



ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΧΗΜΕΙΑΣ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ
ΚΑΙ ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΩΝ
ΦΟΙΤΗΤΩΝ **ΑΠΘ**

11-12 Νοεμβρίου 2023

ΒΙΒΛΙΟ ΠΕΡΙΛΗΨΕΩΝ



80 **ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ**
ΧΡΟΝΙΑ 2023
ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

30
1993 2023
χρόνια
ΠΤΚΔΜ



Βιβλίο Περιλήψεων

**6ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΧΗΜΕΙΑΣ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ
ΚΑΙ ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΦΟΙΤΗΤΩΝ**

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

11 & 12 Νοεμβρίου 2023

Επιμέλεια

Δρ. Στεργιανή Ορδούδη, ΕΔΙΠ

Δρ. Αλεξάνδρα Ζαμπούλη, Μεταδιδακτορική ερευνήτρια

Πίνακας περιεχομένων

ΔΙΟΡΓΑΝΩΣΗ	7
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	9
ΒΑΣΙΚΗ ΘΕΜΑΤΟΛΟΓΙΑ.....	10
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ	11
ΜΕΡΟΣ Ι: ΠΕΡΙΛΗΨΕΙΣ ΠΡΟΦΟΡΙΚΩΝ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΕΩΝ.....	22
ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΟΜΙΛΙΑ.....	23
Διπλώματα ευρεσιτεχνίας: Μπορεί ένας χημικός να γίνει δικηγόρος;	23
ΕΛΕΓΧΟΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ.....	24
Προσδιορισμός αντιβιοτικών ενώσεων σε στραγγίσματα υψηλού ρυπαντικού φορτίου με υγρή χρωματογραφία - φασματομετρία μάζας υψηλής διακριτικής ικανότητας	25
Πολυκυκλικοί Αρωματικοί Υδρογονάνθρακες στον αέρα αστικών περιοχών.....	26
Τεχνικές γήρανσης μικροπλαστικών και προσρόφηση οργανικών ρύπων.....	27
Συγκριτική ανάλυση και συσχέτιση χρωματομετρικής και ICP μεθόδου για τον προσδιορισμό διαθέσιμου φωσφόρου κατά Olsen σε εδάφη.....	28
Απομάκρυνση της προπρανολόλης από υδατικά δείγματα με φωτολυτικές και φωτοκαταλυτικές μεθόδους που βασίζονται στις θεικές ρίζες	29
Μελέτη της αποικοδόμησης των αντιμυκητιασικών φαρμάκων φλουκανοζόλης και βορικοναζόλης με χρήση ετερογενών φωτοκαταλυτικών τεχνικών.....	30
Προσδιορισμός οργανοφωσφορικών εστέρων σε ηλεκτρονικές συσκευές με τη χρήση υγρής χρωματογραφίας φασματομετρίας μάζας υψηλής διακριτικής ικανότητας.....	31
Βελτιστοποίηση προσδιορισμού οργανικών ρύπων με φασματομετρία μάζας υψηλής διακριτικότητας (HRMS) και εφαρμογή κεντρικού σύνθετου σχεδιασμού (CCD)	32
ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ – ΦΥΣΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ.....	33
Αναπτύσσοντας οξειδωτική φάση σε σεσκιτερπενοειδείς λακτόνες.....	34
3-ακυλοτετραμικά οξέα ως ενδιάμεσα στην βιομιμητική σύνθεση φυσικών πολυκετιδικών προϊόντων	35
Μελέτη εκλεκτικής σύζευξης 1,3,4-τρι-υποκατεστημένων πυρρολίων με νιτροστυρόλια	36
Synthesis of Coumarin-Isoxazole-Pyridine Hybrids with Biological Interest.....	37
Συνθετικές προσεγγίσεις υποκατεστημένων 1,4-διϋδροπυριδινών παρουσία καταλυτών χαλκού.....	38
Συνθετική μετατροπή <i>N</i> -Αρυλο-υδροξυλαμινών σε 3-καρβοξυ- <i>1H</i> -ινδολικούς εστέρες	39
ΦΥΣΙΚΗ – ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ – ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ.....	40
Νανοσωλήνες TiO ₂ Τροποποιημένοι με IrO ₂ ως Άνοδοι Για Την Αντίδραση Έκλυσης Οξυγόνου	41
Ανάπτυξη ηλεκτροκαταλυτών ιριδίου εναποτιθέμενου σε τροποποιημένους φορείς οξειδίου του τιτανίου για την αντίδραση έκλυσης του οξυγόνου.....	42
Επιστρώσεις IrO _x -Pt και IrO _x -RuO _x σε Υποστρώματα Ti ως Άνοδοι για την Αντίδραση Έκλυσης Οξυγόνου	43
Επίδραση της υποκατάστασης, με V ή Ti, στην B θέση χρωμίτη La _{0.75} Sr _{0.25} Cr _{0.9} Fe _{0.1} O _{3-δ} , στην αγωγιμότητα και την ηλεκτροχημική απόδοση ως ηλεκτρόδιο καυσίμου σε κελιά ηλεκτρόλυσης στερεού οξειδίου	44
Μέθοδοι ολικής βελτιστοποίησης με εφαρμογές στη χημεία: Βελτιστοποίηση σμήνους σωματιδίων και γενετικοί αλγόριθμοι	45
Recurrence quantification analysis of potential oscillations associated with electrochemical active-passive events occurring during the localized corrosion of iron in halide-containing sulfuric acid solutions	46
A comparative study of the electrochemical growth of polyaniline thin films on Ta, Nb, Ti and characterization of their capacitive properties	47
Ηλεκτροχημική σύνθεση και χαρακτηρισμός νανοςύνθετων σουλφονικών παραγώγων πολυανιλίνης – Ni(OH) ₂ σε ανοξειδωτο χάλυβα	48
Effect of reducing agents on phase transition behavior, optical and thermochromic properties of VO ₂ for smart windows.....	49
Ανάπτυξη υβριδικών στερεών ηλεκτρολυτών για μπαταρίες ιόντων λιθίου	50
Ανάπτυξη in situ μεθόδου ελέγχου αγωγιμότητας μεμβρανών και νέων ηλεκτροδίων για διατάξεις ηλεκτροδιάλυσης.....	51
ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ – ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ – ΈΛΕΓΧΟΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ	52
Διδασκαλία της ενότητας «Ρυθμιστικά διαλύματα» στη Γ΄ Λυκείου υπό το πρίσμα της προσέγγισης «μαθητής - μικρός ερευνητής».....	53

