόγους που χρησιμοποιούν το μοριακό ψαλίδι για να διερευνήσουν τον κώδικα



Emmanuelle Charpentier και Jennifer A. Doudna

ζωής σε βασικά επιστημονικά πειράματα. Όμως, οι ερευνητές δεν σπατάλησαν χρόνο στην εφαρμογή αυτού του εργαλείου στη γεωργία και την ανθρώπινη υγεία. Αρκετές ομάδες χρησιμοποιούν το CRISPR για να αλλάξουν το DNA των ζώων και των καλλιεργειών. Άλλοι χρησιμοποιούν το CRISPR ως βάση θεραπείας μιας χρήσης που θα μπορούσαν ενδεχομένως να προσφέρουν θεραπείες σε γενετικές ασθένειες όπως η δρεπανοκυτταρική νόσος και η μυϊκή δυστροφία. Το CRISPR έχει χρησιμοποιηθεί ακόμη για να κάνει απλές διαγνωστικές εξετάσεις κατά τη διάρκεια της πανδημίας του κορωνοϊού. Το CRISPR-Cas9 συνδυάζει μια πρωτεΐνη που μπορεί να αποσπάσει απλά και έξυπνα το DNA με ένα μόριο που καθοδηγεί αυτά τα μοριακά ψαλίδια σε ένα συγκεκριμένο σημείο στο γονιδίωμα ενός οργανισμού.

«Ο αριθμός των ανακαλύψεων στη βιοϊατρική, που είχαν τον αντίκτυπο σαν αυτή των Jennifer και Emmanuelle μπορούν να μετρηθούν στα δάχτυλα του ενός χεριού, όπως η DNA με γενετικό ανασυνδυασμό (recombinant DNA), η PCR, η αλληλουχία DNA και τώρα η CRISPR», λέει ο Fyodor Urnov, ένας επιστήμονας επεξεργασίας γονιδίων στο Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνια στο Μπέρκλεϊ. «Δεν είχαμε ποτέ μια τεχνολογία τόσο ισχυρή και ευέλικτη όσο η επεξεργασία γονιδιώματος με το CRISPR που να μας ενθουσιάζει να δουλεύουμε με αυτή καθημερινά».

Η Charpentier, που είναι τώρα στο Max Planck Institute for Infection Biology, και η Doudna, στο UC Berkeley, άρχισαν να συνεργάζονται το 2011. Οι δύο γυναίκες επιστήμονες εμπνεύστηκαν από ένα παράξενο και ελάχιστα μελετημένο βακτηριακό ανοσοποιητικό σύστημα. Αποδεικνύεται ότι τα βακτήρια λαμβάνουν ιογενείς λοιμώξεις όπως και οι άνθρωποι, και ορισμένα βακτήρια χρησιμοποίησαν ένα ένζυμο που ονομάζεται Cas9 για να τεμαχίσουν τους επιτιθέμενους ιούς και να αποθηκεύσουν μοριακές ύποπτες φωτογραφίες τους για να επιτεθούν γρήγορα σε κάθε επαναλαμβανόμενο εισβολέα. Το 2011, η Charpentier επεξεργάστηκε τις λεπτομέρειες για το πώς δύο μόρια βακτηριακού RNA - που ονομάζονται tracrRNA και crRNA - έλεγξαν αυτήν τη διαδικασία (Nature 2011, DOI: 10.1038 / nature09886).

Η επεξεργασία γονιδίων με CRISPR προέρχεται από ένα αρχέγονο ανοσοποιητικό σύστημα σε βακτήρια που ονομάζεται συσσωρευμένες κανονικά παρεμβαλλόμενες σύντομες παλινδρομικές επαναλήψεις (**C**lustered **R**egularly **I**nterspaced **S**hort **P**alindromic **R**epeats). Ο συνθετικός οδηγός RNA που δημιουργήθηκε από τις Charpentier και Doudna, ο οποίος είναι συμπληρωματικός σε μια αλληλουχία στόχου DNA, κατευθύνει το ένζυμο Cas9 (ανοικτό μπλε) σε μια καθορισμένη τοποθεσία για ψαλίδισμα DNA. Ορισμένες εφαρμογές απαιτούν μια πρόσθετη φόρμα DNA (δεν εμφανίζεται) για να συ-

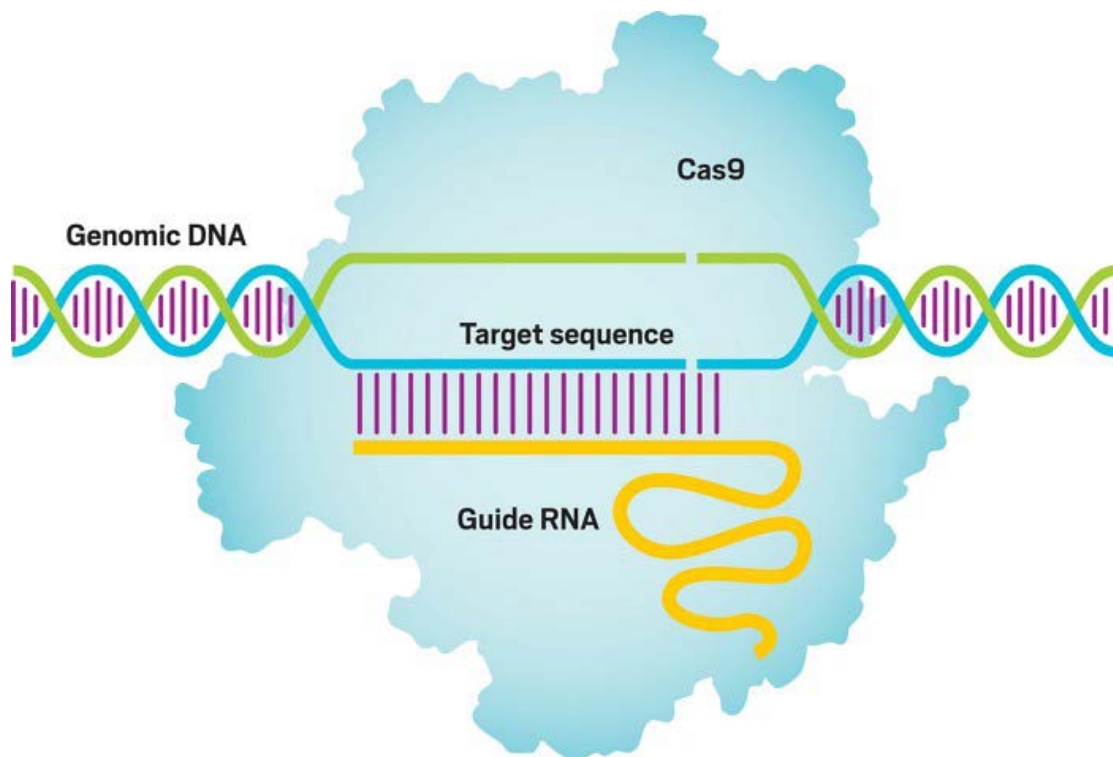
μπληρωθεί το κομμάτι. Οι δύο επιστήμονες άρχισαν να σκέφτονται πώς θα μπορούσαν να επαναπροσδιορίσουν αυτό το βακτηριακό ανοσοποιητικό σύστημα σε κάτι που θα μπορούσε εύκολα να προγραμματιστεί για επεξεργασία γονιδίων. Συνέθεσαν ένα νέο μόριο που ονομάζεται μοναδικός οδηγός RNA, το οποίο συνδυάζει κρίσιμα χαρακτηριστικά των δύο βακτηριακών RNA, για να κατευθύνει το Cas9 σε μια συγκεκριμένη θέση στο DNA για κοπή (Science 2012, DOI: 10.1126 / science.1225829).

Ήταν το εργαλείο που περίμεναν οι επιστήμονες. Η μέθοδος είναι φθηνότερη, ταχύτερη και ευκολότερη στη χρήση από τα προηγούμενα εργαλεία επεξεργασίας γονιδίων, τα οποία απαιτούσαν σύνθετη και δαπανηρή πρωτεϊνική μηχανική κάθε φορά που οι επιστήμονες ήθελαν να επεξεργαστούν μια νέα ακολουθία DNA. Άλλα εργαστήρια άρχισαν να υιοθετούν την τεχνική μέσα σε ένα χρόνο. Μέσα σε ένα χρόνο ιδρύθηκαν διάφορες εταιρείες αφιερωμένες στην ανάπτυξη θεραπειών γονιδιακής επεξεργασίας CRISPR για καρκίνο και σπάνιες γενετικές ασθένειες. Μερικές από αυτές τις εταιρείες κατατάσσουν τις Charpentier και Doudna μεταξύ των ιδρυτών τους. Σήμερα, οι ερευνητές μπορούν εύκολα να παραγγείλουν το Cas9 και να καθοδηγήσουν RNA προσαρμοσμένα ώστε να στοχεύουν μια συγκεκριμένη αλληλουχία DNA. Το CRISPR άνοιξε την επεξεργασία γονιδίων στις μάζες.

Όμως, η ευκολία πρόσβασης στο CRISPR είναι ένα δίκοπο μαχαίρι. Πριν από δύο χρόνια, ο Κινέζος επιστήμονας He Jiankui χρησιμοποίησε το CRISPR για να επεξεργαστεί δύο ανθρώπινα έμβρυα που γεννήθηκαν κανονικά. Η ανακοίνωση των πρώτων μωρών που γεννήθηκαν με γονιδιακή επε-

ξεργασία - των οποίων η σημερινή ύπαρξη και η υγεία είναι άγνωστα - συγκλόνισε τον κόσμο. Το πείραμα παραβίασε μια ηθική κόκκινη γραμμή στο μυαλό πολλών επιστημόνων επεξεργασίας γονιδίων και αναζωπύρωσε παλιές δημόσιες συζητήσεις σχετικά με την κληρονομική επεξεργασία γονιδίων. Η επιτροπή Νόμπελ δεν μπόηκε βαθιά σε αυτά τα ηθικά παράδοξα, αλλά αντίθετα τόνισε το τεχνολογικό επίτευγμα της Charpentier και της Doudna και τη δυνατότητά του να φέρει «το μέγιστο όφελος στην ανθρωπότητα».

«Αυτή είναι μια προβλέψιμη και αναμενόμενη ευκαιρία να γιορτάσουμε τους πρωτοπόρους του CRISPR για την ανάπτυξη της επαναστατικής τους τεχνολογίας», λέει ο Rodolphe Barrangou, επιστήμονας επεξεργασίας γονιδίων στο κρατικό πανεπιστήμιο της Βόρειας Καρολίνας που άρχισε να μελετά το ανοσοποιητικό σύστημα CRISPR σε βακτήρια πριν από τη σύλληψη του ως εργαλείο επεξεργασίας γονιδίων. «Νομίζω ότι αυτό είναι ένα ορθά επιλεγμένο βραβείο», λέει ο Πρόεδρος της American Chemical Society (ACS) Luis Echegoyen. Παρόλο που οι εφαρμογές του CRISPR βρίσκονται στον τομέα της βιολογίας, η τεχνική «απαιτεί πολύ εξελιγμένη και πολύ σοβαρή χημεία», λέει. «Νομίζω ότι όλοι περίμεναν να απονεμηθεί το βραβείο στο CRISPR, επειδή οι επιπτώσεις του είναι πραγματικά καταπληκτικές. Ορισμένα πράγματα είναι τόσο προφανή ότι θα έχουν σημαντικές επιπτώσεις για το μέλλον που δεν χρειάζεται να περιμένουμε για να καταλάβουμε εάν αυτό θα έχει πράγματι αντίκτυπο στην ανθρωπότητα. «Το C&EN εκδίδεται από την ACS. Ένα βραβείο Νόμπελ για το CRISPR ήταν αναμενόμενο και πολλοί επιστήμονες έκαναν υποθέσεις για το ποιος θα συμπεριληφθεί και ποιος θα μείνει εκτός από αυτό».





Παραδόξως, η επιτροπή Νόμπελ δεν συμπεριέλαβε στη βράβευση τον Feng Zhang, επιστήμονα στο Broad Institute του MIT και Harvard. Ο Zhang θεωρείται ευρέως ως ένας από τους εφευρέτες του CRISPR. Η ομάδα του περιέγραψε ανεξάρτητα τον Ιανουάριο του 2013 τη δημιουργία της επεξεργασίας γονιδίων CRISPR. Ήταν η πρώτη επίδειξη του εργαλείου σε κύτταρα θηλαστικών. Αλλά το αρχικό έγγραφο του Zhang βασίστηκε στη χρήση των δύο μορίων βακτηριακού RNA - tracrRNA και crRNA - και όχι του μοναδικού οδηγού RNA που αναπτύχθηκε από τις Charpentier και Doudna, η οποία είναι η έκδοση που χρησιμοποιείται ευρέως από τους επιστήμονες σήμερα. Ένας άλλος υποψήφιος για το βραβείο Νόμπελ CRISPR ήταν ο Virginijus Siksnys του Πανεπιστημίου Βίλνιους, ο οποίος περιέγραψε ανεξάρτητα τις δυνατότητες του CRISPR-Cas9 για επεξεργασία γονιδιώματος λίγους μήνες μετά τις Charpentier και Doudna. Του απονεμήθηκε το Βραβείο Κανλι στη Νανοεπιστήμη μαζί με τους Charpentier και Doudna το 2018. Οι Charpentier και Doudna θα μοιραθούν εξίσου το χρημα-

τικό έπαθλο περίπου 1,1 εκατομμυρίων δολαρίων. Λόγω της πανδημίας του κορωνοϊού, οι συνήθεις τελετές βραβείων Νόμπελ θα πραγματοποιηθούν εικονικά, με τους νικητές να λαμβάνουν τα μετάλλια και τα διπλώματά τους στις χώρες καταγωγής τους. «Είναι υπέροχο να βλέπουμε την Jennifer και την Emmanuelle να αναγνωρίζονται με αυτόν τον τρόπο», λέει ο David Liu, χημικός στο Broad Institute, ο οποίος δημιούργησε νέες παραλλαγές του CRISPR που ονομάζονται βασικοί διορθωτές. «Με νέες θεραπείες για ανθρώπινες γενετικές ασθένειες ήδη σε ασθενείς, με πρώιμα θετικά αποτελέσματα, η εποχή της επεξεργασίας ανθρώπινου γονιδιώματος έχει ήδη ξεκινήσει, και η Emmanuelle και η Jennifer είναι δύο από τους βασικούς πρωτοπόρους που είναι υπεύθυνες για την έναρξη αυτής της νέας εποχής».

#### Επικαιροποίηση

Αυτή η ιστορία ενημερώθηκε στις 8 Οκτωβρίου 2020, για να περιλάβει μια συζήτηση για τις ηθικές επιπτώσεις των τεχνολογιών επεξεργασίας γονιδίων.

## Ένας πολύχρωμος αισθητήρας: νέο κρυσταλλικό υλικό που αλλάζει χρώμα αντιστρεπτά παρουσία υγρασίας

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

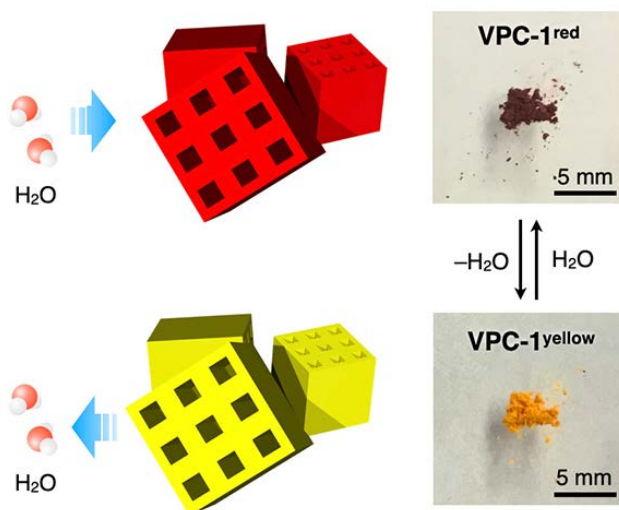
Ερευνητές στο Πανεπιστήμιο Tsukuba ανέπτυξαν ένα νέο είδος κρυσταλλικού υλικού που αλλάζει χρώμα και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ανιχνεύσει τη παρουσία υγρασίας. Η αλλαγή της απόχρωσης είναι αρκετά έντονη για να παρατηρηθεί με άνεση από το ανθρώπινο μάτι. Αυτή η εργασία θα μπορούσε να οδηγήσει στη δημιουργία εξαιρετικά ευαίσθητων αισθητήρων που μπορούν να δείξουν εάν υπάρχει ένα συγκεκριμένο αέριο ή υδρατμός, χωρίς την ανάγκη για τροφοδότηση με ενέργεια.

Οι χημικοί αισθητήρες είναι σημαντικοί για πολλές βιομηχανικές διεργασίες. Για να διασφαλιστεί η ασφάλεια και η αποτελεσματικότητα, τα εργοστάσια συχνά πρέπει να παρακολουθούνται για πιθανά τοξικά αέρια ή ακόμη και υπερβολική υγρασία. Οι αισθητήρες για υδρατμούς είναι ιδιαίτερα σημαντικοί, αλλά ενδέχεται να έχουν περιορισμένη διάρκεια ζωής ή να απαιτούν εξωτερική τροφοδότηση με ρεύμα. Για να αντιμετωπιστεί αυτό, οι επιστήμονες στο Πανεπιστήμιο της Tsukuba έχουν εφεύρει ένα νέο

κρυσταλλικό υλικό που αλλάζει χρώμα όταν εκτίθεται σε υδρατμούς. Μέσα στο κρύσταλλο, υπάρχουν μακριά διακλαδισμένα μόρια (δενδριμερή) που συγκρατούνται μαζί από δυνάμεις van der Waals.

«Τα δενδριμερή αρωματικών καρβαζολών που περιέχουν δακτυλίους άνθρακα είναι "αγκυρωμένα" σε έναν πυρήνα διβενζοφαινοναζίνης», εξηγεί ο καθηγητής Yohei Yamamoto. «Είναι ενδιαφέρον, παρόλο που οι δυνάμεις van der Waals συνήθως θεωρούνται σχετικά αδύναμες, ο κρύσταλλος παραμένει συνεκτικός κατά τη λειτουργία.»

Η ερευνητική ομάδα χαρακτήρισε επίσης εκτενώς το νέο υλικό. Εκτός από τη μελέτη του χρώματος τόσο στις ενυδατωμένες όσο και στις αφυδατωμένες καταστάσεις χρησιμοποιώντας φασματοσκοπία, οι επιστήμονες χρησιμοποίησαν τεχνικές που περιλαμβάνουν ανάληψη περίθλασης ακτίνων Χ μονού κρυστάλλου και σκόνης, καθώς και θερμοβαρμετρική ανάληψη. Με βάση τα πειραματικά αποτελέσματα και τους υπολογισμούς της θεωρητικής πυκνότητας, μπόρεσαν



να προσδιορίσουν τον μοριακό μηχανισμό που είναι υπεύθυνος για τα διαφορετικά χρώματα κάτω από διαφορετικές συγκεντρώσεις νερού. Οι ιδιότητες αλλαγής χρώματος του κρυστάλλου οφείλονται στις αλλαγές της διαμόρφωσης των δενδριμερών. Κατά την έκθεση σε υδατμούς, τα επίπεδα των πιο απομακρυσμένων μονάδων καρβαζολίου στο κρυστάλλο περιστρέφονται ταυτόχρονα. Αυτή η κίνηση αλλάζει τις ενέργειες των ηλεκτρονιακών τροχιακών, γεγονός που αναγκάζει τα ηλεκτρόνια να απορροφήσουν διαφορετική ενέργεια, άρα σε διαφορετικό μήκος κύματος.