Μελέτη των μαθησιακών αποτελεσμάτων μίας διδακτικής μαθησιακής σειράς (ΔΜΣ) για την οικοδόμηση της έννοιας της πυκνότητας καθαρών ουσιών και διαλυμάτων σε Ε΄- Στ΄ δημοτικού.....	54
Εφαρμογή της ΕτΕ: «Πειρά(γ)ματα Χημείας» σε νήπια	55
Παραγωγοποίηση μετά τη χρωματογραφική στήλη με μορφή παλμών: μία νέα προσέγγιση για την ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης των αντιδραστηρίων	56
Χρήση των ερωτήσεων του προγράμματος Augmented Assessment ως διδακτικό εργαλείο στη διδασκαλία της Χημείας Γυμνασίου.....	57
ΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ	58
Μια «έξυπνη» εφαρμογή της δοκιμής TLC-DPPH• για γρήγορο έλεγχο της σύστασης φυτικών εκχυλισμάτων σε αντιοξειδωτικές ενώσεις	59
Προκαταρκτική διερεύνηση του προφίλ των αυτόχθονων γαλακτικών βακτηρίων του νοπού και επεξεργασμένου με άλκαλι ελαιόκαρπου ποικιλιών ‘Χονδρολιά Χαλκιδικής’ και ‘Χαλκιδική’ με τη χρήση κλασσικών μικροβιολογικών και μοριακών τεχνικών.....	60
Ανάκτηση δεσμευμένων φαινολικών συστατικών από φλοιούς ρυζιού με αλκαλική υδρόλυση υποβοηθούμενη από μικροκύματα	61
Παρασκευή και μελέτη ιδιοτήτων εδώδιμων μεμβρανών χιτοζάνης με ενσωμάτωση αιθέριου ελαίου ρίγανης (<i>Origanum vulgare</i>).....	62
Παρασκευή σκόνης φύλλων ελιάς με επιτραπέζιο σφαιρόμυλο για την αξιοποίηση της ως πρόσθετο με αντιοξειδωτικές ιδιότητες σε εδώδιμες μεμβράνες/επικαλύψεις χιτοζάνης: Προκαταρκτική μελέτη	63
Επίδραση της θερμοκρασίας καταιονισμού στις ιδιότητες αφυδατωμένου εκχυλίσματος ιβίσκου	64
ΑΝΟΡΓΑΝΗ ΚΑΙ ΒΙΟΑΝΟΡΓΑΝΗ ΧΗΜΕΙΑ – ΝΑΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ	65
Σύνθεση και χαρακτηρισμός φωταγών μεταλλοργανικών πλεγμάτων (MOF) του Zr(IV) και Al(III).....	66
Σύμπλοκες ενώσεις του Fe(III) με υποκατεστημένες σαλικυλαλδεΐδες: βιοδραστικότητα και σχέση δομής-δράσης.....	67
Δομή και βιολογική δράση συμπλόκων ενώσεων του ερβίου(III) με κινολόνες.....	68
Νανοφορέις ZnO για φαρμακευτικές ενώσεις και <i>in vitro</i> μελέτη της αλληλεπίδρασης τους με μόρια DNA	69
Σύνθεση προηγμένων νανοδομών MnFe ₂ O ₄ και <i>in vitro</i> μελέτη της βιολογικής δράσης τους.....	70
ΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΠΟΛΥΜΕΡΩΝ – ΧΗΜΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ – ΠΡΑΣΙΝΗ ΧΗΜΕΙΑ – ΥΛΙΚΑ	71
Ανάπτυξη νέων σύνθετων υλικών πολυμερικής μήτρας πολυπροπυλενίου ενισχυμένη με παραπροϊόντα της βιομηχανίας καφέ για χρήση τους στην ενεργή συσκευασία τροφίμων	72
Σύνθεση και μελέτη των ιδιοτήτων σύνθετων υλικών ανακυκλωμένου πολυαιθυλενίου υψηλής πυκνότητας/πυρήνων καρπού ελιάς	73
Μελέτη βιοαποικοδομησιμότητας και χημικής ανακύκλωσης καινοτόμων συμπολυμερών πολυ(γαλακτικού οξέος)-co-πολυ(αζελαϊκού αιθυλενεστέρα).....	74
Σύνθεση πολυλειτουργικών καινοτόμων αιμοστατικών επιθεμάτων άμεσης δράσης με τη χρήση τροποποιημένης χιτοζάνης και νανοσωματιδίων με ενισχυμένες αντιβακτηριακές ιδιότητες	75
Κυανιδίνη από απόβλητα τροφίμων ως πράσινο αντικαρκινικό συμπλήρωμα	76
Καταλυτική υδρογόνωση φουρφουράλης προς παραγωγή χημικών προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας	77
Εκλεκτική ανάκτηση κρίσιμων πρώτων υλών (Au, Pt, Ir, Ta) από απορριπτόμενο ιατρικό υλικό.....	78
Φωτοκαταλυτική μερική οξειδωση της 5-υδροξυμεθυλοφουρφουράλης με καταλύτες νανοσωλήνων τιτανίας	79
Μελέτη της προσρόφησης αρσενικού από υδατικά διαλύματα, με χρήση σύνθετων υλικών Fe-oxides/βιομάζας φλοιού ρυζιού	80
Μελέτη της προσρόφησης ουρανίου από υδατικά διαλύματα, με χρήση σύνθετων υλικών Fe-oxides/βιομάζας φλοιού ρυζιού	81
ΜΕΡΟΣ ΙΙ: ΠΕΡΙΛΗΨΕΙΣ ΑΝΑΡΤΗΜΕΝΩΝ ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΩΝ	82
ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ – ΒΙΟΑΝΑΛΥΣΗ – ΑΡΧΑΙΟΜΕΤΡΙΑ – ΈΛΕΓΧΟΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ	83
ΠΟ-1 Χρωματογραφία και Προσβασιμότητα για άτομα με οπτική αναπηρία με τη χρήση απτικο-ακουστικών εικόνων.....	84
ΠΟ-2 Speciation of iron using Desferal by simple pH change and a single calibration curve: High-throughput optical sensor based on 96-well plates and an overhead book scanner as detector	85
ΠΟ-3 Smartphone-based high-throughput fluorimetric assay for histidine quantification in human urine using 96-well plates	86