«Πιστεύουμε ότι τα ευρήματά μας θα οδηγήσουν στην περαιτέρω εξερεύνηση πορωδών κρυστάλλων που βασίζονται σε δυνάμεις van der Waals, όπως τα μεταλλικά-οργανικά σύμπλοκα», λέει ο καθηγητής Yamamoto. «Αυτή η εργασία μπορεί να οδηγήσει σε μια νέα κατηγορία αισθητήρων αερίων που μπορούν να λειτουργήσουν σε δύσκολες περιοχές και συνθήκες, καθώς δεν απαιτούν εξωτερική ισχύ.»

### Πηγές

1. Hiroshi Yamagishi, Sae Nakajima, Jooyoung Yoo, Masato Okazaki, Youhei Takeda, Satoshi Minakata, Ken Albrecht, Kimihisa Yamamoto, Irene Badía-Domínguez, Maria Moreno Oliva, M. Carmen Ruiz Delgado, Yuka Ikemoto, Hiroyasu Sato, Kenta Imoto, Kosuke Nakagawa, Hiroko Tokoro, Shin-ichi Ohkoshi, Yohei Yamamoto. Sigmoidally hydrochromic molecular porous crystal with rotatable dendrons. *Communications Chemistry*, 2020; 3 (1) DOI: 10.1038/s42004-020-00364-3
2. <https://www.sciencedaily.com/releases/2020/08/200825110725.htm>

# Αξιοποιώντας τους τερματικούς δεσμούς άνθρακα υδρογόνου για τη παραγωγή νέων μορίων

Μετάφραση και Επιμέλεια: Χατζημητάκος Θεόδωρος, Χημικός

Ο πιο κοινός χημικός δεσμός στον κόσμο - αυτός μεταξύ του άνθρακα και του υδρογόνου - "αντιστέκεται" εδώ και καιρό στις προσπάθειες των χημικών να τον σπάσουν, εμποδίζοντας τις προσπάθειες για την προσθήκη νέων ομάδων σε ήδη υπάρχοντα μόρια. Τώρα, μετά από σχεδόν 25 χρόνια εργασίας από χημικούς στο Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνια στο Μπέρκλεϊ, δόθηκε τέλος σε αυτή την αντίσταση των δεσμών υδρογονανθράκων - τα δύο τρίτα όλων των χημικών δεσμών στο πετρέλαιο και στα πλαστικά - ανοίγοντας τον δρόμο στη σύνθεση μίας μεγάλης γκάμας νέων οργανικών μορίων, συμπεριλαμβανομένων φαρμάκων που βασίζονται σε φυσικές ενώσεις.

«Οι δεσμοί άνθρακα-υδρογόνου είναι συνήθως μέρος

αυτού που ονομάζουμε "πλαίσιο", το αδρανές μέρος ενός μορίου», δήλωσε ο John Hartwig, πρόεδρος του Henry Rapoport της Οργανικής Χημείας στο UC Berkeley. «Ήταν μια πρόκληση και το άγιο δισκοπότηρο της σύνθεσης το να είμαστε σε θέση να κάνουμε αντιδράσεις σε αυτές τις θέσεις γιατί, μέχρι τώρα, δεν υπήρχε αντιδραστήριο ή καταλύτης που θα επέτρεπε τη προσθήκη οποιασδήποτε ομάδας στους ισχυρότερους από αυτούς τους δεσμούς». Ο Hartwig και άλλοι ερευνητές είχαν δείξει στο παρελθόν τρόπους προσθήκης νέων χημικών ομάδων σε δεσμούς C-H που είναι πιο εύκολο να σπάσουν, αλλά θα μπορούσαν να τις προσθέσουν μόνο στις ισχυρότερες θέσεις απλών αλυσίδων υδρογονανθράκων. Στο τεύχος

του περιοδικού Science, ο Hartwig και οι συνάδελφοί του στο UC Berkeley περιέγραψαν τη χρήση ενός πρόσφατα σχεδιασμένου καταλύτη για τη προσθήκη λειτουργικών χημικών ομάδων στους πιο δύσκολους δεσμούς άνθρακα-υδρογόνου για να σπάσουν: οι δεσμοί, συνήθως στην αρχή ή το τέλος ενός μορίου, όπου ένας άνθρακας έχει τρία συνδεδεμένα άτομα υδρογόνου (-CH<sub>3</sub>). «Οι πρωταρχικοί δεσμοί C-H, αυτοί που βρίσκονται σε ομάδα μεθυλίου στο τέλος μιας αλυσίδας, είναι οι λιγότερο πλούσιοι σε ηλεκτρόνια και οι ισχυρότεροι», είπε. «Τείνουν να είναι οι λιγότερο δραστικοί δεσμοί C-H.»

Ο μεταδιδακτορικός συνεργάτης του UC Berkeley, Raphael Oeschger, ανακάλυψε μια νέα εκδοχή ενός καταλύτη με βάση το μεταλλικό ιρίδιο που σπάει έναν από τους τρεις δεσμούς C-H σε μια τερματική ομάδα μεθυλίου και εισάγει μια ένωση βορίου, η οποία μπορεί εύκολα να αντικατασταθεί με πιο περίπλοκες χημικές ομάδες. Ο νέος καταλύτης ήταν περισσότερο από 50 φορές πιο αποτελεσματικός από τους προηγούμενους καταλύτες και εξίσου εύκολος στη χρήση. «Τώρα έχουμε τη δυνατότητα να κάνουμε αυτούς τους τύπους αντιδράσεων, οι οποίες θα επιτρέψουν στους ανθρώπους να φτιάξουν γρήγορα μόρια που δεν θα είχαν φτιάξει πριν», δήλωσε ο Hartwig. «Δεν θα έλεγα ότι αυτά είναι μόρια που δεν θα μπορούσαν να έχουν φτιαχτεί πριν, αλλά έως τώρα χρειαζόταν πάρα πολύς χρόνος και ερευνητική προσπάθεια για να γίνουν.» Το όφελος θα μπορούσε να είναι τεράστιο. Κάθε χρόνο, σχεδόν μισό δισεκατομμύριο υδρογονάνθρακες χρησιμοποιούνται από τη βιομηχανία για την παραγωγή διαλυτών, ψυκτικών, επιβραδυντικών πυρκαγιάς και άλλων χημικών και αποτελούν το συνηθισμένο σημείο εκκίνησης για τη σύνθεση φαρμάκων. Για να αποδείξει τη χρησιμότητα της καταλυτικής αντίδρασης, ο μεταδιδακτορικός συνεργάτης του UC Berkeley, Bo Su και οι συνεργάτες του στο εργαστήριο τη χρησιμοποίησαν για να προσθέσουν μια ένωση βορίου σε ένα τερματικό ή πρωτεύον άτομο άνθρακα σε 63 διαφορετικές μοριακές δομές. Το βοράνιο μπορεί στη συνέχεια να αντικατασταθεί για οποιονδήποτε αριθμό χημικών ομάδων. Η αντίδραση στοχεύει ειδικά τους τερματικούς δεσμούς C-H, αλλά λειτουργεί και σε άλλους δεσμούς C-H όταν ένα μόριο δεν έχει τερματικούς δεσμούς C-H. «Κάνουμε έναν δεσμό βορίου-άνθρακα χρησιμοποιώντας βοράνια ως αντιδραστήρια - είναι μόλις μερικά βήματα μακριά από το βορικό οξύ

- και ο δεσμός άνθρακα-βορίου μπορεί να μετατραπεί σε πολλά διαφορετικά πράγματα», δήλωσε ο Hartwig. «Κλασικά, μπορείτε να δημιουργήσετε έναν δεσμό άνθρακα-οξυγόνου από αυτό, αλλά μπορείτε επίσης να δημιουργήσετε έναν δεσμό άνθρακα-αζώτου, έναν δεσμό άνθρακα-άνθρακα, έναν δεσμό άνθρακα-φθορίου ή άλλους δεσμούς άνθρακα-αλογόνου. Έτσι, μόλις δημιουργήσετε αυτόν τον άνθρακα-βόριο δεσμό, υπάρχουν πολλές διαφορετικές ενώσεις που μπορούν να γίνουν».

Ο οργανικός χημικός Varinder Aggarwal από το Πανεπιστήμιο του Μπρίστολ αναφέρθηκε στην καταλυτική αντίδραση ως «ειδική χειρουργική» και χαρακτήρισε τη νέα τεχνική του UC Berkeley ως «εξελιγμένη και έξυπνη», σύμφωνα με το περιοδικό Chemical and Engineering News. Μία πιθανή εφαρμογή, είπε ο Hartwig, είναι η αλλαγή φυσικών ενώσεων - χημικών ουσιών από φυτά ή ζώα που έχουν χρήσιμες ιδιότητες, όπως η αντιβιοτική δραστηριότητα - για να βελτιωθούν. Πολλές φαρμακευτικές εταιρείες σήμερα επικεντρώνονται σε οργανικά μόρια, όπως οι πρωτεΐνες, που χρησιμοποιούνται ως φάρμακα, τα οποία θα μπορούσαν επίσης να τροποποιηθούν με αυτήν την αντίδραση για να βελτιωθεί η αποτελεσματικότητά τους. «Κανονικά θα έπρεπε κανείς να επιστρέψει στην αρχή και να ξαναδημιουργήσει όλα αυτά τα μόρια από την αρχή, ενώ αυτή η νέα αντίδραση επιτρέπει την απευθείας αλλαγή των μορίων», δήλωσε ο Hartwig. «Αυτός είναι ένας τύπος χημείας που επιτρέπει τη χρήση πολύπλοκων δομών, που η φύση κάνει που έχουν εγγενή βιολογική δραστηριότητα, και την ενίσχυση ή την αλλαγή αυτής της βιολογικής δραστηριότητας κάνοντας μικρές αλλαγές στη δομή.»

Επιπλέον, πιστεύεται ότι οι χημικοί θα μπορούσαν επίσης να προσθέσουν νέες χημικές ομάδες στα άκρα των οργανικών μορίων για να τα προετοιμάσουν για πολυμερισμό σε μεγάλες αλυσίδες που δεν συντέθηκαν ποτέ έως τώρα. «Θα είναι εφικτή η χρήση μορίων που υπάρχουν σε φυσική αφθονία όπως λιπαρά οξέα και να παραγωγοποιηθούν για τη παραγωγή νέων πολυμερών».



## Πηγές

1. Raphael Oeschger, Bo Su, Isaac Yu, Christian Ehinger, Erik Romero, Sam He, John Hartwig. Diverse functionalization of strong alkyl C-H bonds by undirected borylation. Science, 2020; 368 (6492): 736 DOI: 10.1126/science.aba6146
2. <https://www.sciencedaily.com/releases/2020/05/200521151915.htm>

# Παραγωγή τεχνητού δέρματος από μύκητες

Μετάφραση και Επιμέλεια: Δρ. Χατζημητάκος Θεόδωρος



Το δέρμα χρησιμοποιείται ως ανθεκτικό και εύκαμπτο υλικό σε πολλές πτυχές της καθημερινής ζωής, συμπεριλαμβανομένων των επίπλων και των ενδυμάτων. Το παραδοσιακό δέρμα και οι εναλλακτικές του λαμβάνονται συνήθως από ζώα και συνθετικά πολυμερή. Το δέρμα μπορεί να θεωρηθεί ένα προϊόν της παραγωγής κρέατος. Καθώς η κτηνοτροφία αναπτύσσεται όμως, η διαδικασία παραγωγής δέρματος θεωρείται όλο και περισσότερο ηθικά αμφισβητήσιμη και λιγότερο φιλική προς το περιβάλλον (π.χ. αποψίλωση δασών για βόσκηψη, εκπομπές αερίων θερμοκηπίου, χρήση επικίνδυνων ουσιών στη διαδικασία μαυρίσματος). Η παραγωγή συνθετικών δερμάτινων υλικών από πλαστικά όπως χλωριούχο πολυβινύλιο (PVC) ή πολυουρεθάνη (PU) εξαρτάται επίσης από χημικές ουσίες που προέρχονται από ορυκτά καύσιμα.

Διερευνώντας εναλλακτικές λύσεις, μια διεθνής ομάδα με επικεφαλής τους Alexander Bismarck και Mitchell Jones από το Πανεπιστήμιο της Βιέννης ανέπτυξαν τεχνητό δέρμα από μύκητες. Στο άρθρο τους στο περιοδικό Nature Sustainability, οι συγγραφείς αναδεικνύουν τις σημαντικές δυνατότητες αυτών των ανανεώσιμων βιώσιμων υφασμάτων που προέρχο-

νται από μύκητες. «Τα νέα αυτά δερμάτινα υλικά είναι ουδέτερα ως προς τις εκπομπές CO2 καθώς και βιοδιασπώμενα στο τέλος της διάρκειας ζωής τους», λέει ο Alexander Bismarck. Τα υποκατάστατα δέρματος μπορούν να παραχθούν από μύκητες με ανακύκλωση γεωργικών και δασικών παραπροϊόντων χαμηλού κόστους (π.χ. πριονίδι). Αυτά χρησιμεύουν ως πρώτη ύλη για την ανάπτυξη μυκήτων. Μέσα σε μερικές εβδομάδες, η βιομάζα των μυκήτων μπορεί να συλλεχθεί και να κατεργαστεί με ήπιες χημικές διεργασίες. «Ως αποτέλεσμα, αυτά τα φύλλα μυκητιακής βιομάζας μοιάζουν με δέρμα και εμφανίζουν συγκρίσιμες ιδιότητες. Ιδιότητες», λέει ο επικεφαλής Alexander Bismarck. Οι πρώτες εταιρείες βιοτεχνολογίας εμπορεύονται ήδη υλικά που προέρχονται από μύκητες.

Τα δερμάτινα υποκατάστατα υλικά που προέρχονται από μύκητες συνήθως περιέχουν πλήρως βιοαποικοδομήσιμη χιτίνη (η οποία δρα ως σταθεροποιητής στο υλικό) και άλλους πολυσακχαρίτες όπως γλυκάνες. Σε άλλες μελέτες, η ομάδα μελετάει άλλα είδη μυκήτων, όπως το λευκό μανιτάρι (*A. Bisporus*) και ο μύκητας (*D. Confragosa*), για την παραγωγή χαρτιού και αφρού, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη μόνωση.

## Πηγές

1. Mitchell Jones, Antoni Gandia, Sabu John, Alexander Bismarck. Leather-like material biofabrication using fungi. Nature Sustainability, 2020; DOI: 10.1038/s41893-020-00606-1
2. <https://www.sciencedaily.com/releases/2020/09/200907112331.htm>

# Ο ρόλος της Αναλυτικής Χημείας στην Αυθεντικότητα των Τροφίμων: Διασφαλίζοντας την ποιότητα και τα μοναδικά χαρακτηριστικά τροφίμων προτεραιότητας

Σοφία Κ. Δρακοπούλου, Αναστασία Σ. Κρητικού, Ιωάννης Χ. Μαρτάκος, Παναγιώτα Α. Κατσιάνου, Γεώργιος Α. Κουλής, Υποψήφιοι Διδάκτορες

Νικόλαος Σ. Θωμαΐδης, Καθηγητής Αναλυτικής Χημείας

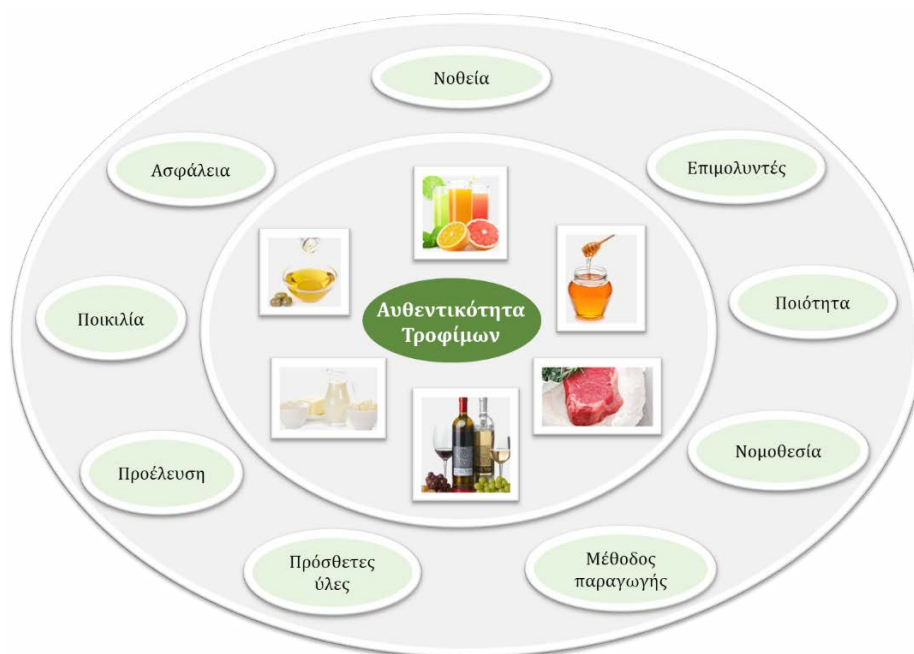
\* Εργαστήριο Αναλυτικής Χημείας, Τμήμα Χημείας, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών  
email επικοινωνίας: ntho@chem.uoa.gr

## Εισαγωγή στην αυθεντικότητα

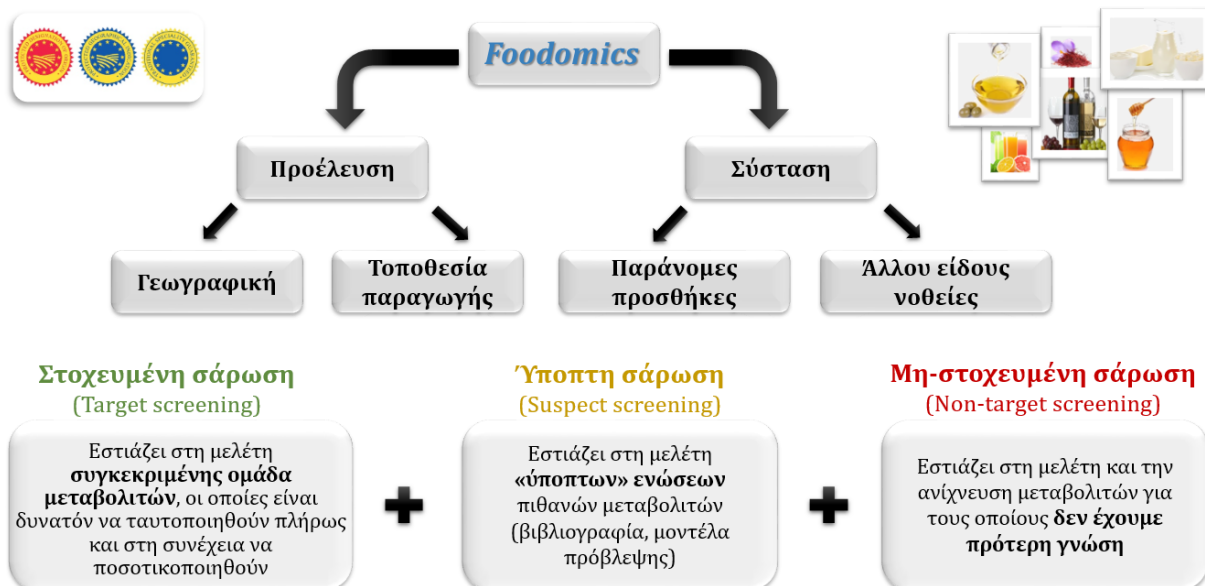
Η αυθεντικότητα των τροφίμων αποτελεί μεγάλη ανησυχία για τους ερευνητές, τους καταναλωτές, τις βιομηχανίες και τις κανονιστικές αρχές σε όλα τα επίπεδα της παραγωγικής διαδικασίας. Μια πρώτη ύλη ή ένα τελικό προϊόν πρέπει να συμμορφώνεται με την επισήμανση, κυρίως όσον αφορά τα συστατικά, την τεχνολογία παραγωγής και τη γενετική ταυτότητα. Με τον όρο αυθεντικότητα αναφερόμαστε πρωτίστως στη διασφάλιση της ποιότητας και τη συμμόρφωση ενός τροφίμου με τις προδιαγραφές του, όπως εκείνες αναγράφονται στην ετικέτα (labelling). Έτσι, ένα τρόφιμο παρεκκλίνει αυθεντικότητας χαρακτηρίζοντας το ως μη αυ-

θεντικό, όταν δηλώνονται λανθασμένα ή ελλιπώς πληροφορίες αναφορικά με την ποικιλία, γεωγραφική προέλευση, μεθόδους παραγωγής (συμβατική, βιολογική ή παραδοσιακή καλλιέργεια/παρασκευή) και τεχνικές επεξεργασίας που έχει υποστεί το τρόφιμο (Εικόνα 1).