ΠΟ-4 Ανάπτυξη και επικύρωση μιας χαμηλού κόστους χρωματομετρικής μεθόδου για τον αναλυτικό προσδιορισμό ιόντων χαλκού σε υδατικά δείγματα με χρήση κοινών ηλεκτρονικών συσκευών απεικόνισης	87
ΠΟ-5 Ανάπτυξη και επικύρωση μιας φθορισμομετρικής μεθόδου σε μικροαναλυτικές διατάξεις χάρτου για τον εκλεκτικό προσδιορισμό της κινίνης σε δείγματα αναψυκτικών	88
ΠΟ-6 Ionic-liquid based capsule phase microextraction combined with post-column derivatization for the HPLC determination of Lanreotide in human urine	89
ΠΟ-7 Προσδιορισμός της ισταμίνης σε δείγματα τροφίμων έπειτα από αντίδραση μετά τη χρωματογραφική στήλη με μορφή παλμών με το αντιδραστήριο ναφθαλενο-2,3-δικαρβοξαλδεΐδη	90
ΠΟ-8 Προσδιορισμοί Πολυκυκλικών Αρωματικών Υδρογονανθράκων σε φυσικά νερά με τις τεχνικές GC-MS και GC-MS/MS	91
ΠΟ-9 Μέθοδοι προκατεργασίας για προσδιορισμό πτητικών και ημι-πτητικών οργανικών ενώσεων σε δείγματα νερού με GC-MS και GC-MS/MS	92
ΠΟ-10 Ανάπτυξη και επικύρωση μεθόδου LC-QTOF-MS/MS για τον προσδιορισμό βιοδραστικών ενώσεων σε άνθη	93
ΠΟ-11 Ανάπτυξη και επικύρωση μεθόδου HPLC-DAD για τον προσδιορισμό τεσσάρων μη στεροειδών αντιφλεγμονωδών φαρμάκων σε δείγματα μητρικού γάλακτος μετά από εκχύλιση στερεάς φάσης με χρήση μοριακά αποτυπωμένων πολυμερών	94
ΠΟ-12 Ο ρόλος του ηλεκτροδίου φιλμ βισμούθιου (BiFE) στην ηλεκτροανάλυση βαρέων μετάλλων (Cd, Pb) σε αστικά εδάφη – Προβλήματα και προοπτικές	95
ΠΟ-13 Μικροεκχύλιση στατινών από δείγματα ούρων με κάψουλα στηριζόμενη στο σύνθετο προσροφητικό υλικό sol-gel Carbowax 20M-αμφοτερικό ιοντικό υγρό πριν από την ανάλυση με HPLC	96
ΠΟ-14 Ανάπτυξη καινοτόμων αυτόματων συστημάτων εκχύλισης στερεάς φάσης για τον προσδιορισμό μετάλλων σε περιβαλλοντικά δείγματα	97
ΠΟ-15 Ανάπτυξη συστήματος lab-in-syringe για τον αυτόματο προσδιορισμό υδραργύρου με CVAAS βασισμένο σε εκχύλιση με αφρό πολυουρεθάνης	98
ΑΝΟΡΓΑΝΗ ΚΑΙ ΒΙΟΑΝΟΡΓΑΝΗ ΧΗΜΕΙΑ – NANOTEΧΝΟΛΟΓΙΑ	99
ΠΟ-16 Δομή και βιολογική δράση συμπλόκων ενώσεων του δημητρίου(III) με μη-στεροειδή αντιφλεγμονώδη φάρμακα (ΜΣΑΦ)	100
ΠΟ-17 Eu ³⁺ And Ligand-Doped Metal-Organic Frameworks for White-Light Emission	101
ΠΟ-18 Σύμπλοκες ενώσεις του Co(II) και Zn(II) με μη-στεροειδή αντιφλεγμονώδη φάρμακα. Σύνθεση, χαρακτηρισμός και βιολογική δράση	102
ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ	103
ΠΟ-19 Μια εικόνα χίλιες λέξεις, αλλά ποια εικόνα;	104
ΠΟ-20 Κατανόηση του βασικού χαρακτήρα της αμμωνίας από μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	105
ΠΟ-21 Περιγραφή του βασικού χαρακτήρα της αμμωνίας από φοιτητές του τμήματος Χημείας	106
ΠΟ-22 Η στοιχειομετρία στα διαλύματα και τη χημική ισορροπία. Η άποψη των μαθητών της Γ Λυκείου	107
ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ – ΦΥΣΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ	108
ΠΟ-23 Harnessing artificial monooxygenase ability to access sesquiterpenoid lactones	109
ΠΟ-24 Σχεδιασμός και σύνθεση πρωτεολυτικών χημικών (PROTACs) που στοχεύουν τις πρωτεΐνες Myc και Aurora B	110
ΦΥΣΙΚΗ – ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ –ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ	111
ΠΟ-25 Εύκαμπτα ηλεκτρόδια οξειδίων μετάλλων για εφαρμογές σε υπερπυκνωτές	112
ΠΟ-26 Si _v Ge _μ X _κ L _λ (ν,μ=35–186; λ=1–4) Κβαντικές τελείες: Επίδραση της υποκατάστασης με ligand και της επιφανειακής αδρανοποίησης με αλογόνα στις οπτικο-ηλεκτρονικές ιδιότητες	113
ΤΟΞΙΚΟΛΟΓΙΑ – ΚΛΙΝΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ	114
ΠΟ-27 Ανάπτυξη και επικύρωση μεθόδου προσδιορισμού με HPLC επτά λιπόφιλων και υδρόφιλων δραστικών σε γαλάκτωμα	115
ΠΟ-28 Ανάπτυξη μεθόδου χρωματογραφικού προσδιορισμού πέντε λιπόφιλων δραστικών ουσιών σε κρέμα με αναπλαστικές ιδιότητες	116
ΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΠΟΛΥΜΕΡΩΝ	117
ΠΟ-29 Ανάπτυξη και μελέτη ιδιοτήτων μεμβρανών φιλικών προς το περιβάλλον με βάση φυτικά άλευρα για χρήση τους στη συσκευασία τροφίμων	118
ΠΟ-30 Πυρόλυση Μιγμάτων Στυρενικών Πολυμερών με Στόχο την Θερμοχημική Ανακύκλωσή τους	119

ΠΟ-31 Υδροκατεργασία εμπορικής πολυστρωματικής συσκευασίας τροφίμων με σκοπό τον διαχωρισμό των φιλμ κι ανακύκλωσή της.	120
ΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ	121
ΠΟ-32 Εμπλουτισμός παρθένου αβοκαντελαίου με φύλλα αβοκάντο: Μία βιώσιμη λύση για την ενίσχυση της οξειδωτικής του σταθερότητας	122
ΧΗΜΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ – ΠΡΑΣΙΝΗ ΧΗΜΕΙΑ - ΥΛΙΚΑ.....	123
ΠΟ-33 Ferromagnetic 2D van der Waals CrxTey grown by Chemical Vapor Deposition	124
ΠΟ-34 Σύνθεση και χαρακτηρισμός εποξειδικών βιοπροερχόμενων μονομερών και πολυμερών	125
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ – ΈΛΕΓΧΟΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ	126
ΠΟ-35 Προσδιορισμός μικροπλαστικών στην επικαθήμενη σκόνη εσωτερικών χώρων.....	127

ΔΙΟΡΓΑΝΩΣΗ

Πρόεδροι

- Θεόδωρος Καραπάντσιος (Πρόεδρος Τμήματος Χημείας ΑΠΘ)
- Βικτωρία Σαμανίδου (Πρόεδρος ΕΕΧ-ΠΤΚΔΜ)
- Ελένη Δεληγιάννη (Πρόεδρος ΔΣ-ΣΧΒΕ)

Οργανωτική Επιτροπή

Συντονιστές

- Στεργιανή Ορδούδη, ΕΔΙΠ-Τμήμα Χημείας ΑΠΘ
- Κυριαζής Ρέκος, Υποψ. Διδάκτορας – Τμήμα Χημείας ΑΠΘ (ΠΤΚΔΜ-ΕΕΧ)

Μέλη

- Μιχάλης Τερζίδης (Αντιπρόεδρος ΠΤΚΔΜ-ΕΕΧ)
- Εμμανουήλ Δάφτσης, (Ταμίας ΠΤΚΔΜ-ΕΕΧ)
- Δημήτριος Γιαννακουδάκης (Μέλος ΔΕ ΠΤΚΔΜ-ΕΕΧ)
- Στέφανος Γωγάκος (Μέλος ΔΕ ΠΤΚΔΜ-ΕΕΧ)
- Πολυχρόνης Καραγκιοζίδης (Αντιπρόεδρος ΣΧΒΕ)
- Αθανασία Τόλκου (Γενική Γραμματέας ΣΧΒΕ)
- Ιωάννης Βαφειάδης (Ταμίας ΣΧΒΕ)
- Μαρία Ξανθοπούλου (Αναπλ. Γενική Γραμματέας ΣΧΒΕ)
- Άννα Γκουλιώτη (μέλος ΔΣ ΣΧΒΕ)
- Ευγενία Λυμπεράκη (μέλος ΔΣ ΣΧΒΕ)
- Ευαγγελία Παρισσοπούλου (μέλος ΔΣ ΣΧΒΕ)
- Ελευθερία Τσούτσα (μέλος ΔΣ ΣΧΒΕ)
- Νικόλας Χαριστός (Επικ. Καθηγητής, Εργ. Κβαντικής & Υπολογιστικής Χημείας)
- Ιωάννης Λυκάκης (Καθηγητής, Εργ. Οργανικής Χημείας)
- Ιωάννα Σιγάλα (Μεταδιδ. Ερευνήτρια, Εργ. Βιοχημείας)
- Δημήτριος Τσιπλακίδης (Αναπλ. Καθηγητής, Εργ. Φυσικοχημείας)
- Γεώργιος Τσόγκας (Επικ. Καθηγητής, Εργαστήριο Αναλυτικής Χημείας)
- Μαρία Ταραρά (Υποψ. Διδάκτορας, Εργ. Αναλυτικής Χημείας)
- Αθανάσιος Κούρας (ΕΔΙΠ, Εργ. Ελέγχου Ρύπανσης του Περιβάλλοντος)
- Ανδρέας Καργόπουλος (Μεταδιδ. ερευνητής, Εργ. Χημικής Εκπαίδευσης, Εφαρμογής Τεχνολογιών Πληροφορικής & Επικοινωνιών στη Χημεία)
- Σωτήριος Ευγενίδης (Μεταδιδ. ερευνητής, Εργ. Χημικής & Περιβαλλοντικής Τεχνολογίας)
- Δημήτριος Μπικιάρης (Καθηγητής, Εργ. Χημείας & Τεχνολογίας Πολυμερών & Χρωμάτων)
- Αλεξάνδρα Ζαμπούλη (Μεταδιδ. ερευνήτρια, Εργ. Χημείας & Τεχνολογίας Πολυμερών & Χρωμάτων)
- Αγγελική Καλογεροπούλου (Μεταδιδ. ερευνήτρια, Εργ. Χημείας & Τεχνολογίας Τροφίμων)

Επιστημονική Επιτροπή

Συντονιστές

- Νατάσα Καλογιούρη, Επικ. Καθηγήτρια -Τμήμα Χημείας ΑΠΘ
- Δημήτριος Γιαννακουδάκης (ΠΤΚΔΜ-ΕΕΧ)

Μέλη

- Θεόδωρος Λαζαρίδης (Επικ. Καθηγητής)
- Αθανασία Ψάλτη (Υποφ. Διδάκτορας)
- Μανώλης Κουκάρας (Επικ. Καθηγητής)
- Παναγιώτης Γιαννακουδάκης (Καθηγητής)
- Ευστράτιος Ασημέλλης
- Ιωάννης Λυκάκης (Καθηγητής)
- Μιχάλης Καλλιτσάκης (Μεταδιδ. ερευνητής)
- Κωνσταντίνος Τασσιούλης (Υποψ. Διδάκτορας)
- Δήμητρα Σαζού (Καθηγήτρια)

- Χρυσάνθη Γκιλή (Ερευνήτρια)
- Παρασκευάς Τζαναβάρας (Επικ. Καθηγητής)
- Βασιλική Κεραμάρη (Υποψ. Διδάκτορας)
- Δημητρούλα Λαμπροπούλου (Αναπλ. Καθηγήτρια)
- Δημήτρης Καλαρώνης (Υποψ. Διδάκτορας)
- Ελένη Γκίκα (Επικ. Καθηγήτρια)
- Κωνσταντίνος Ζαχαρής (Επικ. Καθηγητής)
- Ιωάννης Καραπαναγιώτης (Επικ. Καθηγητής)
- Μαρία Ξανθοπούλου (Υποψ. διδάκτορας)
- Νικόλαος Νικολαΐδης (Επικ. Καθηγητής)
- Γεωργία Μιχαηλίδου (Υποψ. Διδάκτορας)
- Νικόλαος Νενάδης (Επικ. Καθηγητής)
- Αλκμήνη-Άννα Γκινάλη (Υποψ. Διδάκτορας)

Γραμματειακή Υποστήριξη

- Ναταλία Μανούση, Μεταδιδακτορική Ερευνήτρια – Τμήμα Χημείας ΑΠΘ

Εθελοντές

- Χριστίνα-Θεοδώρα Γιαννακού
- Βιολέτα Γκούθα
- Σοφία Ελευθεριάδου
- Βασίλειος-Παναγιώτης Θεοχαρόπουλος
- Σοφία Ιασωνίδου
- Δημήτριος Κανετίδης
- Αικατερίνα Μαρκάκη
- Αναστασία Μπαζάκα
- Ευάγγελος Μπουραζάνας
- Ιουλία Πομπιέρη
- Δήμητρα Ραχμανίδη
- Όλγα Άννα Σκαρλάτου
- Αγγελική-Αργυρή Σαββοπούλου-Τζακοπούλου
- Αναστασία Τρυγούτη
- Αποστολία Τσιασιώτη
- Γλυκερία Τσομπανοπούλου
- Ελευθερία Χατζάτογλου
- Χριστίνα Χατζηστεργίου

Χορηγοί



ΑΦΟΙ ΚΟΜΠΑΤΣΙΑΡΗ Α.Ε.
ΑΜΑΛΛΟΓΙΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα έκδοση αποτελεί το Βιβλίο Περιλήψεων του **6ου Συνεδρίου Χημείας Μεταπτυχιακών και Προπτυχιακών Φοιτητών του ΑΠΘ**, με τίτλο «Έρευνα, η προοπτική για την ανάπτυξη» που πραγματοποιήθηκε στις 11 & 12 Νοεμβρίου 2023 στο κτίριο ΚΕΔΕΑ του ΑΠΘ. Σκοπός του Συνεδρίου είναι να δοθεί η ευκαιρία στους νέους συναδέλφους χημικούς, αλλά και στους τελειόφοιτους προπτυχιακούς φοιτητές να προετοιμαστούν κατάλληλα για τα επόμενα βήματα της επιστημονικής και της επαγγελματικής τους σταδιοδρομίας και να αναδείξουν τα αποτελέσματα της ερευνητικής τους δραστηριότητας, και τις ικανότητές τους στην άρτια και ολοκληρωμένη παρουσίαση, σε οικείο περιβάλλον. Στο συνέδριο αυτό επιδιώκεται η άμεση ενασχόληση προπτυχιακών και μεταπτυχιακών φοιτητών σε όλα τα στάδια της διοργάνωσης, με σκοπό την απόκτηση αντίστοιχης εμπειρίας και στον τομέα αυτό. Όλα αυτά με τη βοήθεια, την καθοδήγηση και την επίβλεψη μελών διδακτικού προσωπικού και μεταδιδασκτορικών ερευνητών του Τμήματος Χημείας του ΑΠΘ, όσο και μελών της Διοίκησης του ΠΚΤΔΜ της Ένωσης Ελλήνων Χημικών, αλλά και του ΣΧΒΕ.

Η φετινή διοργάνωση συγκέντρωσε >300 εγγραφές, κυρίως από προπτυχιακούς φοιτητές, όχι μόνο του Τμήματος Χημείας, αλλά και άλλων Τμημάτων (Φυσικής, Φαρμακευτικής, Ιατρικής, Γεωπονίας) διαφορετικών Σχολών του ΑΠΘ, ή συνεργατών τους από άλλα ακαδημαϊκά ή ερευνητικά ιδρύματα της χώρας. Έγιναν 86 υποβολές περιλήψεων εργασιών, κυρίως από μεταπτυχιακούς φοιτητές και υποψήφιους διδάκτορες, από τις οποίες οι 51 παρουσιάστηκαν προφορικά και οι 35 ως αναρτημένες ανακοινώσεις (poster).

Χρόνο με το χρόνο η διοργάνωση εξελίσσεται και καινοτομεί. Φέτος για πρώτη φορά συμπεριλήφθηκε και η τελετή υποδοχής των Α' ετών φοιτητών του Τμήματος Χημείας. Στο πρόγραμμα εντάχθηκε επίσης η παρουσίαση αποτελεσμάτων της Πρακτικής άσκησης από πλευράς φοιτητών, αλλά και ορισμένων φορέων υποδοχής. Παράλληλα δόθηκε δυνατότητα να γίνουν συνεντεύξεις από ενδιαφερόμενες εταιρείες, με σκοπό τη μελλοντική επαγγελματική απασχόληση αποφοίτων του Τμήματος Χημείας. Για πρώτη φορά επίσης πραγματοποιήθηκε καλλιτεχνικός διαγωνισμός εικόνας, με θέμα «Χημεία και Καλλιτεχνία», με στόχο να προβληθεί η αισθητική πλευρά της Χημείας από φοιτητές ή αποφοίτους με αντίστοιχα ενδιαφέροντα και δεξιότητες.