Οι λόγοι της εκούσιας παραπλάνησης του καταναλωτή οφείλονται κυρίως σε οικονομικά κίνητρα. Ο πιο συνήθης τρόπος εξαπάτησης των καταναλωτών αφορά την σκόπιμη αντικατάσταση ή προσθήκη ουσίας σε ένα προϊόν με σκοπό την αύξηση της φαινομενικής αξίας του ή τη μείωση του κόστους παραγωγής. Το παραπάνω μοτίβο της «οικονομικά παρακινούμενης νοθείας» (Economically Motivated



Εικόνα 1: Κρίσιμες παράμετροι για τη διασφάλιση της αυθεντικότητας των τροφίμων



Εικόνα 2: Ολιστική προσέγγιση μέσω διαφορετικών πορειών εργασίας (workflows) για τη διασφάλιση ποιότητας τροφίμων σε μελέτες αυθεντικότητας.

Adulteration, EMA), ελλοχεύει κινδύνους όχι μόνο οικονομικούς αλλά και υγείας, καθώς η μη αναφερθείσα στην ετικέτα υποκατάσταση συστατικών του τρόφιμου με εναλλακτικά (π.χ. η προσθήκη φυτικών γλυκαντικών αντί ζάχαρης), μπορεί να αποτελέσει κίνδυνο στην υγεία των καταναλωτών, λόγω πιθανών αλληργικών αντιδράσεων. Ένας άλλος, εξίσου σημαντικός, τρόπος εξαπάτησης, σχετίζεται με την ψευδή δήλωση της προέλευσης ενός προϊόντος αποσκοπώντας στην αύξηση της εμπορικής του τιμής, δηλώνοντας το ως προϊόν με Προστατευόμενη Ονομασία Προέλευσης (Π.Ο.Π.). Για το λόγο αυτό, δεδομένου ότι πολλὰ τρόφιμα υπόκεινται σε κάποιο είδους νοθεία, η Ευρωπαϊκή Ένωση, το έτος 2017, θέσπισε σχετικό Κανονισμό (2017/625/ΕΕ)<sup>1</sup> αναφερόμενο στην διασφάλιση της αυθεντικότητας των τροφίμων. Μάλιστα, ιδρύθηκε Ευρωπαϊκό Κέντρο Αυθεντικότητας για την ανάπτυξη μεθόδων ελέγχου, μεταξύ άλλων ελαιόλαδου, οίνου, μελιού, κρέατος και γαλακτομικών προϊόντων.

#### Αυθεντικότητα Τροφίμων στο Εργαστήριο Αναλυτικής Χημείας – Αναλυτικές προσεγγίσεις

Δρώντας προληπτικά, στο Εργαστήριο Αναλυτικής Χημείας του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών (ΕΚΠΑ), υπό την ερευνητική ομάδα του TrAMS (Trace Analysis and Mass Spectrometry – TrAMS, <http://trams.chem.uoa.gr/>), με επικεφαλής τον Καθηγητή Νικόλαο Σ. Θωμαΐδη, αναπτύσσονται ήδη από το 2013 καινοτόμες μέθοδοι βασισμένες σε τεχνολογίες αιχμής, πρωτίστως με τη χρήση φασματομετρίας μαζών υψηλής διακριτικής ικανότητας, για τη διερεύνηση και τη διασφάλιση της αυθεντικότητας των τροφίμων. Τρόφιμα Προτεραιότητας όπως το ελαιόλαδο,

το μέλι, το κρασί και τα γαλακτοκομικά προϊόντα, καθώς και ένα ευρύ φάσμα τροφίμων (κρέατα, χυμοί φρούτων, σαφράν, βότανα κ.ά.) αναλύονται τόσο με τεχνικές στοχευμένης σάρωσης (επικεντρώνοντας σε μία ομάδα ενώσεων) όσο και με τεχνικές μη-στοχευμένης σάρωσης για εκτίμηση του συνόλου του «μεταβολικού τους προφίλ», με την τελευταία προσέγγιση να συνιστά τον κλάδο των **Foodomics** (Εικόνα 2)<sup>2</sup>. Μάλιστα λόγω της πολυετούς εμπειρίας και της τεχνογνωσίας του Εργαστηρίου Αναλυτικής Χημείας σε συνδυασμό με τον σύγχρονο εργαστηριακό εξοπλισμό που διαθέτει, αποτελεί βασικό πυλώνα για το Κέντρο Αριστείας του ΕΚΠΑ που ιδρύθηκε πρόσφατα, με πεδίο εφαρμογής την «**Αγροδιατροφή και Αυθεντικότητα Τροφίμων**».

#### Ελαιόλαδο και Επιτραπέζια Ελιά

Το ελαιόλαδο αποτελεί τρόφιμο **ορόσημο** τόσο για την Ελληνική όσο και τη Μεσογειακή διατροφή, ευρύτερα. Μάλιστα σύμφωνα με το Διεθνές Συμβούλιο Ελιάς (International Olive Council, IOC), η Ελλάδα είναι η πρώτη χώρα σε εξαγωγές ελαιόλαδου, πρώτη χώρα σε κατά κεφαλήν κατανάλωση ετησίως και τρίτη χώρα σε παραγωγή ελαιόλαδου παγκοσμίως<sup>3</sup>. Έτσι γίνεται αντιληπτό, πόσο σημαντική για τη χώρα είναι η **ανάδειξη** του **βιοδραστικού πλούτου** του συγκεκριμένου τροφίμου, αλλά και πόσο σημαντική είναι η διασφάλιση της αυθεντικότητας του ελληνικού ελαιόλαδου. Το ελαιόλαδο αποτελείται κυρίως από γλυκερίδια και λιπαρά οξέα σε ποσοστό 98% κ.β. Ωστόσο το υπόλοιπο 2% του κλάσματος του ελαιόλαδου αντιστοιχεί στο μη σαπωνοποιήσιμο κλάσμα του, το οποίο περιέχει ενώσεις όπως οι πολυφαινόλες, οι τοκοφερόλες, οι χρωστικές και

το σκουαλένιο. Οι πολυφαινόλες τα τελευταία χρόνια έχουν βρεθεί στο επίκεντρο ερευνητικών μελετών κυρίως λόγω της ισχυρής αντιοξειδωτικής τους δράσης. Έτσι, το 2012 η Ευρωπαϊκή Ένωση οδηγήθηκε στη θέσπιση σχετικού Κανονισμού Υγείας για το ελαιόλαδο<sup>4</sup> και την περιεκτικότητα αυτού σε βιοδραστικές ενώσεις, με στόχο την προστασία της αυθεντικότητας του προϊόντος.

Στο Εργαστήριο Αναλυτικής Χημείας (ΕΑΧ) του ΕΚΠΑ, γίνεται πολυετής προσπάθεια για την ανάδειξη του βιοδραστικού περιεχομένου ελληνικών ελαιολάδων, γηγενών ποικιλιών και γεωγραφικών προελεύσεων. Περισσότερες από 10 διαφορετικές ποικιλίες έχουν αναλυθεί και πλήρως χαρακτηριστεί βασιζόμενοι στο βιοδραστικό τους προφίλ. Με τη χρήση προηγμένων αναλυτικών τεχνικών γίνεται εφικτός ο προσδιορισμός συγκεκριμένων βιοδραστικών ενώσεων που ενισχύουν τον ισχυρισμό υγείας και συμβάλλουν στην προστασία της ανθρώπινης υγείας, ενώ παράλληλα εξετάζονται ως παράμετροι ποιότητας οι τοκοφερόλες, χρωστικές, διγλυκερίδια-τριγλυκερίδια, λιπαρά οξέα, με τα τελευταία να εντάσσονται σε αντίστοιχο σχετικό ισχυρισμό υγείας. Με τον τρόπο αυτό, επιτυγχάνεται ενδελεχής χαρακτηρισμός του ελαιολάδου σε επίπεδο χημικής ταυτοποίησης, ενώ με τη χρήση στατιστικών μοντέλων χημειομετρίας καθίσταται δυνατή η διαφοροποίηση ελαιολάδων συναρτήσει ποικιλίας, γεωγραφικής προέλευσης αλλά και άλλων αγρονομικών παραμέτρων όπως το υψόμετρο καλλιέργειας, είδος καλλιεργητικών πρακτικών (βιολογική-συμβατική, άρδευση-λίπανση) και συνθήκες ελαιοποίησης (είδος φυγοκέντρησης, θερμοκρασία και χρόνος μάλαξης)<sup>5-8</sup>

Ένα ακόμα ελαιουργικό προϊόν υψηλής διατροφικής αξίας είναι εκείνο της επιτραπέζιας ελιάς. Πλούσιες σε θρεπτικά

στατικά, με σημαντικές ποσότητες βιταμινών, καροτενοειδών καθώς και ιχνοστοιχείων όπως κάλιο, ασβέστιο, φώσφορο, σίδηρο και μαγνήσιο, οι επιτραπέζιες ελιές αποτελούν αναμφισβήτητα τρόφιμο υψηλής διατροφικής αξίας με βιοδραστικό περιεχόμενο έως και 10 φορές μεγαλύτερο από το αντίστοιχο μετρούμενο σε ελαιόλαδο<sup>9</sup>.

Στο ΕΑΧ έχει ήδη αναλυθεί μεγάλος αριθμός επιτραπέζιων ελιών στις οποίες μελετήθηκε και βρέθηκε η βέλτιστη διαδικασία παραγωγής τους με σκοπό την παραλαβή ενός τελικού προϊόντος υψηλού βιοδραστικού περιεχομένου με σημαντική εμπορική αξία. Επίσης, γίνεται προσπάθεια διαφοροποίησης ελιών ίδιας ποικιλίας αλλά διαφορετικής γεωγραφικής προέλευσης με σκοπό την ισχυροποίηση της ετικέτας του τελικού προϊόντος. Το εργαστήριο έχει καταφέρει να ανιχνεύσει τη νοθεία μεταξύ επιτραπέζιων ελιών που παρήχθησαν με φυσικό τρόπο και ελιών που παρήχθησαν με τη βοήθεια χημικής επεξεργασίας, ενώ ύστερα από μελέτη έχει επιτευχθεί η ανάδειξη δεικτών αυθεντικότητας για τη διαφοροποίηση 3 σημαντικών ελληνικών ποικιλιών όπως η Κολοβή, η Κονσερβολιά και η Καθαμών.

### Οίνος

Ο οίνος καθώς και το ελαιόλαδο που αναφέρθηκε εκτενώς παραπάνω, αποτελούν δύο προϊόντα ορόσημο για την ελληνική κουζίνα, άμεσα συνδεδεμένα με τον ελληνικό πολιτισμό αλλά και το θρησκευτικό υπόβαθρο του λαού. Τα τελευταία χρόνια, έχει δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στους οίνους ποιότητας, οι οποίοι όντας πλέον χαρακτηρισμένοι υπό το πρίσμα ποικιλιακής και γεωγραφικής προέλευσης, διεκδικούν επάξια μία ανταγωνιστική θέση στην εγχώρια και διεθνή αγορά. Ωστόσο, περιστατικά νοθείας που εμφανίζονται



στον τομέα, υποκινούμενα πρωτίστως από το κέρδος, υποδουλίζουν την ποιότητα του προϊόντος και αποτελούν τροχοπέδη στη διεθνή ανταγωνιστικότητα.

Στο πλαίσιο αυτό, οι οίνοι ποιότητας αποτελούν δυναμικό πεδίο έρευνας στο ΕΑΧ, όπου έχουν αναπτυχθεί προηγμένες μέθοδοι ανάλυσης με στόχο τον ενδελεχή χαρακτηρισμό των ελληνικών ποικιλιών αλλά και την εύρεση αξιόπιστων επιστημονικών αυθεντικότητας και νοθείας. Μεταξύ άλλων, τα τελευταία χρόνια έχουν συλλεχθεί και αναλυθεί δείγματα από τις κυριότερες γηγενείς και διεθνείς ποικιλίες αμπέλου (Μοσχοφίλερο, Ασύρτικο, Ξινόμαυρο, Αγιωργίτικο, μεταξύ άλλων) στις σημαντικότερες οινοπαραγωγικές περιοχές (Μακεδονία, Πελοπόννησος, Αττική). Η εν λόγω μελέτη συμβάλλει μεταξύ άλλων στο χαρακτηρισμό των σημαντικότερων ελληνικών ποικιλιών, στη διάκριση των οίνων με βάση το βιοδραστικό τους προφίλ, αλλά και στην κατανόηση αγνώστων μέχρι τώρα μεταβολικών οδών. Απώτερος στόχος του πονήματος αυτού, είναι η εμβάθυνση της οινικής ταυτότητας που θα συντελέσει στην ανάδειξη των οίνων ποιότητας και της απόδοσης υπεραξίας στο προϊόν.

### Μέλι

Το μέλι αποτελεί εδώ και δεκαετίες ένα από τα πιο εξαγώγιμα προϊόντα της Ελληνικής οικονομίας. Τόσο η κλιματική της χώρας μας, όσο και η βιοποικιλότητα των φυτών, σε συνδυασμό με το εύκρατο κλίμα που επικρατεί, δημιουργούν ένα ιδανικό τόπο για την παραγωγή μελιού. Η διατροφική αξία του μελιού είναι πολύπλευρη και γνωστή από την αρχαιότητα. Μεταξύ άλλων έχουν αναφερθεί αντικαρκινικές, αντι-μικροβιακές, αντι-ιικές και αντι-μυκητιακές ιδιότητες. Από τις αρχές του 2000, η ραγδαία εξέλιξη των τεχνικών φασματομετρίας μάζας, έδωσε στους χημικούς την δυνατότητα να ανιχνεύσουν έναν μεγάλο αριθμό βιοδραστικών χημικών ενώσεων, δίνοντας έτσι άλλη διάσταση στην παραγωγή και πώληση του μελιού.

Λόγω της τεράστιας οικονομικής και διατροφικής του αξίας, το μέλι γίνεται συχνά «θύμα» νοθείας. Η νοθεία του μελιού μπορεί να πραγματοποιηθεί με την προσθήκη γλυκαντικών σε μορφή σιροπιού προς παραπλάνηση των καταναλωτών, αλλά και με την προσθήκη ποσοτήτων μελιών α) κατώτερης ποιότητας, β) από διαφορετικές περιοχές, γ) λάθος συντηρημένα ή δ) από διαφορετικές ποικιλίες.

Χρησιμοποιώντας τεχνολογία αιχμής, μοντέρνο εξοπλισμό, εξειληγμένα πρωτόκολλα εργασίας και εξειδικευμένα στατιστικά λογισμικά, στο ΕΑΧ, γίνεται πολυετής προσπάθεια χημικού χαρακτηρισμού ελληνικών μελιών. Σκοπός της συγκεκριμένης μελέτης πέραν της ανάδειξης του φυσικού πλούτου των ελληνικών μελιών, είναι η προστασία των καταναλωτών και της αγοράς μέσα από διαδικασίες τεκμηρίωσης της αυθεντικότητας διαφορετικών δειγμάτων, από διαφορετικές περιοχές και ποικιλίες. Με την ταυτοποίηση βιοδεικτών-biomarkers, δηλαδή ενώσεων-οδηγούς χαρακτηριστικών για κάθε δείγμα, η ερευνητική μας ομάδα έχει καταφέρει να διαχωρίσει δείγματα τόσο από διαφορετικές

περιοχές όσο και από διαφορετικές ποικιλίες, βασιζόμενη στην χημική πληροφορία που αντλεί μέσα από τα πρωτόκολλα που έχει αναπτύξει. Όλες οι παραπάνω διαδικασίες θα έχουν ως αποτέλεσμα την ισχυροποίηση της ετικέτας του προϊόντος μέσω πειραματικής τεκμηρίωσης της προέλευσης του και της ποικιλίας του, μειώνοντας δραστικά έτσι τα φαινόμενα νοθείας και εξαπάτησης του καταναλωτή.

### Γάλα και γαλακτοκομικά προϊόντα

Τα γαλακτοκομικά προϊόντα παρουσιάζουν ιδιαίτερο επιστημονικό ενδιαφέρον, καθώς αποτελούν βασικό πυλώνα για τη διατροφή του γενικού πληθυσμού, όσο και για ορισμένες ομάδες καταναλωτών όπως τα παιδιά και οι ηλικιωμένοι. Το γάλα αποτελεί μια αρκετά ακριβή πρώτη ύλη και, από οικονομική άποψη, θα μπορούσε να κριθεί ελκυστική τόσο η τροποποίηση της σύνθεσής τους ή ακόμη και η αντικατάσταση μέρους αυτού με άλλα γαλακτοκομικά ή μη γαλακτοκομικά συστατικά. Για το λόγο αυτό, οι ευρωπαϊκοί κανονισμοί σχετικά με αυτό το ζήτημα παρουσιάζονται να είναι αυστηροί, επιτρέποντας στο γάλα μόνο ορισμένες προσθήκες όπως μέταλλα, βιταμίνες και πρωτεΐνες γάλακτος.

Μια ακόμη τρέχουσα πρόκληση είναι ο έλεγχος των ισχυρισμών επισήμανσης σε γαλακτοκομικά προϊόντα υψηλής ποιότητας. Η Ελλάδα συγκεκριμένα, αποτελεί χώρα με ιδιαίτερα αυξημένη παραγωγή παραδοσιακών προϊόντων κατοχυρώνοντας μέχρι στιγμής περισσότερα από 100 προϊόντα ως Προστατευόμενης Ονομασίας Προέλευσης (ΠΟΠ) και Προστατευόμενης Γεωγραφικής Ένδειξης (ΠΓΕ), εκ των οποίων το 40% αφορά σε τυροκομικά προϊόντα όπως η φέτα, η γραβιέρα και το μανούρι και έτσι κρίνεται αναγκαία η ανάπτυξη κριτηρίων και διαδικασιών για την αξιολόγηση της γνησιότητας αυτών των προϊόντων, που λόγω της ειδικής επισήμανσής τους έχουν υψηλότερη συνήθως αγοραστική αξία. Εκτός από την οικονομική απώλεια, η σωστή αναγνώριση των ειδών γάλακτος είναι σημαντική για τον καταναλωτή για διάφορους λόγους: ιατρικές απαιτήσεις, τροφικές αλλεργίες ή θρησκευτικές πρακτικές. Αυτή η κατάσταση ώθησε την έρευνα να βρει μεθόδους για τον εντοπισμό του είδους προέλευσης των γαλακτοκομικών προϊόντων<sup>10</sup> αποτρέποντας συχνά φαινόμενα εξαπάτησης όπως η εισαγωγή.

Βασικός στόχος του ΕΑΧ είναι η ανάπτυξη καινοτόμων μεθόδων για τον ενδελεχή χαρακτηρισμό του γάλακτος και των γαλακτοκομικών προϊόντων, αλλά και η μελέτη της νοθείας τους, με απώτερο σκοπό τη διασφάλιση της ποιότητας τους. Οι μεθοδολογίες αυτές καλούνται να καλύψουν ερευνητικά, ανάγκες που έχουν δημιουργηθεί σε βιομηχανικό και επιστημονικό επίπεδο, στοχεύοντας στην ανάπτυξη γρήγορων και αξιόπιστων μεθοδολογιών, δυναμικά εφαρμόσιμων στη ρουτίνα. Έτσι, στο εργαστήριο Εργαστηρίου Αναλυτικής Χημείας του ΕΚΠΑ έχουν αναπτυχθεί αξιόπιστες μέθοδοι ικανές να χαρακτηρίσουν πλήρως το γάλα και βασικά γαλακτοκομικά όπως τα ελληνικά τυριά ΠΟΠ και το παραδοσιακό γιαούρτι αλλά και να ανιχνεύσουν τη νοθεία τους σε ιδιαίτερα χαμηλά





Εικόνα 3: Ερευνητικά προγράμματα και εταιρικές συνεργασίες του Εργαστηρίου Αναλυτικής Χημείας.

επίπεδα. Οι μέθοδοι αυτές στηρίζονται στην αξιοποίηση του πλήρους πρωτεϊνικού και λιπιδιλικού περιεχομένου των γαλακτοκομικών προϊόντων, ανιχνεύοντας δείκτες χαρακτηριστικούς για γάλα συγκεκριμένης ζωικής προέλευσης. Έτσι, στο Εργαστήριο Αναλυτικής Χημείας πραγματοποιούνται μελέτες για την ανίχνευση νοθείας τυριών ΠΟΠ με αγελαδινό γάλα, όπως η φέτα, η οποία πρέπει να παράγεται εξ ολοκλήρου από ελληνικό πρόβειο γάλα ή μείγμα ελληνικού πρόβειου και κατσικίσιου γάλακτος (με το τελευταίο να μην υπερβαίνει το 30%). Επίσης έχουν αναπτυχθεί μέθοδοι που ανιχνεύουν τη γεωγραφική προέλευση του γάλακτος η οποία αποτελεί κρίσιμη παράμετρο για τη διάκριση των εισαγόμενων προϊόντων σε σχέση με τα ελληνικά. Παράλληλα, εκτός από την ζωική/γεωγραφική προέλευση του γάλακτος, έχουν αναπτυχθεί ευαίσθητες μέθοδοι για την διερεύνηση αυθεντικότητας γαουρτιού, μελετώντας τόσο την προσθήκη πρόσθετων υλών, όπως πολυσακχαρίτες, οι οποίοι χρησιμοποιούνται για την βελτιστοποίηση της υφής τους, όσο και τις χαρακτηριστικές πρωτεΐνες και λιπίδια προκειμένου να εξασφαλισθεί η προέλευση τους.

#### Τα προγράμματα τροφίμων του Εργαστηρίου Αναλυτικής Χημείας

Λόγω της πολυετούς εμπειρίας και της κατάρτισης στον τομέα, η ερευνητική ομάδα TrAMS Group (<https://trams.chem.uoa.gr> & [www.foodomics.chem.uoa.gr](http://www.foodomics.chem.uoa.gr)) συμμετέχει

σε πληθώρα ερευνητικών προγραμμάτων, εφαρμόζοντας τα πρωτοκόλλα και τις πορείες εργασίας που αναπτύσσει για την ανίχνευση και ποσοτικοποίηση χημικών ενώσεων σε δείγματα τροφίμων. Τέτοια ερευνητικά προγράμματα σκοπεύουν στην ανάδειξη των ελληνικών τροφίμων ως τρόφιμα υψηλής διατροφικής και οικονομικής αξίας, μέσα από την ανίχνευση πολύ σημαντικών χημικών ενώσεων με ποικίλες βιοχημικές ιδιότητες (πολυφαινόλες, βιταμίνες, λιπίδια κ.ά.) αλλά και με τον προσδιορισμό φυτοφαρμάκων, κτηνιατρικών φαρμάκων και άλλων ρυπαντών σε μήτρες τροφίμων.

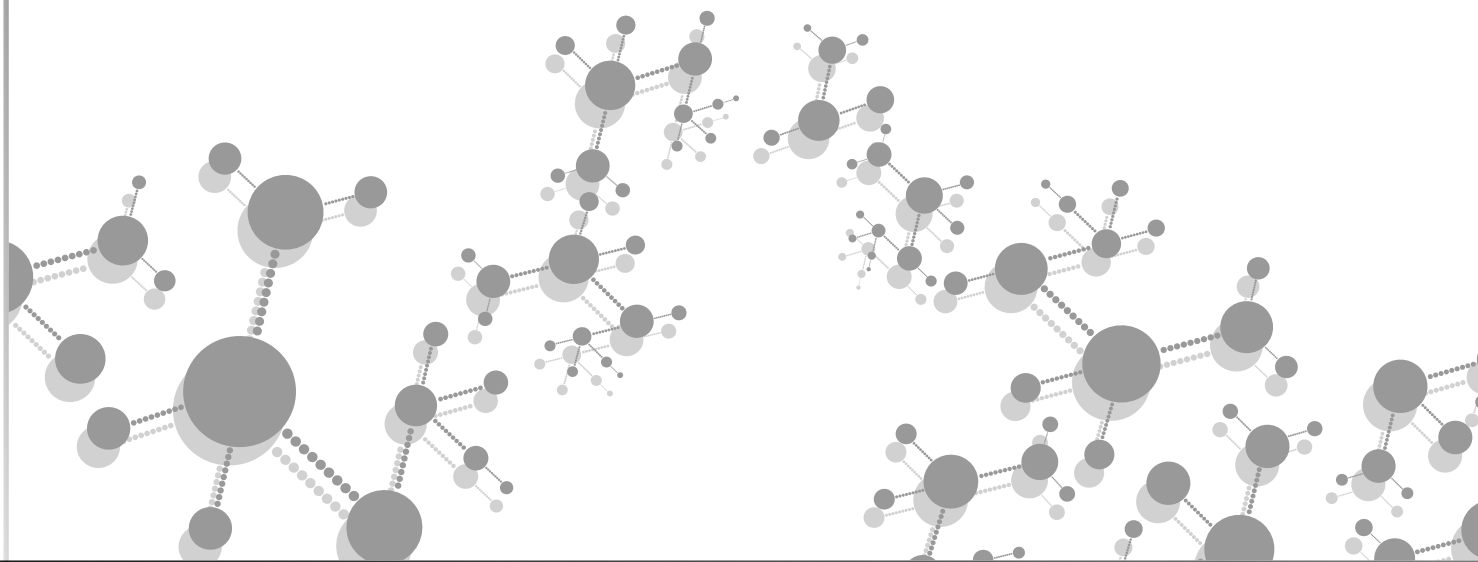
Την τελευταία δεκαετία η ερευνητική μας ομάδα έχει συμμετάσχει σε μία σειρά προγραμμάτων με επίκεντρο της ανάδειξη προϊόντων εθνικής προτεραιότητας, και με κρατική υποστήριξη από το Υπουργείο Παιδείας και ειδικότερα τη Γενική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας (ΓΓΕΤ). Αναφορικά: «Εξειδικευμένη έρευνα προώθησης ελαιόλαδου και προϊόντων ελιάς Β. Αιγαίου μέσω ανάδειξης του βιοδραστικού περιεχομένου και των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών ποιότητας» σε συνεργασία με την Περιφέρεια Βορείου Αιγαίου και άλλους φορείς, «Εμβληματική Δράση - Οι Δρόμοι της Ελιάς» σε συνεργασία με διάφορους κρατικούς φορείς (π.χ. ΕΦΕΤ) και ερευνητικά, πανεπιστημιακά ιδρύματα, «FoodOmics GR» - Μοριακός χαρακτηρισμός τροφίμων» σε συνεργασία με φορείς και Πανεπιστήμια, «RI-Food-Aegean» - Ερευνητικές υποδομές για την ανάπτυξη καινο-

τόμων προϊόντων ελιάς και αρπέθου στην Περιφέρεια Β. Αιγαίου σε συνεργασία με το Πανεπιστήμιο Αιγαίου, «Ελαιον» - Μελέτη και αξιοποίηση του ελαιόλαδου ως πρότυπης πρώτης ύλης για ειδικές χρήσεις σε βρεφικές τροφές» σε συνεργασία με την εταιρεία Γιώτης και το Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών. Ακόμα, το εργαστήριο μας είναι διαπιστευμένο

και αποτελεί Εργαστήριο Αναφοράς για τον προσδιορισμό κοκκιδιοστατικών φαρμάκων σε ζωοτροφές, ενώ έχει Προγραμματικές Συμβάσεις με πολύ μεγάλες εταιρείες του κλάδου όπως η Γιώτης Α.Ε. και η Νηρέας Α.Ε. παρέχοντας τους υπηρεσίες ελέγχου ποιότητας και ασφάλειας των προϊόντων τους (Εικόνα 4).

### Βιβλιογραφία

1. Commission, E. "Commission Regulation (EU) No 2017/625 of the European Parliament and of the Council of 15 March 2017 on official controls and other official activities performed to ensure the application of food and feed law, rules on animal health and welfare, plant he." *Official Journal of the European Union*. (2017).
2. Cifuentes, A. "Food analysis and foodomics." *Journal of Chromatography A*. **1216** (43), (2009), 7109, doi: 10.1016/j.chroma.2009.09.018.
3. IOC "International Olive Council Official Site." at <www.internationaloliveoil.org>.
4. European Commission *COMMISSION REGULATION (EU) No 432/2012 of 16 May 2012 establishing a list of permitted health claims made on foods, other than those referring to the reduction of disease risk and to children's development and health*.
5. Kalogiouri, N.P., Aalizadeh, R., Thomaidis, N.S. "Investigating the organic and conventional production type of olive oil with target and suspect screening by LC-QTOF-MS, a novel semi-quantification method using chemical similarity and advanced chemometrics." *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. **409** (23), (2017), 5413–5426, doi: 10.1007/s00216-017-0395-6.
6. Kalogiouri, N.P., Aalizadeh, R., Thomaidis, N.S. "Application of an advanced and wide scope non-target screening workflow with LC-ESI-QTOF-MS and chemometrics for the classification of the Greek olive oil varieties." *Food Chemistry*. **256**, (2018), 53–61, doi: 10.1016/j.foodchem.2018.02.101.
7. Kalogiouri, N.P., Alygizakis, N.A., Aalizadeh, R., Thomaidis, N.S. "Olive oil authenticity studies by target and nontarget LC-QTOF-MS combined with advanced chemometric techniques." *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. **408** (28), (2016), 7955–7970, doi: 10.1007/s00216-016-9891-3.
8. Martakos, I., Kostakis, M., Dasenaki, M., Pentogennis, M., Thomaidis, N. "Simultaneous Determination of Pigments, Tocopherols, and Squalene in Greek Olive Oils: A Study of the Influence of Cultivation and Oil-Production Parameters." *Foods*. **9** (1), (2019), doi: 10.3390/foods9010031.
9. Pereira, J.A. et al. "Table olives from Portugal: phenolic compounds, antioxidant potential, and antimicrobial activity." *J Agric Food Chem*. **54** (22), (2006), 8425–8431, doi: 10.1021/jf061769j.
10. De La Fuente, M.A., Juárez, M. "Authenticity assessment of dairy products." *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. **45** (7–8), (2005), 563–585, doi: 10.1080/10408690490478127.



# Τεχνικές μοριακής απεικόνισης

Μιχαήλ Μνναδάκης,<sup>1</sup> Αθανάσιος Γκιμήσης\*

\*Εργαστήριο Οργανικής Χημείας, Τμήμα Χημείας, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Πανεπιστημιόπολη, 15771 Αθήνα.

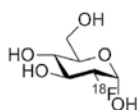
Email: gimisis@chem.uoa.gr

Ο τομέας της μοριακής απεικόνισης ασχολείται με την ανίχνευση μοριακών στόχων και την παρακολούθηση βιολογικών διεργασιών σε κύτταρα, ιστούς και ζωτικά όργανα με μη επεμβατικό τρόπο. Στο παρών άρθρο γίνεται ανασκόπηση των χημικών ενώσεων-ιχνηθετών και των τεχνικών που έχουν χρησιμοποιηθεί μέχρι σήμερα για τη συλλογή μοριακής φύσης πληροφορίας.

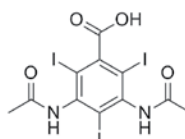
## Εισαγωγή στις Μεθόδους Μοριακής Απεικόνισης

Ήδη από τα τέλη του 19ου αιώνα μέχρι τις αρχές του 20ου με την εμφάνιση τόσο των ακτίνων-Χ όσο και των πρώτων ραδιοϊσοτόπων, είχαν τεθεί οι βάσεις για την ανάπτυξη του τομέα της μοριακής απεικόνισης (M.A., molecular imaging), ενός πεδίου που βρίσκεται στη διασταύρωση μεταξύ μοριακής βιολογίας και παραδοσιακών μεθόδων ιατρικής απεικόνισης.<sup>1</sup> Οι βασικότερες σύγχρονες τεχνικές απεικόνισης όπως οι υπέρηχοι, οι μέθοδοι που στηρίζονται στον πυρηνικό μαγνητικό συντονισμό (NMR και MRI), η τομογραφία εκπομπής ποζιτρονίων (PET), η, πιο πρόσφατη, αξονική τομογραφία (CT-CAT) και η υπολογιστική τομογραφία εκπομπής ενός φωτονίου (SPECT) αναπτύχθηκαν σε μια περίοδο 40 περίπου χρόνων (1940-1980). Στόχος της M.A. είναι η ανίχνευση συγκεκριμένων μοριακών στόχων και η παρακολούθηση βιοχημικών διεργασιών σε κύτταρα, ιστούς και ζωτικά όργανα με μη επεμβατικό τρόπο και χωρίς να διαταράσσεται ο ίδιος ο οργανισμός.<sup>2</sup> Για την επιτυχή συλλογή

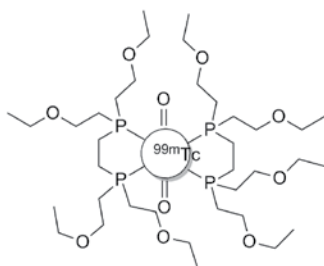
μοριακής φύσης πληροφορίας απαιτούνται μόρια ιχνηθέτες τα οποία δημιουργούν την αντίθεση στην εικόνα που λαμβάνεται (αντίθεση/ contrast είναι η διαφορά της έντασης του σήματος μεταξύ του υψηλότερου και του χαμηλότερου σημείου της εικόνας). Τέτοιου είδους μόρια ιχνηθέτες ονομάζονται σκιαγραφικές ουσίες (ή σκιαγραφικές ενώσεις/υλικά-contrast agents) και παρουσιάζουν υψηλή εκλεκτικότητα για τις περιοχές ενδιαφέροντος, σκιαγραφώντας πιθανές ανωμαλίες.<sup>3</sup> Παρακάτω φαίνονται μερικές από τις σκιαγραφικές ενώσεις (1-4, Σχήμα 1) που χρησιμοποιούνται ως και σήμερα στις παραπάνω τεχνικές απεικόνισης καθώς και το πόσο σημαντικός είναι ένας ιχνηθέτης στην απεικόνιση ανωμαλιών (Εικόνα 1): Καθεμία από τις παραπάνω μεθόδους εμφανίζει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα όμως, πλέον, όλες συνδυάζονται αρμονικά και πολλές φορές έτσι παράγουν την ολοκληρωμένη εικόνα μιας διάγνωσης. Για παράδειγμα, στην Εικόνα 2 φαίνεται πως οι τεχνικές CT και PET αλληλοσυμπληρώνο-



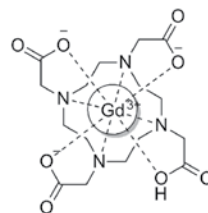
Φθοροδεοξυγλυκόζη (<sup>18</sup>F-FDG),  
PET (1)



Διπριαζοϊκό οξύ (Gastrografin™)  
CT (2)



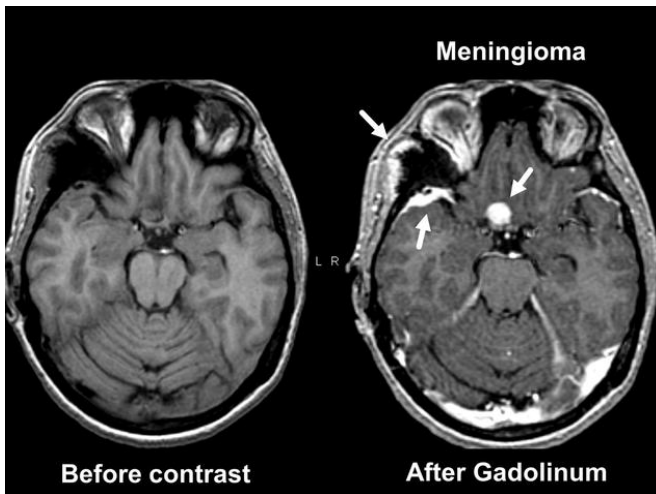
Technetium tetrofosmin (Myoview™)  
SPECT (3)



Γαδοτερικό οξύ (Dotarem™)  
MRI (4)

Σχήμα 1: Σκιαγραφικές ουσίες που έχουν χρησιμοποιηθεί στις κυριότερες τεχνικές μοριακής απεικόνισης<sup>2</sup>

1. Η εργασία πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια μεταπτυχιακού διπλώματος ειδίκευσης του Μ.Μ.



Εικόνα 1: Εγκεφαλική σάρωση με και χωρίς τη χρήση σκιαγραφικού υλίκου. Στη δεξιά εικόνα φαίνεται ένας όγκος ο οποίος δε διακρίνεται χωρίς σκιαγραφικό.<sup>3</sup>

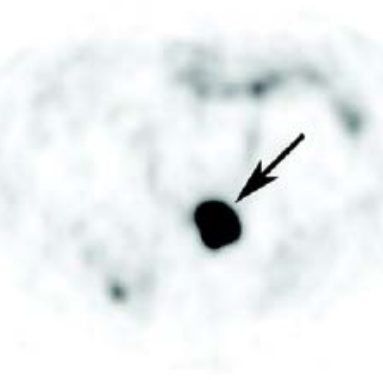
νται παρέχοντας τη μέγιστη πληροφορία. Για τις σύγχρονες ανάγκες είναι φανερό πως για να παραχθούν εικόνες υψηλής ανάλυσης χρειάζονται, εκτός των σκιαγραφικών ουσιών, τρόποι ενίσχυσης του σήματος, σύγχρονα συστήματα με υψηλή ευαισθησία και ένας πιο απλός τρόπος απεικόνισης ο οποίος θα παρέχει αναλυτικά αποτελέσματα γρήγορα και σε πραγματικό χρόνο. Για αυτό το λόγο έχουν αναπτυχθεί αρκετά τις τελευταίες δεκαετίες νέες τεχνικές μοριακής απεικόνισης, οι μέθοδοι οπτικής απεικόνισης (Ο.Α.).