Η συνεχιζόμενη επιτυχία αυτού του συνεδρίου επιβεβαιώνει την ανάγκη των φοιτητών να συναντηθούν, να γνωρίσουν την τρέχουσα ερευνητική δραστηριότητα των ακαδημαϊκών συναδέλφων, να ακούσουν για τη μεθοδολογία της έρευνας, ή ακόμα και να συζητήσουν τις προσωπικές εμπειρίες τους, ή να αποκτήσουν εξωτερική ανατροφοδότηση για το δικό τους έργο. Η υψηλή αποδοχή και συνεχής στήριξη του συνεδρίου από τους φοιτητές Χημείας, μας δεσμεύει να φροντίζουμε, ώστε η διοργάνωση να είναι πάντα πρόσφορη για τους νέους και μελλοντικούς συναδέλφους, αποφοίτους του ΑΠΘ.

Οι Πρόεδροι

Θεόδωρος Καραπάντσιος, Πρόεδρος Τμήματος Χημείας ΑΠΘ

Βικτωρία Σαμανίδου, Πρόεδρος ΠΤΚΔΜ-ΕΕΧ

Ελένη Δεληγιάννη, Πρόεδρος ΔΣ-ΣΧΒΕ

Θεσσαλονίκη, Νοέμβριος 2023

ΒΑΣΙΚΗ ΘΕΜΑΤΟΛΟΓΙΑ

1. Αναλυτική Χημεία – Βιοανάλυση – Αρχαιομετρία – Έλεγχος Ποιότητας
2. Ανόργανη και Βιοανόργανη Χημεία – Νανοτεχνολογία
3. Διδακτική της Χημείας
4. Οργανική Χημεία – Φυσικά προϊόντα
5. Τοξικολογία-Φαρμακευτική Χημεία – Έλεγχος Ποιότητας Φαρμάκων
6. Φυσική- Θεωρητική –Υπολογιστική Χημεία
7. Χημεία και Τεχνολογία Περιβάλλοντος – Έλεγχος Ρύπανσης
8. Χημεία και Τεχνολογία Πολυμερών
9. Χημεία και Τεχνολογία Τροφίμων
10. Χημική Τεχνολογία – Πράσινη Χημεία – Υλικά

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ

ΣΑΒΒΑΤΟ 11 ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ 2023

ΑΙΘΟΥΣΑ 1

ΤΕΛΕΤΗ ΥΠΟΔΟΧΗΣ Α' ΕΤΩΝ ΦΟΙΤΗΤΩΝ

Συντονίστρια: Β. Σαμανίδου, Αναπλ. Πρόεδρος Τμ. Χημείας, Πρόεδρος ΠΤΚΔΜ/ΕΕΧ

9:00 – 10:30

- Χαιρετισμοί Εκπροσώπων Πρυτανικών Αρχών ΑΠΘ, Κοσμητείας ΣΘΕ, ΠΤΚΔΜ, ΣΧΒΕ
- Καλωσόρισμα από τον Πρόεδρο του Τμήματος Χημείας, Καθ. Θ. Καραπάντσιος
- Παρουσίαση Προγράμματος Προπτυχιακών Σπουδών, Πρόεδρος Επιτροπής ΠΠΣ, Αναπλ. Καθ. Γ. Ψωμάς
- Παρουσίαση Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών, Πρόεδρος Επιτροπής ΠΜΣ, Καθ. Β. Σαμανίδου
- Παρουσίαση Ομάδας Εσωτερικής Αξιολόγησης Τμήματος, Πρόεδρος Επιτροπής ΟΜ.Ε.Α, Καθ. Δ. Βουτσά
- Παρουσίαση Πρακτικής Άσκησης, Επιστημονικά Υπεύθυνη Πρακτικής Άσκησης Τμήματος Χημείας Επικ. Καθ. Ε. Χατζηδημητρίου
- Προβολή Video του Κέντρου Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης ΑΠΘ (ΚΗΔ)
- Παρουσίαση Βιβλιοθήκης Τμήματος Χημείας, ΕΔΙΠ Μ. Μπούμα
- Παρουσίαση Φοιτητικών Ομάδων ΑΠΘ (ReAcTiON, IAAS-Thessaloniki)
- Ενημέρωση για το επάγγελμα του Χημικού, Πρόεδρος Ένωσης Ελλήνων Χημικών (ΕΕΧ), Αναπλ. Καθ. Ι. Κατσογιάννης
- Προβολή Video παρουσίασης του Γραφείου Διασύνδεσης ΑΠΘ

10:30 – 10:45

ΔΙΑΛΕΙΜΜΑ ΚΑΦΕ 1

ΜΟΥΣΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΦΟΙΤΗΤΩΝ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΧΗΜΕΙΑΣ

(Ασπασία Βασιλοπούλου, Βασιλική Κάτσιου, Θοδωρής Χατζηθεοδώρου)

ΣΑΒΒΑΤΟ 11 ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ 2023

ΑΙΘΟΥΣΑ 1

Προεδρείο:

Δρ. Σ. Ορδούδη, ΕΔΙΠ - Δρ.Α. Ζαμπούλη, Μεταδιδ. ερευνήτρια - Κ. Ρέκος, Υποψ. Διδάκτορας

ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΟΜΙΛΙΑ

10:45 – 11:15

«Διπλώματα ευρεσιτεχνίας: Μπορεί ένας χημικός να γίνει δικηγόρος;»

Δρ. Νατάσα Βάρβογλη, ειδική σύμβουλος για ευρωπαϊκά διπλώματα ευρεσιτεχνίας (PharOS SA)

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΕΙΣ ΕΤΑΙΡΕΙΩΝ

11:15 – 12:15

- **HELLAMCO** – Επιστημονικός εξοπλισμός (Γ. Μουρούτης-Πριονιστής, Δ/ντής πωλήσεων)
- **QLAB** – Εργαστήρια έρευνας και αναλύσεων (Ι. Δάλλα)
- **ΑΦΟΙ ΚΟΜΠΑΤΣΙΑΡΗ Α.Ε.-ΑΜΑΛΘΕΙΑ** – Εστιατόρια, Τουριστικές επιχειρήσεις (Ν. Καραναστάσης, Τεχνολόγος Τροφίμων)
- **PROGNOSIS BIOTECH** – Test Solutions for Food Safety & Clinical Diagnostics (Π. Χίτζος, Υπεύθ. Εξαγωγών)

ΑΙΘΟΥΣΑ 1

ΕΛΕΓΧΟΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Προεδρείο:

Δ. Λαμπροπούλου, Αναπλ. Καθηγήτρια

Δ. Καλαρώνης, Υποψ. Διδάκτορας

ΑΙΘΟΥΣΑ 2

ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ – ΦΥΣΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ

Προεδρείο:

Ι. Λυκάκης, Καθηγητής

Δρ. Μ. Καλλιτσάκης, Μεταδιδ. Ερευνητής

12:15-12:30

Προσδιορισμός αντιβιοτικών ενώσεων σε στραγγίσματα υψηλού ρυπαντικού φορτίου με υγρή χρωματογραφία - φασματομετρία μάζας υψηλής διακριτικής ικανότητας
Στεφάνια Δαλάγκα (Απόφοιτη)

Αναπτύσσοντας οξειδωτική φάση σε σεσκιτερπενοειδείς λακτόνες
Καλλιόπη Μαζαράκη (Μ/κή φοιτήτρια)

12:15-12:30

12:30-12:45	Πολυκυκλικοί Αρωματικοί Υδρογονάνθρακες στον αέρα αστικών περιοχών Ανατολή Παρασχάκη (Μ/κή φοιτήτρια)	3-ακυλοτετραμικά οξέα ως ενδιάμεσα στην βιομιμητική σύνθεση φυσικών πολυκετιδικών προϊόντων Βασίλειος Κακαρίκας Χατζής (Μ/κόςφοιτητής)	12:30-12:45
12:45-13:00	Τεχνικές γήρανσης μικροπλαστικών και προσρόφηση οργανικών ρύπων Δημήτριος Βλάχος (Μ/κός φοιτητής)	Μελέτη εκλεκτικής σύζευξης 1,3,4-τρι-υποκατεστημένων πυρρολίων με νιτροστυρόλια Ηλιάννα Γουγούση (Μ/κή φοιτήτρια)	12:45-13:00
13:00-13:15	Συγκριτική ανάλυση και συσχέτιση χρωματομετρικής και ICP μεθόδου για τον προσδιορισμό διαθέσιμου φωσφόρου κατά Olsen σε εδάφη Νικόλαος Ιακωβάκης (Μ/κός φοιτητής)	Synthesis of Coumarin-Isoxazole-Pyridine Hybrids with Biological Interest Ματίνα Δούκα (Υποψ. διδακτόρισα)	13:00-13:15
13:15-13:30	Απομάκρυνση της προπρανολόλης από υδατικά δείγματα με φωτολυτικές και φωτοκαταλυτικές μεθόδους που βασίζονται στις θειικές ρίζες Αγγελική Μαλιόγκα (Μ/κή φοιτήτρια)	Συνθετικές προσεγγίσεις υποκατεστημένων 1,4-διϋδροπυριδινών παρουσία καταλυτών χαλκού Αργυρώ Δόλλα (Μ/κή φοιτήτρια)	13:15-13:30
13:30-13:45	Μελέτη της αποικοδόμησης των αντιμυκητιασικών φαρμάκων φλουκανοζόλης και βορικοναζόλης με χρήση ετερογενών φωτοκαταλυτικών τεχνικών Αθανασία Φάκα (Προπτ. φοιτήτρια)	Συνθετική μετατροπή Ν-Αρυλο-υδροξυλαμινών σε 3-καρβοξυ-1Η-ινδολικούς εστέρες Κυριάκος Νικόπουλος (Μ/κός φοιτητής)	13:30-13:45

ΣΑΒΒΑΤΟ 11 ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ 2023

ΑΙΘΟΥΣΑ 2

ΦΥΣΙΚΗ – ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ – ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ

Προεδρείο:

Ε. Κουκάρας, Επικ. Καθηγητής

Γ. Εμμανουηλίδης, Μ/κός. Φοιτητής, **Ε. Μαρουσιάδου**, Μ/κή. Φοιτήτρια, **Α. Τηγανούρια**, Μ/κή. Φοιτήτρια

13:45-14:00

Προσδιορισμός οργανοφωσφορικών εστέρων σε ηλεκτρονικές συσκευές με τη χρήση υγρής χρωματογραφίας φασματομετρίας μάζας υψηλής διακριτικής ικανότητας

Ηλέκτρα Φείδα (Προπτ. φοιτήτρια)

Βελτιστοποίηση προσδιορισμού οργανικών ρύπων με φασματομετρία μάζας υψηλής διακριτικότητας (HRMS) και εφαρμογή κεντρικού σύνθετου σχεδιασμού (CCD)

14:00-14:15

Δημήτριος Σπανός (Προπτ. φοιτητής)

Νανოსωλήνες TiO_2 Τροποποιημένοι με IrO_2 ως Άνοδοι Για Την Αντίδραση Έκλυσης Οξυγόνου
Ευφροσύνη Μητρούση (Υποψ. διδακτόρισα)

13:45-13:55

Ανάπτυξη ηλεκτροκαταλυτών ιριδίου εναποτιθέμενου σε τροποποιημένους φορείς οξειδίου του τιτανίου για την αντίδραση έκλυσης του οξυγόνου
Νικόλαος Βασιλείου (Υποψ. διδάκτορας)

13:55-14:05

Επιστρώσεις IrOx -Pt και IrOx -RuOx σε Υποστρώματα Ti ως Άνοδοι Για Την Αντίδραση Έκλυσης Οξυγόνου
Ιωάννα Κιουρτσή (Μ/κή φοιτήτρια)

14:05-14:15

14:15 – 15:15

ΦΟΥΑΓΙΕ - ΑΝΑΡΤΗΜΕΝΕΣ ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ (POSTER) – ΔΙΑΛΕΙΜΜΑ ΚΑΦΕ 2

15:15 – 17:15

ΦΟΥΑΓΙΕ - ΣΥΝΕΝΤΕΥΞΕΙΣ ΜΕ ΤΙΣ ΕΤΑΙΡΕΙΕΣ

	<p style="text-align: center;">ΑΙΘΟΥΣΑ 1</p> <p style="text-align: center;">ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ – ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ – ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ</p> <p style="text-align: center;">Προεδρείο:</p> <p style="text-align: center;">Δρ. Ευστράτιος Ασημέλλης, Μεταδιδ. Ερευνητής Βασιλική Κεραμάρη, Υποψ. διδακτόρισα</p>	<p style="text-align: center;">ΑΙΘΟΥΣΑ 2</p> <p style="text-align: center;">ΦΥΣΙΚΗ – ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ – ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ</p> <p style="text-align: center;">Προεδρείο:</p> <p style="text-align: center;">Ε. Κουκάρας, Επικ. Καθηγητής Γ. Εμμανουηλίδης, Μ/κός φοιτητής, Ε. Μαρουσιάδου, Μ/κή φοιτήτρια, Α. Τηγανούρια, Μ/κή φοιτήτρια</p>	
15:15-15:30	<p>Διδασκαλία της ενότητας «Ρυθμιστικά διαλύματα» στη Γ' Λυκείου υπό το πρίσμα της προσέγγισης «μαθητής - μικρός ερευνητής»</p> <p>Δρ. Ανδρέας Καργόπουλος (Μεταδιδ. ερευνητής)</p>	<p>Επίδραση της υποκατάστασης, με V ή Ti, στην Β θέση χρωμίτη $\text{La}_{0.75}\text{Sr}_{0.25}\text{Cr}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{O}_{3-\delta}$, στην αγωγιμότητα και την ηλεκτροχημική απόδοση ως ηλεκτρόδιο καυσίμου σε κελιά ηλεκτρόλυσης στερεού οξειδίου</p> <p>Αργυρώ Κωνσταντινίδου (Υποψ. διδακτόρισα)</p>	15:15-15:30
15:30-15:45	<p>Μελέτη των μαθησιακών αποτελεσμάτων μιας διδακτικής μαθησιακής σειράς (ΔΜΣ) για την οικοδόμηση της έννοιας της πυκνότητας καθαρών ουσιών και διαλυμάτων σε μαθητές Ε' - ΣΤ' Δημοτικού</p> <p>Μαρία Γαϊτανίδη (Υποψ. διδακτόρισα)</p>	<p>Μέθοδοι ολικής βελτιστοποίησης με εφαρμογές στη χημεία: βελτιστοποίηση σμήνους σωματιδίων και γενετικοί αλγόριθμοι</p> <p>Αικατερίνη Γούναρη (Μ/κή φοιτήτρια)</p>	15:30-15:45
15:45-16:00	<p>Εφαρμογή της ΕτΕ: «Πειρά(γ)ματα Χημείας» σε νήπια</p> <p>Δρ. Ευστράτιος Ασημέλλης (Μεταδιδ. ερευνητής)</p>	<p>Recurrence quantification analysis of potential oscillations associated with electrochemical active-passive events occurring during the localized corrosion of iron in halide-containing sulfuric acid solutions</p> <p>Αλεξάνδρα Τηγανούρια (Μ/κή φοιτήτρια)</p>	15:45-16:00
16:00-16:15	<p>Παραγωγοποίηση μετά τη χρωματογραφική στήλη με μορφή παλμών: μία νέα προσέγγιση για την ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης των αντιδραστηρίων</p> <p>Αποστολία Τσιασιώτη (Υποψ. διδακτόρισα)</p>	<p>A comparative study of the electrochemical growth of polyaniline thin films on Ta, Nb, Ti and characterization of their capacitive properties</p> <p>Κωνσταντίνος Δεληγιαννάκης (Μ/κός φοιτητής)</p>	16:00-16:15