#### Οπτική Απεικόνιση

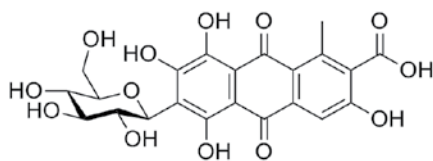
Οι μέθοδοι Ο.Α. αξιοποιούν ιδιότητες του φωτός, στις περιοχές UV-Vis και NIR του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος, όπως την απορρόφηση, το φθορισμό, τη σκέδαση και την ανάκλαση για να παράγουν αντίθεση στις εικόνες.<sup>2</sup> Με αυτές παρέχεται η δυνατότητα παρατήρησης ενός μορίου που προσδένεται σε ένα στόχο ή ακόμα και ο ίδιος ο στόχος με χρήση χρωστικών ουσιών. Η χρήση ενός ιχνηθέτη μπορεί να επηρεάσει τις ιδιότητες απορρό-

φνης και φθορισμού του περιβάλλοντος ιστού και να αυξήσει την αντίθεση της εικόνας, βελτιώνοντας έτσι την ποιότητά της. Επίσης είναι δυνατή και η παρακολούθηση των φαρμακοκινητικών και φαρμακοδυναμικών ιδιοτήτων μιας βιοδραστικής ένωσης. Η χρήση χρωστικών ουσιών ως φορέων αντίθεσης για παρατήρηση έμβιων συστημάτων δεν αποτελεί νέα ιδέα. Αν και η χρώση κυττάρων καθιερώθηκε από τον H. C. Gram στα τέλη του 19ου αιώνα, υπήρχαν ήδη παραδείγματα χρήσης χρωστικών όπως αυτό του J. Von Gerlach ο οποίος το 1858 έδειξε πως αραιά υδατικά διαλύματα καρμίνης (φυσική χρωστική με βαθύ κόκκινο χρώμα που οφείλεται στο καρμινικό οξύ (5, Σχήμα 2) μπορούσαν να απορροφηθούν από εγκεφαλικά κύτταρα και να χρωματίσουν τους πυρήνες τους.<sup>4</sup> Είναι αξιοσημείωτο πως ακόμα εφαρμόζονται παλαιές μέθοδοι χρώσης με χαρακτηριστικότερα παραδείγματα της χρώσης κατά Gram και της μοναδικής φυσικής χρωστικής σε χρήση, της αιματοξυλίνης και ηωσίνης (H&E-haematoxylin & eosin, 6-7 Σχήμα 2) που χρησιμοποιείται, μεταξύ άλλων, και στις βιοχημικές εξετάσεις. Αν και οι χρωστικές αυτές δεν είναι ειδικές ως προς την πρόσδεσή τους σε συγκεκριμένο στόχο, η απορρόφηση φωτός παράγει την επιθυμητή αντίθεση η οποία παλαιότερα ήταν αρκετή.

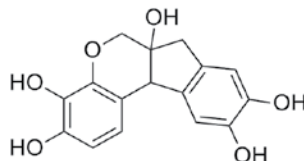
Η εξέλιξη του μικροσκοπίου και η εισαγωγή των φωταυγαιζουσών χρωστικών (luminescent dyes) πυροδότησε την έρευνα στο πεδίο της Ο.Α.. Πιο συγκεκριμένα, με την έλλευση του μικροσκοπίου φθορισμού στις αρχές του 20ου αιώνα και τη χρήση τέτοιων φθοριζουσών χρωστικών, οι οπτικές τεχνικές εμφανίστηκαν ξανά στο προσκήνιο τα τελευταία 40 χρόνια. Η επιπλέον εφεύρεση της συνεστιακής μικροσκοπίας laser (Laser Scanning Confocal Microscope-LSCM) τη δεκαετία του 1970 και της μικροσκοπίας δύο ή πολλαπλών φωτονίων (Two/ Multiple Photon Microscopy ή TPM/MPM) το 1990, τοποθέτησαν γερά θεμέλια στην εξέλιξη της τεχνολογίας της Ο.Α.. Οι ιδιότητες που παρατηρούνται με τα παραπάνω όργανα είναι η απορρόφηση και η φωταύγεια (είτε με τη μορφή φθορισμού είτε ως βιοφωταύγεια). Ουσίες μπορεί να φωταυγάζουν είτε εκπέμποντας, μετά από απορρόφηση ακτινοβολίας, φως χαμηλότερης ενέργειας (φθορισμός) είτε αντιδρώντας εντός ενός οργανισμού με άλλες ουσίες και παράγοντας φως ως



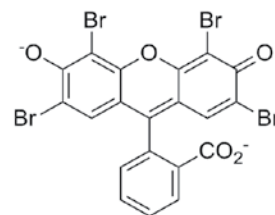
Εικόνα 2: (Αριστερά) Εικόνα σάρωσης CT. (Κέντρο) Εικόνα σάρωσης PET. (Δεξιά) Εικόνα σάρωσης CT-PET.<sup>2</sup>



Καρμινικό οξύ, (5)



Αιματοξυλίνη, (6)



Ηωσίνη Y, (7)

Σχήμα 2: Δομές σημαντικών φυσικών χρωστικών.

παραπροϊόν (βιοφωταύγεια). Από τη φωταύγεια των ιστών μπορούν να ληφθούν πληροφορίες σχετικά με τη δομή, τη σύσταση αλλά και την παθοφυσιολογική τους κατάσταση, πάντα με χρήση χρωστικών ως ιχνηθετών για τη βελτίωση της αντίθεσης λόγω των ασθενών σημάτων που λαμβάνονται.<sup>3</sup>

### Μέθοδοι Παρατήρησης με Φθορισμό

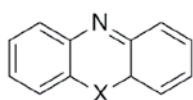
Η παρατήρηση βιολογικών συστημάτων μπορεί να γίνει με τη μέθοδο της φθορίζουσας σήμανσης (Φ.Σ., fluoro-tag method), είτε με άμεσο είτε με έμμεσο τρόπο.<sup>5</sup> Ο έμμεσος τρόπος αναφέρεται στην εισαγωγή σε έναν οργανισμό ενός διαγονιδίου (transgene) του οποίου το μεταφραστικό περιεχόμενο είναι μία φθορίζουσα πρωτεΐνη (συνήθως η πράσινη φθορίζουσα πρωτεΐνη-GFP) ή κάποια μετάλλαξη της η οποία φθορίζει σε διαφορετικό μήκος κύματος. Όταν παραχθεί η πρωτεΐνη εντός του οργανισμού, μπορεί να ανιχνευτεί με φθορισμομετρικές μεθόδους.<sup>6</sup>

Ο άμεσος τρόπος αναφέρεται στη χρήση ενεργών (active) και ενεργοποιούμενων (activatable) φθορισμοφόρων. Τα ενεργά φθορισμοφόρα φθορίζουν σε όλες τις συνθήκες και προσδένονται μη-ειδικά στο μόριο στόχο είτε μέσω ομοιοπολικού δεσμού με κάποια δραστική ομάδα είτε μέσω αναγνώρισης κάποιου βιομορίου (π.χ. ολιγοπεπτίδιο, αντίσωμα ή τμήμα αντι-

σώματος), με το οποίο είναι ήδη συνδεδεμένο, από τον αντίστοιχο ενδογενή υποδοχέα. Όσον αφορά τα ενεργοποιούμενα φθορισμοφόρα, φθορίζουν μόνο όταν προσδεθούν με τον επιθυμητό στόχο μέσω κάποιου σημείου αναγνώρισης που διαθέτουν. Αυτό συμβαίνει συνήθως διότι ο φθορισμός τους είτε έχει υποστεί απόσβεση (quenching) με μηχανισμό μεταφοράς ενέργειας μέσω συντονισμού κατά Förster (Förster Resonance Energy Transfer-FRET) λόγω χωρικής εγγύτητας με ένα άλλο φθορισμοφόρο είτε απαιτείται κάποια χημική ή διαμορφωτική τροποποίησή τους ώστε να παράγουν φως.<sup>2</sup> Τέτοια φθορισμοφόρα ονομάζονται «μοριακοί φάροι ή διακόπτες» (molecular beacons-switches) και εισήχθησαν στη βιβλιογραφία από την ομάδα του Weissleder.<sup>7</sup> Εφαρμογές συναντώνται κυρίως in vitro με ένα σημαντικό ποσοστό ex vivo/in vivo δοκιμών σε ιστούς και ζωντανά ζώα και κάποιες λίγες στους ανθρώπους.

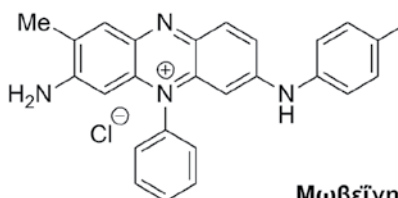
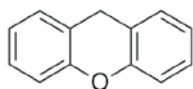
### Μοριακοί Φθορίζοντες Ιχνηθέτες

Ήδη από τον 19ο αιώνα είναι γνωστές πολλές οικογένειες φωταυγαζουσών χρωστικών. Άξια να σημειωθεί είναι η οικογένεια των αζινών και θειαζινών όπου ανήκει η μωβεΐνη Α, η πρώτη συνθετική χρωστική που παρήχθη το 1856 (δομή I και ένωση 8, Σχήμα 3).

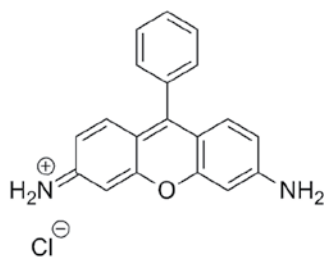
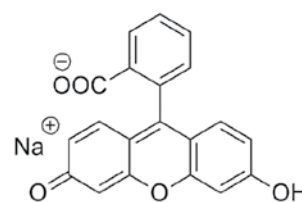


X: N ή S

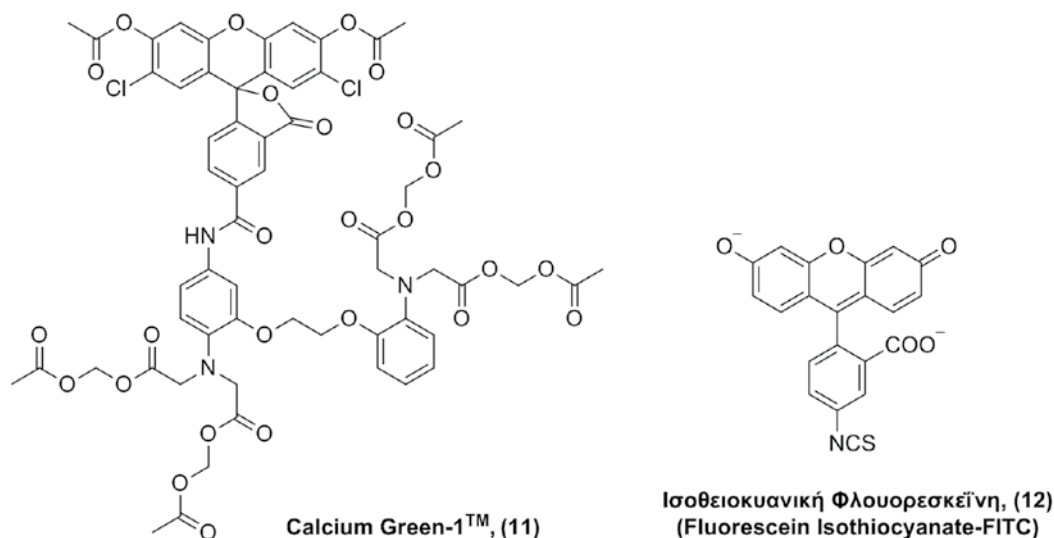
Βασικός δομικός σκελετός αζινών/θειαζινών (I)

Μωβεΐνη Α, (8)  
(Mauveine A)

Βασικός δομικός σκελετός Ξανθενίων (II)

Ροδαμίνη (9)  
(Rhodamine)Φλουορεσκεΐνη, (10)  
(Fluorescein)

Σχήμα 3: Βασικοί δομικοί σκελετοί αζινών/θειαζινών και ξανθενίων και χαρακτηριστικά παραδείγματα χρωστικών αυτών των οικογενειών.



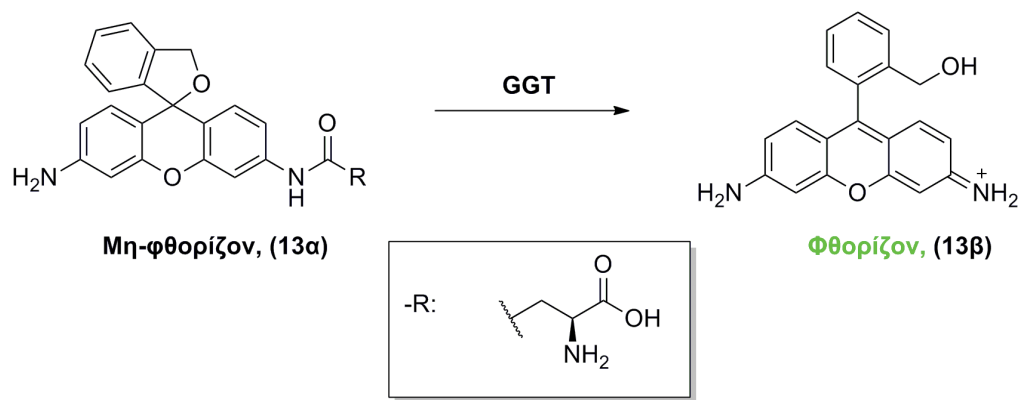
Σχήμα 4: Σημαντικά υδροξυξανθένια.

Μια σημαντική οικογένεια, τα ξανθένια (δομή II, Σχήμα 3) εμφανίστηκε παράλληλα με τη σύνθεση της πρώτης ανιοντικής χρωστικής, της φλουορεσκεΐνης, το 1871.<sup>2</sup> Οι δύο μεγάλες υποκατηγορίες των ξανθινών είναι τα υδροξυξανθένια, με σημαντικότερη τη φλουορεσκεΐνη και τα αμινοξανθένια με σημαντικότερη τη ροδαμίνη (9, 10, Σχήμα 3). Αυτές οι χρωστικές είναι θεμελιώδεις στον τομέα της Ο.Α., λόγω των εξαιρετικών φωτοχημικών τους ιδιοτήτων αλλά κυρίως λόγω της βιοσυμβατότητάς των. Δύο ευρέως χρησιμοποιούμενα παράγωγα της φλουορεσκεΐνης είναι το CalciumGreen-1™ το οποίο χρησιμοποιείται για την παρατήρηση ροής ασβεστίου στα κύτταρα και η ισοθειοκυανική φλουορεσκεΐνη (FITC) που έχει εγκριθεί από τον Αμερικάνικο Οργανισμό Τροφίμων και Φαρμάκων (Food and Drug Administration-FDA) και αρκετά χρόνια χρησιμοποιείται στον τομέα της οφθαλμολογίας σε εξετάσεις ρουτίνας (11, 12, Σχήμα 4).<sup>8</sup>

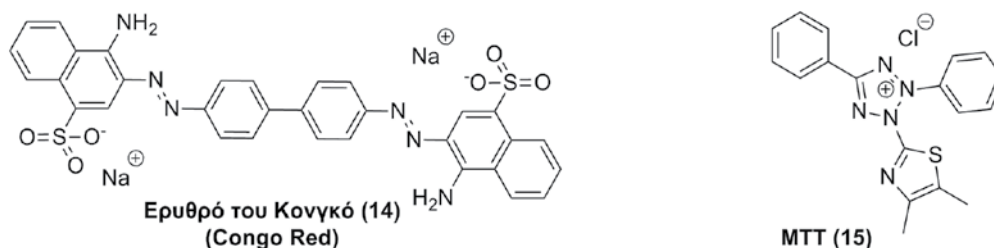
Έχουμε φτάσει στο σημείο τέτοια μόρια να αποτελούν τον κορμό μοριακών ικνηθετών με τους οποίους μπορούμε να

παρατηρήσουμε την εξέλιξη δεικτών φλεγμονής ή καρκίνου ακόμα και χρησιμοποιώντας τον ικνηθέτη με τη μορφή αερολύματος (spray). Κάτι τέτοιο πέτυχε η ομάδα των Urano-Kobayashi όπου το αερόλυμα ενός παραγώγου της ροδαμίνης (13α), όταν ψεκαστεί στην επιφάνεια καρκινικών κυττάρων τα οποία εκφράζουν μεγαλύτερες του φυσιολογικού ποσότητες γ-γλουταμυλοτρανσπεπτιδάσης (GGT), παράγει τη φθορίζουσα εκδοχή του μορίου (13β) η οποία διεισδύει στο κύτταρο (Σχήμα 5).<sup>9</sup>

Κατά τον 20ο αιώνα υπήρξε μια έκρηξη στην ανάπτυξη χρωστικών για αρκετές εφαρμογές μεταξύ αυτών και η χρώση ιστών. Οι οικογένειες των αζο και τετραζολο ενώσεων αποτελούν τέτοια παραδείγματα έχοντας ως σημαντικούς εκπροσώπους το ερυθρό του Κογκκό (14, Σχήμα 6) και το χλωρίδιο του 3-(4,5-διμεθυλοθειαζολ-2-υλο)-2,5-διφαινυλοτετραζολίου. Το ερυθρό του Κογκκό έχει χρησιμοποιηθεί στη χρώση του κυτοπλάσματος όπως και των ερυθροκυττάρων αλλά και στον εντοπισμό αμυλοειδών πλάκων.<sup>10</sup>



Σχήμα 5: Μοριακός φάρος για ανίχνευση καρκινικών κυττάρων.<sup>9</sup>



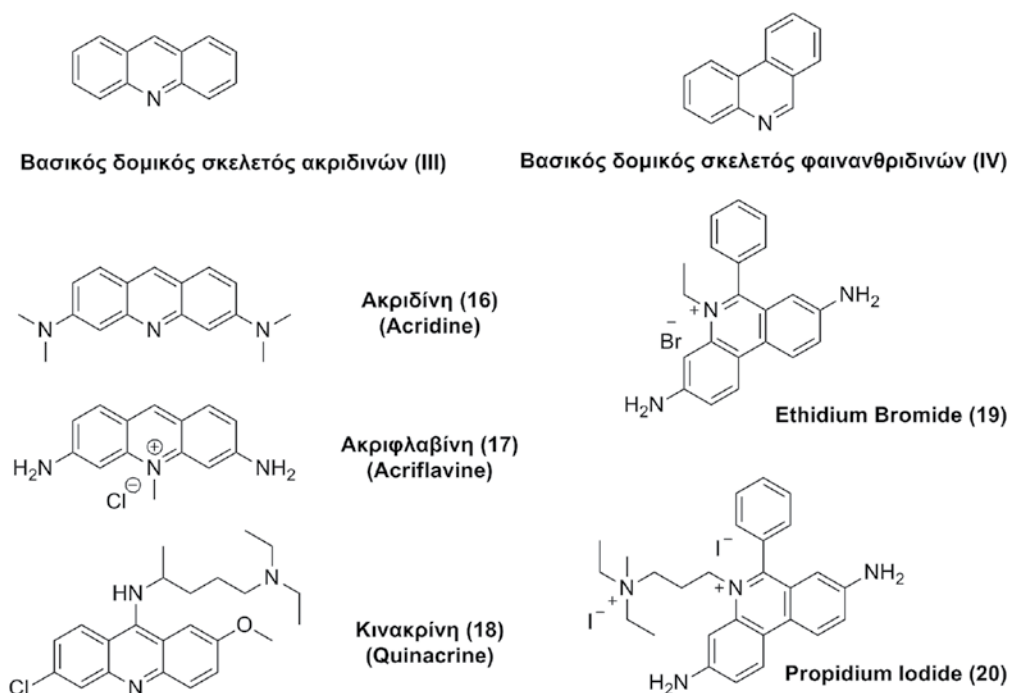
Σχήμα 6: Δομές των χρωστικών Ερυθρό του Κονγκό και χλωριδίου MTT.

Όπως η πιο γνωστή ένωση της οικογένειας τετραζολο-ενώσεων είναι το χλωρίδιο του 3-(4,5-διμεθυλοθειαζολ-2-υλο)-2,5-διφαινυλοτετραζολίου (MTT, 15, Σχήμα 8), το οποίο χρησιμοποιείται ως και σήμερα σε μελέτες κυτταροτοξικότητας, ανιχνεύοντας των αριθμό των νεκρών κυττάρων (MTT assay).

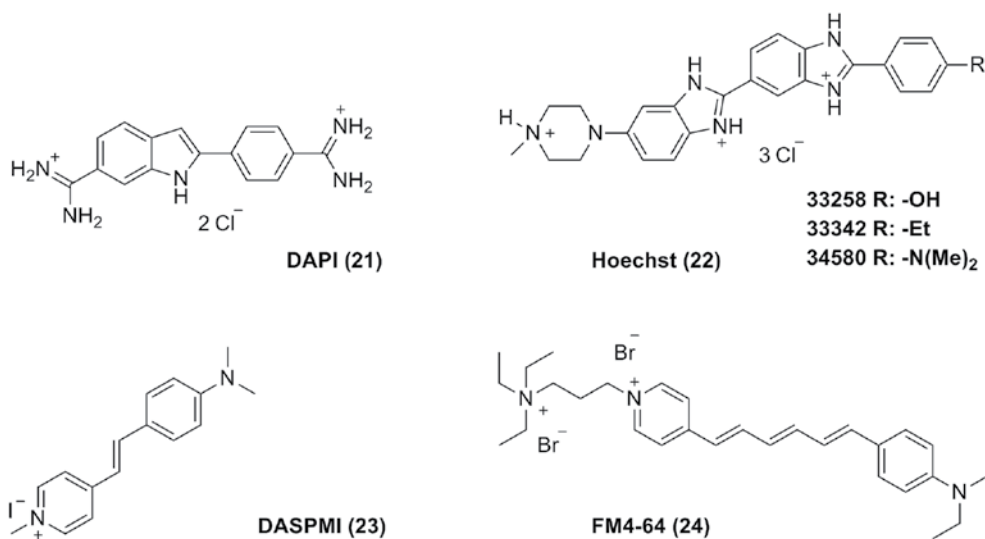
Για τον έλεγχο βιωσιμότητας των κυττάρων χρησιμοποιούνται επίσης και οι ακριδίνες με τις φαινανθριδίνες (δομές III και IV αντίστοιχα, Σχήμα 7).<sup>2</sup> Αυτές οι χρωστικές διαθέτουν επίπεδο πολυαρωματικό σκελετό και έχουν υψηλή συγγένεια για το γενετικό υλικό, αλληλεπιδρώντας μαζί του μέσω ενδοπαρεμβολής. Τα σημαντικότερα παραδείγματα ακριδινών είναι η ακριδίνη 16, η ακριφλαβίνη 17 και η κινακρίνη 18 (Σχήμα 7). Συχνά στην Ο.Α χρησιμοποιούνται το βρωμιούχο αιθίδιο (B.A., ethidiumbromide-EB) και το ιωδιούχο προπίδιο (I.Π., propidiumiodide-PI), των φαινανθριδινών (19 και 20, Σχήμα 7). Συνήθως για τη μελέτη των κυττάρων χρησιμοποιείται συνδυασμός μιας ακριδίνης και μιας φαι-

νανθριδίνης, όπως για παράδειγμα το B.A. με την ακριδίνη 16.

Μια μεγάλη και σημαντική κατηγορία χρωμοφώρων αποτελούν τα πολυμεθίνα. Πρόκειται για μόρια όπου στο σκελετό τους περιέχονται μία ομάδα δότης και μια ομάδα δέκτης ηλεκτρονίων οι οποίες συνδέονται συζυγιακά μέσω ενός δικτύου διπλών δεσμών ή μιας ανθρακικής αλυσίδας-συνδέτη (spacer group). Βασικά παραδείγματα κατηγοριών χρωστικών που ανήκουν σε αυτή τη μεγάλη οικογένεια είναι οι ινδοληνίνες, τα στιλβένια και οι καρβοκυανίνες. Τα γνωστότερα φθορισμοφόρα της πρώτης υποκατηγορίας είναι το DAPI και η Hoechst τα οποία είναι πυρηνικές χρωστικές με χαρακτηριστικό μηλε φθορισμό (21 και 22 αντίστοιχα, Σχήμα 8) με συχνότερη εφαρμογή τη σκιαγράφιση του πυρήνα στη μικροσκοπία φθορισμού. Τα στιλβένια αποτελούνται από ένα σκελετό στυρενίου, στις δύο άκρες του οποίου υπάρχουν μια ομάδα δότης και μια ομάδα δέκτης ηλεκτρονίων. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι το 4-(4-(N,N'-διμεθυλαμινο)



Σχήμα 7: Βασικός δομικός σκελετός ακριδινών/ φαινανθριδινών και χαρακτηριστικές χρωστικές αυτής της οικογένειας.



Σχήμα 8: Χρωστικές της οικογένειας των πορφυριδίων.

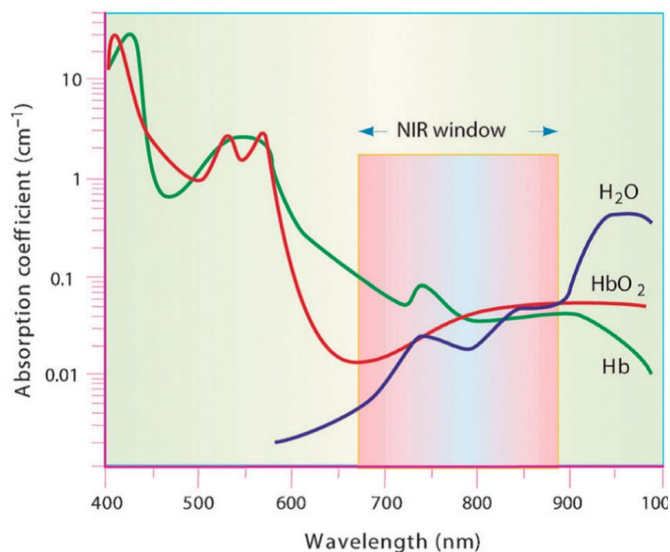
στυρυλο)-N-μεθυλοπυριδινύλιο ιωδίδιο (DASPMI, 23, Σχήμα 8) το οποίο χρησιμοποιείται στη χρώση μιτοχονδρίων σε ζωντανά κύτταρα και οι χρωστικές πλάσματικής μεμβράνης τύπου FM (π.χ. FM4-64 ή 24, Σχήμα 8). Τέλος, οι καρβοκυανίνες αποτελούν ιδιαίτερη κατηγορία φθορίζουσών ενώσεων καθώς ανήκουν και σε μία ευρύτερη κατηγορία χρωστικών που ονομάζονται χρωστικές NIR και θα αναλυθούν παρακάτω.

### Χρωστικές NIR

Η απορρόφηση φωτός από ενδογενή χρωμοφόρα ενός ιστού όπως πορφυρίνες, μελανίνες, μυοσφαιρίνη, οξυαιμοσφαιρίνη και δεοξυαιμοσφαιρίνη, μόρια του κυτταρικού μεταβολισμού (NADH, NADPH και φλαβίνες) και αλληλά συστατικά του (κολληγόνο ή λιπαρές χρωστικές), οδηγεί σε φάσματα φθορισμού σε μια περιοχή που εκτείνεται από το ορατό έως και το εγγύς υπέρυθρο. Αυτός ο παραγόμενος φθορισμός ονομάζεται αυτοφθορισμός του ιστού και μπορεί να παρέχει πληροφορίες για την παθολογική κατάστασή του. Παρόλα αυτά, οι εικόνες που λαμβάνονται παρουσιάζουν χαμηλό σήμα εξαιτίας του κακού λόγου σήματος προς θόρυβο (Signal-to-noise ratio, S/N). Εκτός από χρήση σκιαγραφικών ουσιών, το ζήτημα αυτό επιλύεται με ακτινοβολία στην περιοχή του εγγύς υπέρυθρου (NIR, 700–900 nm). Η τεχνική φωτοβόλησης στο NIR πλεονεκτεί έναντι της περιοχής UV-Vis διότι οι απορροφήσεις συγκεκριμένων ενδογενών χρωμοφόρων παρουσιάζουν ελάχιστο, όπως φαίνεται στην Εικόνα 3.3. Ακόμη, μπορεί να παρατηρηθεί ο ιστός ακόμα και σε βάθος μερικών εκατοστών, σε αντίθεση με την ακτινοβολία UV-Vis η οποία έχει βάθος διείσδυσης μόλις μερικά χιλιοστά. Επιπρόσθετα, η ακτινοβολία που χρησιμοποιείται στην O.A. και ειδικότερα το φως στην περιοχή NIR είναι πιο συμβατή με *in vivo* μελέτες, λόγω μειωμένης ενέργειας που προστατεύει από φαινόμενα φωτολεύκανσης (photobleaching), ενώ είναι αβλαβής, ιδιαίτερα συγκρινόμενη με άλλες τεχνικές (π.χ.

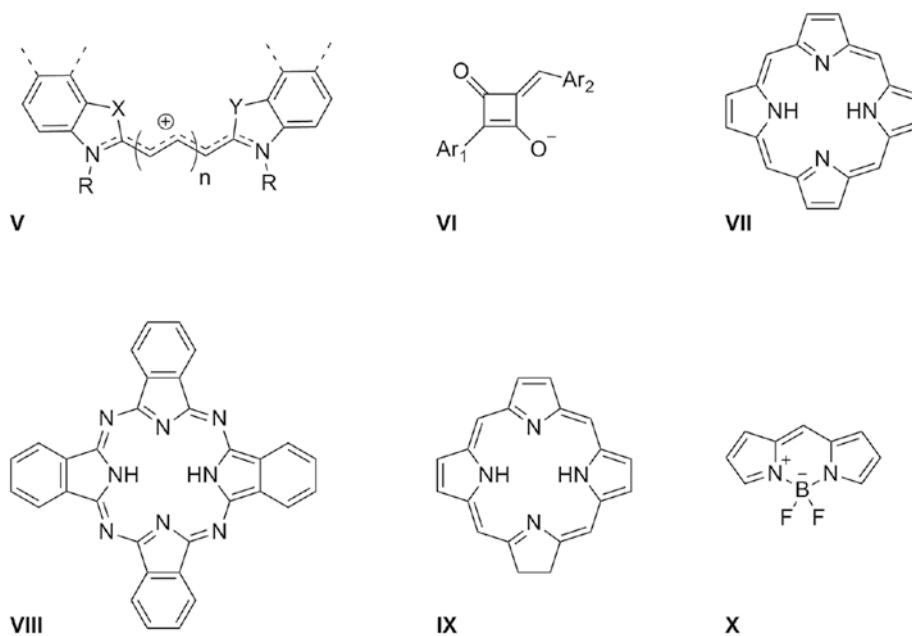
ακτίνες γ των ραδιολογικών μεθόδων).

Αν χρησιμοποιηθεί ιχνηθέτης που απορροφά στην περιοχή NIR, το αποτέλεσμα είναι βέλτιστο, διότι μεγιστοποιείται ο λόγος S/N και μειώνεται ο αυτοφθορισμός του ιστού. Μεταβάλλοντας το περιβάλλον ενός νοσούντος ιστού, αλλάζουν οι οπτικές ιδιότητές του και διαφοροποιείται από έναν υγιή ιστό. Συμπερασματικά, παρότι οι ενδογενείς οπτικές ιδιότητες ενός ιστού παρέχουν σημαντικές πληροφορίες για τη δομή του, η ανίχνευση κάποιας ασθένειας, απαιτεί τη χρήση μοριακών ιχνηθετών. Μέχρι και σήμερα, είναι λίγες οι οικογένειες χρωστικών που έχουν βρει τέτοιες εφαρμογές (Σχήμα 9). Αυτού του είδους οι χρωστικές μπορούν να χωριστούν σε αυτές που έχουν εγγενή την ιδιότητα απορρόφησης στην περιοχή NIR και αυτές που χρειάζονται χημική τροποποίηση



Εικόνα 3: «Οπτικό παράθυρο» NIR όπου οι απορροφήσεις αιμοσφαιρίνης, οξυαιμοσφαιρίνης και νερού παρουσιάζουν ελάχιστο.<sup>11</sup>





Σχήμα 9. Σκελετοί κυριότερων χρωστικών NIR.

για να την αποκτήσουν. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν οι καρβοκυανίνες (δομή V) και οι σκουραΐνες (δομή VI) ενώ στη δεύτερη οι τετραπυρρολικές χρωστικές (πορφυρίνες, φθαλοκυανίνες και χλωρίνες δομές VII, VIII και IX) καθώς και τα 4,4-διφθορο-4-βορα-3a,4a-διαζα-s-ινδακένια ή BODIPY (δομή X).

Η οικογένεια των καρβοκυανινών αποτελεί σημαντική τάξη φορτισμένων φθορισμοφόρων και απαρτίζεται από μόρια που έχουν ως βασικά δομικά χαρακτηριστικά δύο μονάδες ινδολενίνης (όμοιες ή μη), είτε με, είτε χωρίς υποκαταστάτες, οι οποίες συνδέονται με ένα δίκτυο περιττού αριθμού διπλών δεσμών.<sup>3</sup> Κάποιες από τις γνωστότερες χρωστικές αυτής της οικογένειας φαίνονται στον ακόλουθο Πίνακα 1 όπου και αναφέρονται συνοπτικά τα σημαντικότερα οπτικά χαρακτηριστικά τους:

Όνομα χρωστικής	$\lambda_{abs}$	$\lambda_{flu}$
Cy3	550	570
CM-Dil	553	570
Cy5	650	670
Cy5.5	675	694
Cy7	743	767
ICG	770	830

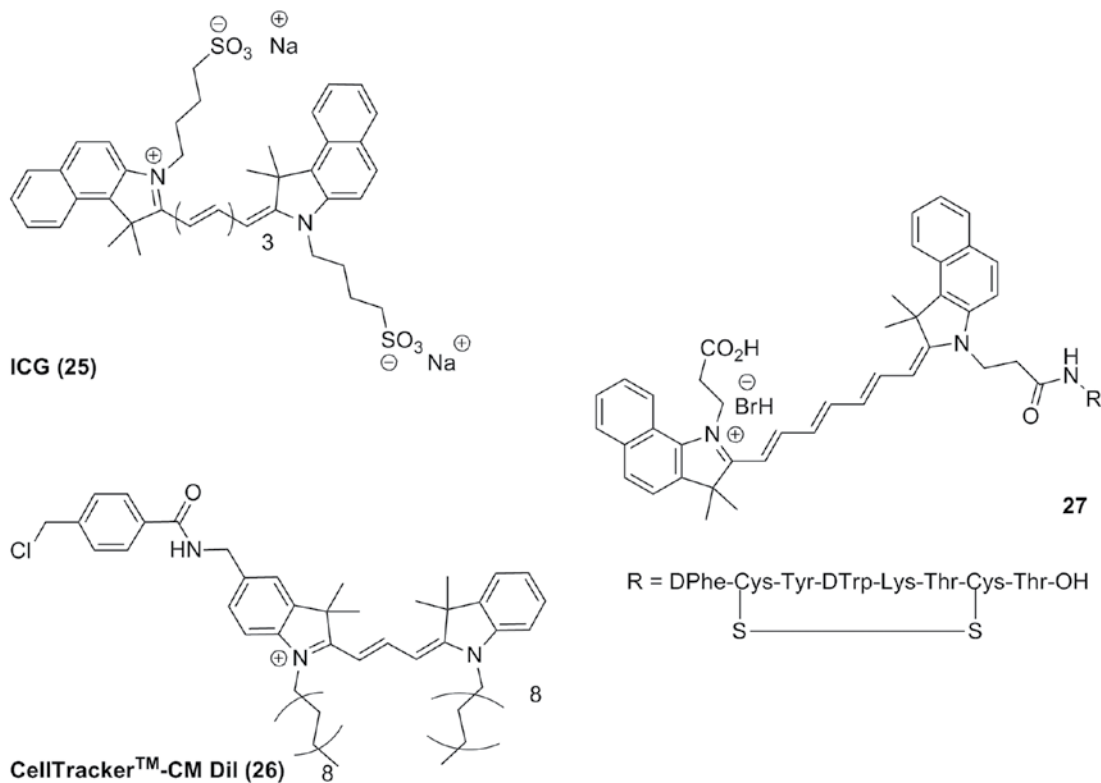
Πίνακας 1: Μήκη κύματος μέγιστης απορρόφησης ( $\lambda_{abs}$ ) και φθορισμού ( $\lambda_{flu}$ ) των βασικότερων καρβοκυανινών.