16:15-16:30	<p>Χρήση των ερωτήσεων του προγράμματος Augmented Assessment ως διδακτικό εργαλείο στη διδασκαλία της Χημείας Γυμνασίου</p> <p>Θεόκλεια Γκατζιανίδου (Απόφοιτη)</p>	<p>Ηλεκτροχημική σύνθεση και χαρακτηρισμός νανοσύνθετων σουλφονικών παραγώγων πολυανιλίνης - Ni(OH)₂ σε ανοξειδωτο χάλυβα</p> <p>Ειρήνη Μαρουσιάδου (Μ/κή φοιτήτρια)</p>	16:15-16:30
<p align="center">ΑΙΘΟΥΣΑ 1</p> <p align="center">ΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ</p> <p align="center">Προεδρείο: Ν. Νενάδης, Επίκουρος Καθηγητής Α. Καλογεροπούλου, Μεταδιδ. Ερευνήτρια</p>		<p>Effect of reducing agents on phase transition behavior, optical and thermochromic properties of VO₂ for smart windows</p> <p>Ελένη Μάντσιου (Προπτ. φοιτήτρια)</p>	16:30-16:45
16:30-16:45	<p>Μια «έξυπνη» εφαρμογή της δοκιμής TLC-DPPH• για γρήγορο έλεγχο της σύστασης φυτικών εκχυλισμάτων σε αντιοξειδωτικές ενώσεις</p> <p>Δήμητρα Ραχμανίδη (Προπτ. φοιτήτρια)</p>	<p>Ανάπτυξη υβριδικών στερεών ηλεκτρολυτών για μπαταρίες ιόντων λιθίου</p> <p>Νικόλαος Λύτρας (Μ/κός φοιτητής)</p>	16:45-17:00
16:45-17:00	<p>Προκαταρκτική διερεύνηση του προφίλ των αυτόχθονων γαλακτικών βακτηρίων του νωπού και επεξεργασμένου με άλαλι ελαιόκαρπου ποικιλιών 'Χονδρολιά Χαλκιδικής' και 'Χαλκιδική' με τη χρήση κλασσικών μικροβιολογικών και μοριακών τεχνικών</p> <p>Δέσποινα Λάγγαρη (Μ/κή φοιτήτρια)</p>	<p>Ανάπτυξη in situ μεθόδου ελέγχου αγωγιμότητας μεμβρανών και νέων ηλεκτροδίων για διατάξεις ηλεκτροδιάλυσης</p> <p>Στέλιος Κιουλάφας (Μ/κός φοιτητής)</p>	17:00-17:15
17:00-17:15	<p>Ανάκτηση δεσμευμένων φαινολικών συστατικών από φλοιούς ρυζιού με αλκαλική υδρόλυση υποβοηθούμενη από μικροκύματα</p> <p>Κλεονίκη Μισιρλή (Μ/κή φοιτήτρια)</p>	<p align="center">ΑΙΘΟΥΣΑ 2</p> <p align="center">ΑΝΟΡΓΑΝΗ & ΒΙΟΑΝΟΡΓΑΝΗ ΧΗΜΕΙΑ – ΝΑΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ</p> <p align="center">Προεδρείο: Θ. Λαζαρίδης, Αναπλ. Καθηγητής, Α. Ψάλτη, Υποψ. διδακτόρισσα</p>	

17:15-17:30	<p>Παρασκευή και μελέτη ιδιοτήτων εδώδιμων μεμβρανών χιτοζάνης με ενσωμάτωση αιθέριου ελαίου ρίγανης (<i>Origanum vulgare</i>)</p> <p>Αικατερίνη Μπακάλη (Μ/κή φοιτήτρια)</p>	<p>Σύνθεση και χαρακτηρισμός φωταυγών μεταλλοργανικών πλεγμάτων (MOF) του Zr(IV) και Al(III)</p> <p>Αθανάσιος Σακελλαρίου (Προπτ. φοιτητής)</p>	17:15-17:30
17:30-17:45	<p>Παρασκευή σκόνης φύλλων ελιάς με επιτραπέζιο σφαιρόμυλο για την αξιοποίηση της ως πρόσθετο με αντιοξειδωτικές ιδιότητες σε εδώδιμες μεμβράνες/επικαλύψεις χιτοζάνης: Προκαταρκτική μελέτη</p> <p>Αθανάσιος Γερασόπουλος (Απόφοιτος)</p>	<p>Σύμπλοκες ενώσεις του Fe(III) με υποκατεστημένες σαλικυλαλδεΐδες: βιοδραστητικότητα και σχέση δομής-δράσης</p> <p>Ζήσης Παπαδόπουλος (Μ/κός φοιτητής)</p>	17:30-17:45
17:45:-18:00	<p>Επίδραση της θερμοκρασίας καταιονισμού στις ιδιότητες αφυδατωμένου εκχυλίσματος ιβίσκου</p> <p>Νίκη Ζαραλή (Προπτυχιακή φοιτήτρια)</p>	<p>Δομή και βιολογική δράση συμπλόκων ενώσεων του ερβίου(III) με κινολόνες</p> <p>Ελένη Αρναούτη (Υποψ. διδακτόρισα)</p>	17:45:-18:00
		<p>Νανοφορείς ZnO για φαρμακευτικές ενώσεις και in vitro μελέτη της αλληλεπίδρασης τους με μόρια DNA</p> <p>Αγγελική Βιργινία Κασαπίδου (Μ/κή φοιτήτρια)</p>	18:00-18:15
		<p>Σύνθεση προηγμένων νανοδομών MnFe₂O₄ και in vitro μελέτη της βιολογικής δράσης τους</p> <p>Ελένη Ζούνη (Μ/κή φοιτήτρια)</p>	18:15-18:30

ΚΥΡΙΑΚΗ 12 ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ 2023

ΑΙΘΟΥΣΑ 1

Προεδρείο: Ε. Χατζηδημητρίου, Επίκ. Καθηγήτρια, Α. Τσιασιώτη, Υποψ. διδακτόρισα

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΕΙΣ ΠΕΠΡΑΓΜΕΝΩΝ ΠΡΑΚΤΙΚΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