Οι χρωστικές χωρίζονται σε ειδικές και μη ως προς τη συγγενείά τους με ενδομοριακούς στόχους. Στη δεύτε-

ρη κατηγορία οι πιο γνωστές είναι η ινδοκυανίνη του πράσινου (25, indocyanine green-ICG) και η CM-Dil (26, CellTracker™). Η ICG έχει εξέχουσα σημασία ως μόριο καθώς είναι η πρώτη και μοναδική ως σήμερα NIR χρωστική που χρησιμοποιείται σε ανθρώπους. Από το 1959 και έπειτα είναι εγκεκριμένη από τον FDA και χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο σε εξετάσεις αγγειογραφίας φθορισμού στην οφθαλμολογία.<sup>12</sup> Οι δυνατότητες της ICG έχουν αξιοποιηθεί και στη Φ.Σ. για την ανίχνευση όγκων συνδέοντάς τη με πεπτιδία (27, Σχήμα 10) τα οποία αναγνωρίζονται από υποδοχείς που εκφράζονται σε μεγαλύτερο ποσοστό σε καρκινικούς όγκους.<sup>13,14</sup>

Οι χρωστικές τύπου CyDye (όπου Dye = 3, 5, 5.5, 7) συνδέονται ομοιοπολικά με πρωτεϊνικά υποστρώματα ή αντισώματα για Φ.Σ.. Οι Folli και Ballou ήταν οι πρώτοι που συνέδεσαν τέτοιες χρωστικές με αντισώματα ώστε να παρατηρήσουν καρκινικούς όγκους in vivo.<sup>15,16</sup> Η ιδέα των μοριακών φάρων του Weissleder, που αναφέρθηκε σε προηγούμενη παράγραφο, βασίστηκε στη σύνδεση της Cy5.5 με ένα συμπολυμερές πολυ-L-λυσίνης και μεθοξυπολυαιθυλενογλυκόλης (MPEG). Όταν το πεπτιδικής φύσης συμπολυμερές υποστεί ενζυμική διάσπαση, απελευθερώνεται το φθορισμοφόρο ακολουθούμενο από μια μεγάλη αύξηση της κβαντικής απόδοσής του και έντονο φωτεινό σήμα.<sup>7</sup> Η τακτική αυτή χρησιμοποιήθηκε και από άλλες ομάδες για παρατήρηση όγκων με γνώμονα την υπερέκφραση (overexpression) ενζύμων σε καρκινικές σειρές κυττάρων.<sup>17</sup>

Τα οπτικά χαρακτηριστικά των καρβοκυανινών, όπως το μήκος κύματος μέγιστης απορρόφησης ( $\lambda_{max}$ ) και η κβαντική απόδοση φθορισμού τους, είναι χαμηλά σε υδατικά περιβάλλοντα ενώ παρουσιάζουν και έλλειψη φωτοστα-



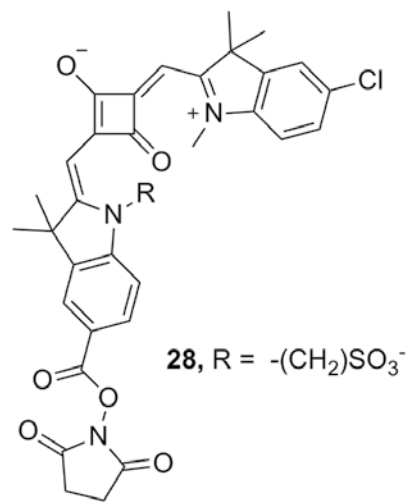
Σχήμα 10: Σημαντικές χρωστικές NIR και ο μοριακός ικνηθέτης που συντέθηκε στην εργασία του Bugaj και συνεργατών.<sup>13</sup>

θερότητας. Ένα ακόμα μειονέκτημα είναι πως, αν και η προσθήκη κάθε διπλού δεσμού αυξάνει το μήκος κύματος μέχρι και 80-100 nm, «κοστίζει» στο ότι καθιστά το μόριο περισσότερο λιποφίλο και ασταθές.<sup>3</sup> Με αφορμή αυτά τα χαρακτηριστικά, παρότι οι καρβοκυανίνες κατέχουν σημαντική θέση στον τομέα της σήμανσης NIR και παρακολούθησης ενδοκυτταρικών διεργασιών, το ενδιαφέρον αυτού του τομέα έχει στραφεί σε άλλες κατηγορίες ενώσεων. Νέοι ανιχνευτές NIR αποτελούν τα παράγωγα του τετραπυρρολικού σκελετού (πορφυρίνες, φθαλοκυανίνες και χλωρίνες), οι σκουραΐνες και τα BODIPY.<sup>18</sup> Το μεγάλο πλεονέκτημα αυτών των χρωστικών είναι οι καλύτερες οπτικές ιδιότητες, η χημική σιβαρότητά τους και η σταθερότητά τους σε μεγαλύτερο χρόνο έκθεσης σε ακτινοβολία. Με εξαίρεση τις σκουραΐνες, οι υπόλοιπες ομάδες ανήκουν στις χρωστικές που αποκτούν ιδιότητες NIR μέσω χημικών τροποποιήσεων.

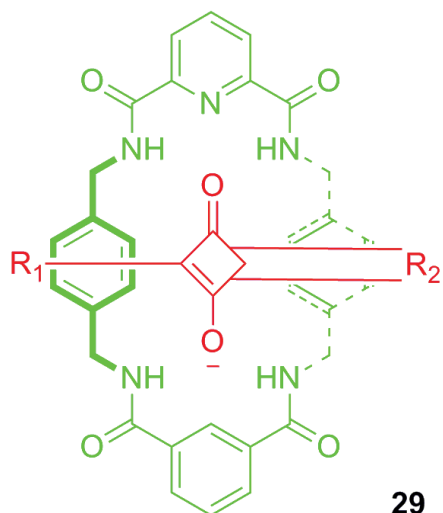
Οι σκουραΐνες αποτελούνται από έναν ηλεκτρονικά φτωχό οξοκυκλοβουτενολικό σκελετό ο οποίος φέρει στα άκρα του αρωματικές ή αλειφατικές ομάδες και ακολουθούν το μοτίβο D-p-A-p-D όπου δέκτης ηλεκτρονίων (A) είναι ο κεντρικός οξοκυκλοβουτενολικός σκελετός.<sup>19</sup> Παρουσιάζουν εξαιρετικές φυσικοχημικές ιδιότητες όπως έντονες ζώνες απορρόφησης, υψηλές τιμές μοριακής απορροφητικότητας και καλή φωτοαγωγιμότητα.<sup>20</sup> Λόγω των μεγάλων π-συζυγιακών υδρόφοβων δομών τους, εμφανίζουν προβλήματα ασυμβατότητας με υδατικά περι-

βάλλοντα όμως έχουν γίνει έντονες προσπάθειες για την παρασκευή και χρήση υδατοδιαλυτών παραγώγων όπως του 28 (Σχήμα 11).<sup>21,22</sup>

Χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο τόσο ως φωτοευαίσθητοποιητές στη φωτοδυναμική θεραπεία (PhotoDynamicTherapy-PDT) όσο και σε μικροσκοπία τόσο ενός όσο και δύο φωτονίων για in vitro και in vivo παρατήρηση (29, Σχήμα 12).<sup>23,24</sup>



Σχήμα 11: Υδατοδιαλυτό παράγωγο σκουραΐνης που συντέθηκε από την ομάδα του Ozinskas.



29

Σχήμα 12: Υπερμοριακή κατασκευή που χρησιμοποιείται για *in vivo* παρατήρηση μέσω TPM.<sup>24</sup>

Οι τετραπυρρολικές χρωστικές και τα BODIPY εμφανίζουν πολύ ισχυρές φωτοχημικές ιδιότητες και χημική στιβαρότητα, χαρακτηριστικά που τις καθιστούν ιδανικές στην ανάπτυξη χρωστικών NIR. Οι πρώτες έχουν χρησιμοποιηθεί τόσο ως φωτοευαίσθητοποιητές στην PDT όσο και στον εντοπισμό καρκινικών δεικτών *in vivo*. Χρωστικές όπως η αιματοπορφυρίνη και η κλωρίνη Ε6 έχουν συζευχθεί με πεπτίδια, αντισώματα και πρωτεΐνες (π.χ. αλβουμίνη, τρανσφερίνη) ώστε να απορροφηθούν από καρκινικούς όγκους στο πλαίσιο της PDT.<sup>25,26</sup> Επίσης, έχουν συντεθεί διμερή πορφυρινών από την ομάδα της Kuimova τα οποία έχουν εφαρμοστεί σε θανάτωση κυττάρων μέσω PDT και μικροσκοπία φθορισμού. Τα συγκεκριμένα διμερή φέρουν κέντρα ψευδαργύρου και μπορούν να παρατηρηθούν με TPM.<sup>27</sup> Όσον αφορά τα χρωμοφόρα BODIPY, ο σκελετός τους αποτελεί έναν από τους πιο ευέλικτους στην

τροποποίηση για σύνθεση φθοριζόντων ανιχνευτών ενώ ξεχωρίζουν οι εξαιρετικές τους ιδιότητες όπως υψηλή φωτοσταθερότητα και κβαντική απόδοση φθορισμού, οξείες κορυφές στα φάσματα απορρόφησης/φθορισμού και ουδέτερο οπτικό φορτίο. Μπορούν να παραγοντοποιηθούν με αναγωγιστικές μονάδες για εκλεκτική ενδοκυτταρική στόχευση (π.χ. υδροξύ ή αλκοξύ ομάδες) και για να αυξηθεί η υδροφιλικότητά τους, αλλά και με αρωματικά συστήματα ώστε να αποκτήσουν ιδιότητες χρωστικής NIR. Ακόμη, μπορούν να δράσουν ως ενεργοποιούμενα φθορισμοφόρα με ενεργοποίηση μέσω μηχανισμού FRET ή αλλαγής pH. Ανάμεσα σε πολλές εφαρμογές, έχουν αξιοποιηθεί για την παρατήρηση συστημάτων σε πραγματικό χρόνο με μικροσκοπία φθορισμού όπως υποδοχών νευροδιαβιβαστών αλλά και συγκεκριμένων ενζύμων σε διάφορα κυτταρικά διαμερίσματα.<sup>28</sup>

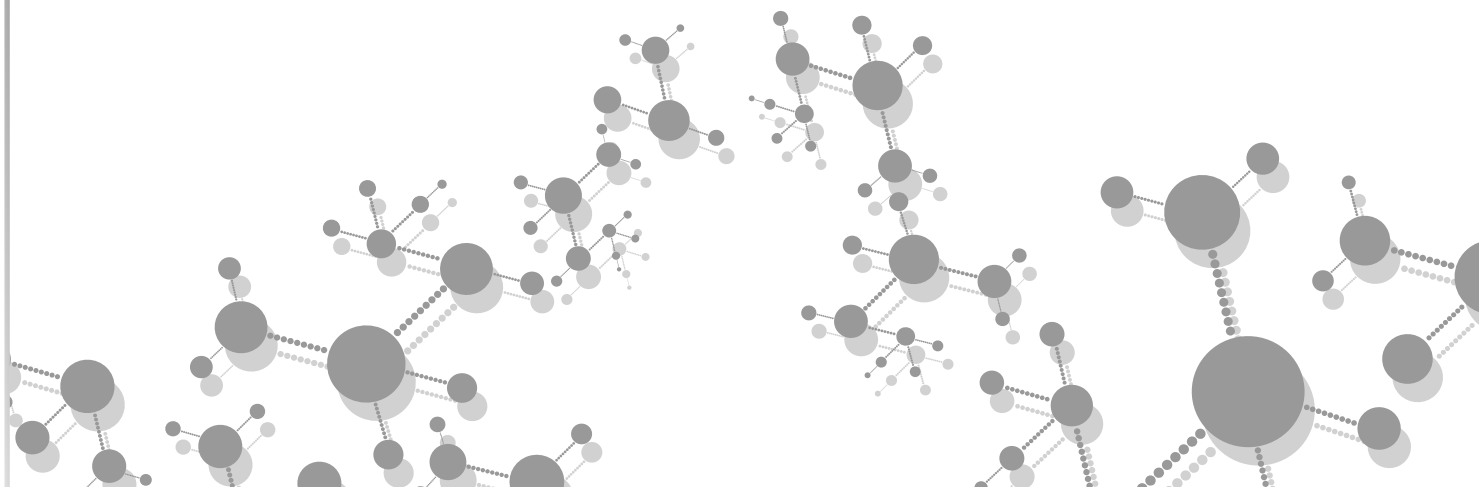
### Συμπεράσματα

Γενικά, οι μέθοδοι οπτικής απεικόνισης (Ο.Α.) υπερέχουν σε πλεονεκτήματα από τις συμβατικές μεθόδους Μ.Α. που αναφέρθηκαν στην εισαγωγή. Το βασικότερο μειονέκτημά τους είναι η χαμηλής ανάλυσης εικόνα και η δυσκολία στην ποσοτικοποίηση του σήματος καθώς λόγω μικρού βάθους διείσδυσης της ακτινοβολίας στην περιοχή UV-Vis, οι απώλειες λόγω φαινομένων σκέδασης και απορρόφησης από ενδογενή χρωμοφόρα μειώνουν την ενέργεια που φτάνει στον ικνηθέτη με αποτέλεσμα να είναι χαμηλός ο λόγος S/N. Στα πλεονεκτήματα, η ακτινοβολία που χρησιμοποιείται είναι μη-ιονίζουσα επομένως λιγότερο βλαβερή και μπορεί να εφαρμοστεί επανειλημμένως για πολλές φορές στον ίδιο ασθενή. Επίσης, η ευαισθησία των μοριακών ανιχνευτών είναι συγκρίσιμη των ραδιολογικών αφού και στις δύο περιπτώσεις οι ανιχνευτές που δρουν ως πηγές φωτονίων βρίσκονται μέσα στους ιστούς. Τέλος, σε αντιπαράθεση με τις ραδιολογικές, οι οπτικές μέθοδοι δεν έχουν το μειονέκτημα της ραδιενεργούς διάσπασης.

### Βιβλιογραφία

- Anderson, C. J.; Lewis, J. S. "Current Status and Future Challenges for Molecular Imaging", *Philos. Trans. R. Soc. A Math. Phys. Eng. Sci.* 2017, 375 (2107), 1–11.
- Long, N.; Wong, W.-T. *The Chemistry of Molecular Imaging*, 1st ed.; John Wiley & Sons, Inc: Hoboken, NJ, 2014.
- Krause, W. *Contrast Agents II*, 1st ed.; Springer: Berlin, Heidelberg, 2002.
- Thomas, J. A. "Optical Imaging Probes for Biomolecules: An Introductory Perspective", *Chem. Soc. Rev.* 2015, 44 (14), 4494–4500.
- Ntziachristos, V. "Fluorescence Molecular Imaging", *Annu. Rev. Biomed. Eng.* 2006, 8 (1), 1–33.
- Bremer, C.; Ntziachristos, V.; Weissleder, R. "Optical-Based Molecular Imaging : Contrast Agents and Potential Medical Applications", *Eur. Radiol.* 2003, 13 (231), 231–243.
- Weissleder, R.; Tung, C.-H.; Mahmood, U.; Bogdanov, A. "In Vivo Imaging of Tumors with Protease-Activated near-Infrared Fluorescent Probes", *Nat. Biotechnol.* 1999, 17 (4), 375–378.
- Atkinson, E. G.; Jones, S.; Ellis, B. A.; Dumonde, D. C.; Graham, E. "Molecular Size of Retinal Vascular Leakage Determined by FITC-Dextran Angiography in Patients with Posterior Uveitis", *Eye* 1991, 5 (4), 440–446.
- Urano, Y.; Sakabe, M.; Kosaka, N.; Ogawa, M.; Mitsunaga, M.; Asanuma, D.; Kamiya, M.; Young R., M.; Nagano, T.; Choyke, P. L.; Kobayashi, H. "Rapid Cancer Detection by Topically Spraying a  $\gamma$ -Glutamyltranspeptidase – Activated Fluorescent

- Probe" *Cancer Imaging* 2011, 3 (110), 110–119.
10. Nesterov, E. E.; Skoch, J.; Hyman, B. T.; Klunk, W. E.; Bacskai, B. J.; Swager, T. M. "In Vivo Optical Imaging of Amyloid Aggregates in Brain: Design of Fluorescent Markers", *Angew. Chemie Int. Ed.* 2005, 44 (34), 5452–5456.
  11. Weissleder, R. "A Clearer Vision for in Vivo Imaging", *Nat. Biotechnol.* 2001, 19 (4), 316–317.
  12. Owens, S. L. "Indocyanine Green Angiography", *Br. J. Ophthalmol.* 1996, 80 (3), 263–266.
  13. Bugaj, J. E.; Achilefu, S.; Dorshow, R. B.; Rajagopalan, R. "Novel Fluorescent Contrast Agents for Optical Imaging of in Vivo Tumors Based on a Receptor-Targeted Dye-Peptide Conjugate Platform", *J. Biomed. Opt.* 2001, 6 (2), 122–133.
  14. Achilefu, S.; Jimenez, H. N.; Dorshow, R. B.; Bugaj, J. E.; Webb, E. G.; Wilhelm, R. R.; Rajagopalan, R.; Johler, J.; Erion, J. L. "Synthesis, in Vitro Receptor Binding, and in Vivo Evaluation of Fluorescein and Carbocyanine Peptide-Based Optical Contrast Agents", *J. Med. Chem.* 2002, 45 (10), 2003–2015.
  15. Folli, S.; Westermann, P.; Braichotte, D.; Pèlerin, A.; Wagnières, G.; van den Bergh, H.; Mach, J. P. "Antibody-Indocyanin Conjugates for Immunophotodetection of Human Squamous Cell Carcinoma in Nude Mice", *Cancer Res.* 1994, 54 (10), 2643–2649.
  16. Ballou, B.; Fisher, G. W.; Waggoner, A. S.; Farkas, D. L.; Reiland, J. M.; Jaffe, R.; Mujumdar, R. B.; Mujumdar, S. R.; Hakala, T. R. "Tumor Labeling in Vivo Using Cyanine-Conjugated Monoclonal Antibodies", *Cancer Immunol. Immunother.* 1995, 41 (4), 257–263.
  17. Tung, C. H.; Bredow, S.; Mahmood, U.; Weissleder, R. "Preparation of a Cathepsin D Sensitive Near-Infrared Fluorescence Probe for Imaging", *Bioconjug. Chem.* 1999, 10 (5), 892–896.
  18. Escobedo, J. O.; Rusin, O.; Lim, S.; Strongin, R. M. "NIR Dyes for Bioimaging Applications", *Curr. Opin. Chem. Biol.* 2010, 14 (1), 64–70.
  19. Law, K. Y. "Organic Photoconductive Materials: Recent Trends and Developments", *Chem. Rev.* 1993, 93 (1), 449–486.
  20. Luo, S.; Zhang, E.; Su, Y.; Cheng, T.; Shi, C. "A Review of NIR Dyes in Cancer Targeting and Imaging", *Biomaterials* 2011, 32 (29), 7127–7138.
  21. Terpetschnig, E.; Szmecinski, H.; Ozinskas, A.; Lakowicz, J. R. "Synthesis of Squaraine-N-Hydroxysuccinimide Esters and Their Biological Application as Long-Wavelength Fluorescent Labels", *Anal. Biochem.* 1994, 217 (2), 197–204.
  22. Oswald, B.; Patsenker, L.; Duschl, J.; Szmecinski, H.; Wolfbeis, O. S.; Terpetschnig, E. "Synthesis, Spectral Properties, and Detection Limits of Reactive Squaraine Dyes, a New Class of Diode Laser Compatible Fluorescent Protein Labels", *Bioconjug. Chem.* 1999, 10 (6), 925–931.
  23. Avirah, R. R.; Jayaram, D. T.; Adarsh, N.; Ramaiah, D. "Squaraine Dyes in PDT: From Basic Design to in Vivo Demonstration", *Org. Biomol. Chem.* 2012, 10 (5), 911–920.
  24. Podgorski, K.; Terpetschnig, E.; Klochko, O. P.; Obukhova, O. M.; Haas, K. "Ultra-Bright and -Stable Red and Near-Infrared Squaraine Fluorophores for In Vivo Two-Photon Imaging", *PLoS One* 2012, 7 (12), 1–7.
  25. Hamblin, M. R.; Newman, E. L. "Photosensitizer Targeting in Photodynamic Therapy II. Conjugates of Haematoporphyrin with Serum Lipoproteins", *J. Photochem. Photobiol. B Biol.* 1994, 26 (2), 147–157.
  26. Bisland, S. K.; Singh, D.; Gariépy, J. "Potentiation of Chlorin E6 Photodynamic Activity in Vitro with Peptide-Based Intracellular Vehicles", *Bioconjug. Chem.* 1999, 10 (6), 982–992.
  27. Kuimova, M. K.; Botchway, S. W.; Parker, A. W.; Balaz, M.; Collins, H. A.; Anderson, H. L.; Suhling, K.; Ogilby, P. R. "Imaging Intracellular Viscosity of a Single Cell during Photoinduced Cell Death", *Nat. Chem.* 2009, 1 (1), 69–73.
  28. Kowada, T.; Maeda, H.; Kikuchi, K. "BODIPY-Based Probes for the Fluorescence Imaging of Biomolecules in Living Cells", *Chem. Soc. Rev.* 2015, 44 (14), 4953–4972.





Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ  
ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ  
ΕΙΔΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΔΙΑΦΟΡΟΤΙΚΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΠΑΝΕΚ

ΕΠΑΝΕΚ 2014-2020  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ



ανάπτυξη - εργασία - αλληλεγγύη

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

## Πρόσκληση εκδήλωση ενδιαφέροντος από εργαζομένους του ιδιωτικού τομέα, ανεξαρτήτως του κλάδου απασχόλησής τους, στο Πλαίσιο της Πράξης **ΚΑΤΑΡΤΙΣΗ ΚΑΙ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΩΝ/ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΣΤΕΛΕΧΩΝ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΤΗΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ**

Η Ένωση Ελλήνων Χημικών καλεί εργαζόμενους, απόφοιτους τριτοβάθμιας εκπαίδευσης (Πτυχιούχοι Χημικοί ή/και Πτυχιούχοι Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης Θετικών Επιστημών, Γεωπονικών Επιστημών, Επιστημών Υγείας, Περιβάλλοντος καθώς και Πολυτεχνικών Σχολών), από όλες τις Περιφέρειες της χώρας, να στείλουν αίτηση συμμετοχής σε ένα από τα επιδοτούμενα προγράμματα συνεχιζόμενης επαγγελματικής κατάρτισης, διάρκειας 80 ωρών:

1. Επιστημονικοί/Τεχνικοί Υπεύθυνοι Επιχειρήσεων Τροφίμων και Ποτών
2. Επιστημονικοί / Τεχνικοί Υπεύθυνοι Περιβαλλοντικής Διαχείρισης, Υγείας και Ασφάλειας Επιχειρήσεων

Οι καταρτιζόμενοι ωφελούμενοι θα συμμετάσχουν σε διαδικασία πιστοποίησης για την αποτίμηση των γνώσεων, των δεξιοτήτων και των ικανοτήτων, που αποκτήθηκαν από την παρακολούθηση του προγράμματος κατάρτισης, απαραίτητο στοιχείο τεκμηρίωσης της επαγγελματικής τους ικανότητας, μέσω της οποίας επιτυγχάνεται η ενίσχυση της απασχόλησής τους.

Για την συμμετοχή στην επαγγελματική κατάρτιση και πιστοποίηση χορηγείται εκπαιδευτικό επίδομα 5,00 ευρώ/ώρα κατάρτισης (400,00 ευρώ/80 ώρες).

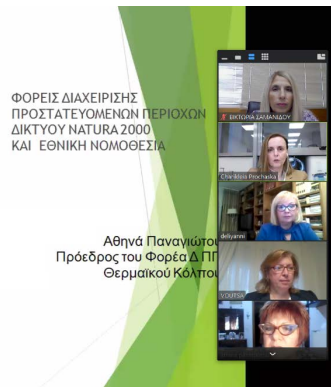
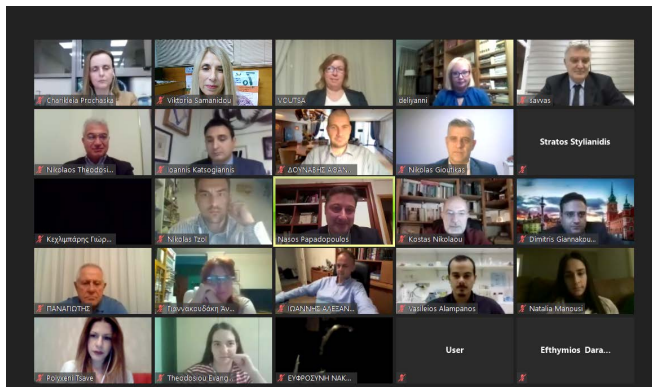
Περισσότερες πληροφορίες για το πρόγραμμα οι ενδιαφερόμενοι μπορούν να αναζητήσουν στην ιστοσελίδα της Ένωσης Ελλήνων Χημικών ([www.eex.gr](http://www.eex.gr)) και στο τηλέφωνο 2103821524, 2103832151.

Το Έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Ε.Π. Ανταγωνιστικότητα, Επιχειρηματικότητα, και Καινοτομία 2014-2020 και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο - ΕΚΤ) και από εθνικούς πόρους μέσω του ΠΔΕ.



# 7ο Περιβαλλοντικό Συνέδριο Μακεδονίας

30 Οκτωβρίου - 1 Νοεμβρίου 2020



Την Κυριακή 1 Νοεμβρίου ολοκληρώθηκαν οι εργασίες του 7ου Περιβαλλοντικού Συνεδρίου Μακεδονίας, το οποίο ξεκίνησε την Παρασκευή 30 Οκτωβρίου, σε συνδιοργάνωση του Περιφερειακού Τμήματος Κεντρικής και Δυτικής Μακεδονίας της Ένωσης Ελλήνων Χημικών (ΕΕΧ), με τον Σύνδεσμο Χημικών Βορείου Ελλάδος, το Τμήμα Χημείας του ΑΠΘ, το Συμβούλιο Περιβάλλοντος του ΑΠΘ, την Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας, τον Δήμο Θεσσαλονίκης, την Εταιρεία Ύδρευσης & Αποχέτευσης Θεσσαλονίκης ΑΕ και το Επιστημονικό Τμήμα Περιβάλλοντος Υγείας και Ασφάλειας στην Εργασία της Ένωσης Ελλήνων Χημικών (ΤΠΥΑΕ ΕΕΧ).

Το συνέδριο διοργανώθηκε διαδικτυακά μέσω της πλατφόρμας zoom. Στην τελετή έναρξης του 7ου Περιβαλλοντικού Συνεδρίου Μακεδονίας, με συντονίστριες τις Καθηγήτριες του Τμήματος Χημείας κκ Ελένη Δελιγιάννη και Δήμητρα Βουτσά, χαιρέτισαν ο Συντονιστής της Αποκεντρωμένης Διοίκησης Μακεδονίας Θράκης κ. Ιωάννης Σάββας, ο Αντιπεριφερειάρχης ανάπτυξης και περιβάλλοντος της Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας κ. Κωνσταντίνος Γιουτίκας, ο Αντιπρύτανης έρευνας και δια βίου εκπαίδευσης κ. Ευστράτιος Στυλιανίδης, ο Πρόεδρος του Τμήματος Χημείας του ΑΠΘ, κ. Παναγιώτης Σπαθής, ο Πρόεδρος της Ένωσης Ελλήνων Χημικών (ΕΕΧ) κ. Αθανάσιος Παπαδόπουλος, η Πρόεδρος του Περιφερειακού Τμήματος Κεντρικής & Δυτικής Μακεδονίας της ΕΕΧ, κ. Βικτωρία Σαμανίδου, η Πρόεδρος του Συνδέσμου Χημικών Βορείου Ελλάδος, κ. Ελένη Δελιγιάννη, ο Πρόεδρος του Επιστημονικού Τμήματος Περιβάλλοντος, Υγείας και Ασφάλειας στην εργασία της ΕΕΧ, κ. Ιωάννης Κατσογιάννης, ενώ γραπτό χαιρετισμό απύθνησε και ο Διευθύνων Σύμβουλος της ΕΥΑΘ κ. Άνθιμος Αμανατίδης. Την τελετή παρακολούθησαν πάνω από 60 άτομα.

Ακολούθησε η προσκεκλημένη κεντρική ομιλία, με τίτλο: «Η περιβαλλοντική διάσταση των στόχων της βιώσιμης ανάπτυξης.», από τον Καθηγητή του Τομέα Υδραυλικής και Τεχνικής Περιβάλλοντος, του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών, του ΑΠΘ – τ. Πρόεδρο του Συμβουλίου Περιβάλλοντος ΑΠΘ, κ. Νικόλαο Θεοδοσίου.

Το Περιβαλλοντικό Συνέδριο Μακεδονίας διοργανώνεται κάθε 3 χρόνια στη Θεσσαλονίκη και αποτελεί βήμα για τους επιστήμονες που ασχολούνται με τον έλεγχο, τη διαχείριση και τις τεχνολογίες

περιβάλλοντος καθώς και με θέματα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης. Το Περιβαλλοντικό Συνέδριο Μακεδονίας χαρακτηρίζεται από: α) το ευρύ φάσμα των επιστημονικών πεδίων και ειδικοτήτων των συγγραφέων που συμμετέχουν στις επιστημονικές εργασίες, β) την παρουσίαση εργασιών από όλες τις περιφέρειες της Ελλάδας, γ) το ευρύ φάσμα των θεματικών ενότητων των ανακοινώσεων, δ) την αξιοσημείωτη συμμετοχή στις ανακοινώσεις επιστημόνων-συγγραφέων από χώρες του εξωτερικού.

Στόχος του είναι η ολοκληρωμένη παρουσίαση των περιβαλλοντικών ζητημάτων, η ανταλλαγή επιστημονικών απόψεων, η έγκυρη ενημέρωση των πολιτών, η διατύπωση προτάσεων για την προστασία και τη βελτίωση του περιβάλλοντος και η ενίσχυση της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης και ευαισθητοποίησης. Οι 200 περίπου επιστημονικές εργασίες που παρουσιάστηκαν στο Συνέδριο, ταξινομήθηκαν σε δεκαπέντε θεματικές ενότητες και ολοκληρώθηκαν σε δεκαεπτά συνεδρίες:

- Κατεργασία Νερού και Υγρών Αποβλήτων
- Πράσινη Χημεία και Τεχνολογία
- Φυσικό Περιβάλλον και Οικοσυστήματα
- Περιβάλλον και Ποιότητα Ζωής
- Περιβαλλοντικές Διεργασίες
- Αντιμετώπιση Περιβαλλοντικών Θεμάτων της Βόρειας Ελλάδας
- Περιβαλλοντική Ανάπτυξη
- Κατεργασία και Αξιοποίηση Αποβλήτων της Βιομηχανίας Τροφίμων
- Καταλυτικές/Οξειδωτικές Μέθοδοι Αντιρρύπανσης
- Ατμόσφαιρα
- Ενέργεια & Περιβάλλον
- Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός
- Χερσαίο και Υδάτινο Περιβάλλον
- Διαχείριση Αποβλήτων / Ανακύκλωση
- Περιβαλλοντική Εκπαίδευση και Ευαισθητοποίηση

Στη 18η συνεδρία έγινε εποικοδομητική συζήτηση των ερευνητικών αποτελεσμάτων που ανακοινώθηκαν στις αναρτημένες εργασίες.

Οι εργασίες που έγιναν δεκτές από την Επιστημονική Επι-

τροπή περιλαμβάνονται στα Πρακτικά του Συνεδρίου (PDF με τις περιλήψεις των εργασιών). Επιλεγμένες εργασίες του Συνεδρίου θα δημοσιευθούν (μετά από κρίση) στο Περιοδικό "Molecules", στο Περιοδικό "Sustainability", στο περιοδικό Water and Waste: AZ Sustainable Media, καθώς και στα Χημικά Χρονικά και στο περιοδικό του του Συνδέσμου Χημικών Βορείου Ελλάδος.

Στις 18 συνοδικά συνεδρίες παρουσιάστηκαν τα αποτελέσματα ερευνητικών εργασιών και προγραμμάτων εκπροσώπων από το Τμήμα Χημείας του ΑΠΘ, αλλά και άλλων τμημάτων της Σχολής Θετικών Επιστημών, από διάφορα Τμήματα της Πολυτεχνικής Σχολής του ΑΠΘ, της Σχολής Επιστημών Υγείας του ΑΠΘ, από το Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, το πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, το Διεθνές Πανεπιστήμιο Ελλάδας, το Πανεπιστήμιο Πατρών, το Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, από ερευνητικά κέντρα, από Εκπαιδευτικά Ιδρύματα τους Εξωτερικού, όπως από Πολωνία, Ηνωμένο Βασίλειο, Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής, από την Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας, της Στερεάς Ελλάδας, της Θεσσαλίας, τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση και άλλους φορείς, ενώ ακολούθησαν επικοινωνιακές διαδικτυακές συζητήσεις μεταξύ των ομιλητών και των συνέδρων.

Κατά γενική ομολογία το 7ο Περιβαλλοντικό Συνέδριο Μακεδονίας ήταν ακόμη ένα επιτυχημένο συνέδριο, το οποίο ακόμη και στη διαδικτυακή του μορφή αποδείχθηκε ότι χαρακτηρίζεται από επιστημονικό χαρακτήρα που μπορεί να διευρυνθεί ακόμη περισσότερο με τη συμμετοχή και άλλων επιστημονικών ειδικοτήτων.

Στην τελετή λήξης του συνεδρίου έγινε η απονομή του βραβείου καλύτερης αναρτημένης δημοσίευσης, το οποίο σύμφωνα με απόφαση της τριμελούς κριτικής επιτροπής, απονεμήθηκε στην αναρτημένη ανακοίνωση της ενότητας 5. ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ με αριθμό 5.2 και τίτλο: ΓΟΝΙΔΙΩΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΡΙΖΟΒΑΚΤΗΡΙΩΝ ΠΟΥ ΑΠΟΜΟΝΩΗΚΑΝ ΑΠΟ ΑΛΟΦΥΤΑ ΚΑΙ ΦΥΤΑ ΑΝΘΕΚΤΙΚΑ ΣΤΗΝ ΞΗΡΑΣΙΑ, ΚΑΙ ΠΡΟΑΓΟΥΝ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ

<https://drive.google.com/file/d/14u8j7klWpvnWNyAHjD-UxFHQ8K1MWwLi/view> της ερευνητικής ομάδας των Γενίτσαρη Σ., Λεοντίδου Κ., Παπαδοπούλου Α., Καραμανώλη Κ., Μελητίδου Ι., η οποία είναι αποτέλεσμα συνεργασίας του Διεθνούς Πανεπιστημίου Ελλάδας, της Γεωπονικής Σχολής του ΑΠΘ και του Ινστιτούτου Γενετικής Βελτίωσης και Φυτογενετικών Πόρων του ΕΛΓΟ Δήμητρα με έδρα τη Θέρμη.

Το βραβείο χρηματοδοτείται από το ΠΤΚΔΜ και συνοδεύεται από τιμητικό τίτλο και συμβολικό χρηματικό ποσό 100 ευρώ. Κληίνοντας ανανεώθηκε το ραντεβού για το 8ο συνέδριο, το οποίο σύμφωνα με την παράδοση αναμένεται να διοργανωθεί σε τρία χρόνια, με την ευχή όλων να πραγματοποιηθεί με φυσική παρουσία

Πληροφορίες σχετικά με το Συνέδριο καθώς και το πρόγραμμα οι ενδιαφερόμενοι/ενδιαφερόμενες μπορούν να βρουν στους ακόλουθους συνδέσμους:

<https://sites.google.com/gapps.auth.gr/persynmakprogramma>

<http://persynmak.blogspot.com>

[www.facebook.com/7ο-Περιβαλλοντικό-Συνέδριο-Μακεδονίας-30-Οκτωβρίου-1-Νοεμβρίου-2020-1574790302844162/](http://www.facebook.com/7ο-Περιβαλλοντικό-Συνέδριο-Μακεδονίας-30-Οκτωβρίου-1-Νοεμβρίου-2020-1574790302844162/)

<https://www.eex.gr/about/perifereiaka-tmimata/kentr-ditik-makedonias>

<https://sites.google.com/gapps.auth.gr/persynmak>

Επίσης, για πρώτη φορά, διοργανώθηκαν από το Περιφερειακό Τμήμα Κεντρικής και Δυτικής Μακεδονίας της Ένωσης Ελλήνων Χημικών, σε συνεργασία με τον Σύνδεσμο Χημικών Βορείου Ελλάδος και το Επιστημονικό Τμήμα Περιβάλλοντος Υγείας και Ασφάλειας στην Εργασία, δύο πολύ ενδιαφέρουσες Ημερίδες ενσωματωμένες στο Συνέδριο με θέματα:

**ΗΜΕΡΙΔΑ: ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΘΕΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΒΟΡΕΙΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ**

**ΗΜΕΡΙΔΑ: ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΤΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ**

Η πρώτη έλαβε χώρα την Παρασκευή 30 Οκτωβρίου 2020, από τις 17.00 έως τις 19.30.

Στην πρώτη ημερίδα Επιστήμονες του ΑΠΘ παρουσίασαν τις ερευνητικές τους δραστηριότητες στο πλαίσιο των ερευνητικών προγραμμάτων σε περιβαλλοντικά θέματα που αφορούν στην ευρύτερη περιοχή της Βόρειας Ελλάδας. Επιπλέον, φορείς όπως η Αποκεντρωμένη Διοίκηση Μακεδονίας Θράκης, η Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας, ο Φορέας Διαχείρισης Προστατευόμενων Περιοχών Θερμαϊκού Κόλπου παρουσιάζουν το πλαίσιο των δράσεων και των μέτρων για την προστασία του περιβάλλοντος. Την ημερίδα παρακολούθησαν 90 περίπου άτομα.

Κατά τη διάρκεια της Ημερίδας συζητήθηκαν, μεταξύ άλλων, η ρύπανση του υδροφόρου ορίζοντα, η μείωση της βιοποικιλότητας και η ατμοσφαιρική ρύπανση.

Η δεύτερη Ημερίδα πραγματοποιήθηκε το Σάββατο 31 Οκτωβρίου 2020, από τις 12.00 έως τις 13.30, την οποία παρακολούθησαν 70 άτομα.

Θέμα της Ημερίδας ήταν η κατεργασία και η αξιοποίηση των αποβλήτων της βιομηχανίας τροφίμων, καθώς σήμερα καθίσταται σαφές ότι η μετάβαση από τη γραμμική στην κυκλική οικονομία είναι ταυτόχρονα ανάγκη αλλά και ευκαιρία.

Οι βιομηχανίες τροφίμων αποτελούν σημαντικό πεδίο εφαρμογής των αρχών της κυκλικής οικονομίας, καθώς από τα υποπροϊόντα τους είναι δυνατή η ανάκτηση πολύτιμων υλικών, που θα μπορούσαν να επαναχρησιμοποιηθούν είτε από την ίδια βιομηχανία, με στόχο την μείωση του κόστους παραγωγής, είτε να αποτελέσουν την πρώτη ύλη για την παραγωγή νέων και πολλαπλών φορές καινοτόμων προϊόντων. Παράλληλα, με κατάλληλη διαχείριση τα υποπροϊόντα αυτά, μπορούν να μετατραπούν σε ενέργεια, μειώνοντας έτσι το κόστος λειτουργίας και το περιβαλλοντικό αποτύπωμα αυτών των βιομηχανιών.



### Αξιοποίηση Βιοαποβλήτων τροφίμων στο πλαίσιο Κυκλικής Βιοοικονομίας

Δρ. Παναγιώτης Κούγιας  
Ερευνητής Γ

[p.kougiass@swri.gr](mailto:p.kougiass@swri.gr)

[@kougiass](https://twitter.com/kougiass)

[0000-0003-4416-2135](https://orcid.org/0000-0003-4416-2135)