9:00 – 10:00

- Λαμπριλένα Παχυγιαννάκη, Creamteam ABEE
- Γεωργία-Νικολέτα Γκοτζαμπασοπούλου, ΕΚΕΤΑ-ΙΝΕΒ
- Όλγα-Δήμητρα Μεσδανίτη, Ελληνικά Γαλακτοκομεία Α.Ε.
- Θεόδωρος Μιχαηλίδης, Κρόνος Α.Ε.
- Ιωάννης Ζήσης, Οινοποιία TERRASEA ΑΕ
- Στυλιανή Μακρή, Σ. ΚΕΧΡΗ & ΣΙΑ Ο.Ε.
- Σοφία Ελευθεριάδου, Αθηναϊκή Ζυθοποιία
- Νίκη Ζαραλή, Αθηναϊκή Ζυθοποιία
- Δήμητρα Ραχμανίδη, Αθηναϊκή Ζυθοποιία
- Χριστίνα Χατζηστεργίου, Γενικό Χημείο του Κράτους
- Ευριάνθη Μίντση, ΔΕΗ
- Αποστολία Κορδολέμη, Μουσείο Βυζαντινού Πολιτισμού

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΕΙΣ ΦΟΡΕΩΝ ΥΠΟΔΟΧΗΣ ΠΡΑΚΤΙΚΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

10:00 – 10:30

- Α.Ε. ΤΣΙΜΕΝΤΩΝ ΤΙΤΑΝ, Νικόλαος Βεργίδης, Νεοκλής Μανάρης
- Χημείο Στρατού-Εργαστήριο Καυσίμων & Λιπαντικών (873ΑΚ), Αναστάσιος Μουϊάνος
- Food Allergens Laboratory Α.Ε., Ασπασία Μαστραλέξη
- Cream Team ΑΒΕΕ, Αναστασία Τσιασιώτου
- Biogenea Pharmaceuticals LT, Νικόλαος Γρηγοριάδης

10:30 – 10:45

ΔΙΑΛΕΙΜΜΑ ΚΑΦΕ 3

ΑΙΘΟΥΣΑ 1

ΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΠΟΛΥΜΕΡΩΝ – ΧΗΜΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ – ΠΡΑΣΙΝΗ ΧΗΜΕΙΑ - ΥΛΙΚΑ

Προεδρείο:

Ι. Καραπαναγιώτης, Καθηγητής, **Ν. Νικολαΐδης**, Επίκ. Καθηγητής

Δρ. Γ. Μιχαηλίδου, Μεταδιδ. Ερευνήτρια, **Μ. Ξανθοπούλου**, Υποψ. διδακτόρισα,

10:45-11:00

Ανάπτυξη νέων σύνθετων υλικών πολυμερικής μήτρας πολυπροπυλενίου ενισχυμένη με παραπροϊόντα της βιομηχανίας καφέ για χρήση τους στην ενεργή συσκευασία τροφίμων

Γεωργία Κούρτη (Απόφοιτη)

11:00-11:15

Σύνθεση και μελέτη των ιδιοτήτων σύνθετων υλικών ανακυκλωμένου πολυαιθυλενίου υψηλής πυκνότητας/πυρήνων καρπού ελιάς

Νικόλαος Παρδάλης (Μ/κός φοιτητής)

11:15-11:30

Μελέτη βιοαποικοδομησιμότητας και χημικής ανακύκλωσης καινοτόμων συμπολυμερών πολυ(γαλακτικού οξέος)-co-πολυ(αζελαϊκού αιθυλενεστέρα)

Ραφαήλ Ιωαννίδης (Υποψ. διδάκτορας)

11:30-11:45

Σύνθεση πολυλειτουργικών καινοτόμων αιμοστατικών επιθεμάτων άμεσης δράσης με τη χρήση τροποποιημένης χιτοζάνης και νανοσωματιδίων με ενισχυμένες αντιβακτηριακές ιδιότητες

Δέσποινα Μεϊμάρογλου (Υποψ. διδακτόρισα)

11:45-12:00

Κυανιδίνη από απόβλητα τροφίμων ως πράσινο αντικαρκινικό συμπλήρωμα

Αγγελική Χαρούση, Χριστίνα Φαντίδου (Προπτ. φοιτήτριες)

12:00-12:15

Καταλυτική υδρογόνωση φουρφουράλης προς παραγωγή χημικών προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας

Αλέξανδρος-Ιωάννης Καρράς (Μ/κός φοιτητής)

12:15-12:30

Εκλεκτική ανάκτηση κρίσιμων πρώτων υλών (Au, Pt, Ir, Ta) από απορριπτόμενο ιατρικό υλικό

Αγγελική Λάμπου (Μ/κή φοιτήτρια)

12:30-12:45

Φωτοκαταλυτική μερική οξείδωση της 5-υδροξυμεθυλοφουρφουράλης με καταλύτες νανοσωλήνων τιτάνιας

Αθανασία Κοτσαρίδου (Υποψ. διδακτόρισα)

12:45-13:00

Μελέτη της προσρόφησης αρσενικού από υδατικά διαλύματα, με χρήση σύνθετων υλικών Fe-oxide/βιομάζας φλοιού ρυζιού

Νικόλαος Λούκουτος (Προπτ. φοιτητής)

13:00-13:15

Μελέτη της προσρόφησης ουρανίου από υδατικά διαλύματα, με χρήση σύνθετων υλικών Fe-oxides/βιομάζας φλοιού ρυζιού

Αγγελική Λιανού (Προπτ. φοιτήτρια)

ΤΕΛΕΤΗ ΛΗΞΗΣ & ΑΠΟΝΟΜΗ ΒΡΑΒΕΙΩΝ ΚΑΛΛΙΤΕΧΝΙΚΟΥ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΥ

13:15 – 13:45

Προεδρείο: Συντονίστριες Οργανωτικής & Επιστημονικής Επιτροπής

Σ. Ορδούδη (ΟΕ), Ν. Καλογιούρη (ΕΕ)

ΜΕΡΟΣ Ι: ΠΕΡΙΛΗΨΕΙΣ ΠΡΟΦΟΡΙΚΩΝ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΕΩΝ

ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΟΜΙΛΙΑ

Διπλώματα ευρεσιτεχνίας: Μπορεί ένας χημικός να γίνει δικηγόρος;

Τα διπλώματα ευρεσιτεχνίας αποτελούν ένα ιδιαίτερο κομμάτι της ανθρώπινης διανόησης, καθώς μετουσιώνουν την άυλη πνευματική ιδιοκτησία σε ένα είδος περιουσίας που μπορεί να μετρηθεί και να διεκδικηθεί στις δικαστικές αίθουσες. Η διαδικασία μεταφοράς μιας επιστημονικής ανακάλυψης από το εργαστήριο στο δίπλωμα ευρεσιτεχνίας απαιτεί τεχνική κατάρτιση, ταυτόχρονα όμως και επαρκή κατανόηση της νομικής επιστήμης. Ο ειδικός σύμβουλος διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας (patent attorney) διαθέτει τον απαιτούμενο συνδυασμό γνώσεων για να ισορροπήσει ανάμεσα στην επιστημονική – τεχνική προσέγγιση και τη λογική των επιχειρημάτων.



Η Δρ. Βάρβογλη ολοκλήρωσε το διδακτορικό της από το Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης το 2009. Το Φεβρουάριο του 2010 ξεκίνησε να εργάζεται στο τμήμα RnD της Pharmathen SA, στο εργαστήριο Δραστικών Ουσιών, αντικείμενο του οποίου είναι η έρευνα και ανάπτυξη συνθετικών μεθόδων για την παρασκευή των τελευταίων. Το Δεκέμβριο του 2012 μετακινήθηκε στο τμήμα Intellectual Property (Διανοητικής Ιδιοκτησίας) της ίδιας εταιρείας όπου και εργάστηκε ως Intellectual Property Officer. Το 2019 ολοκλήρωσε με επιτυχία τις διεθνείς εξετάσεις EQE (European Qualifying Examination) που διοργανώθηκαν στο Μόναχο από το European Patent Office (Ευρωπαϊκός Οργανισμός Διπλωμάτων Ευρεσιτεχνίας), λαμβάνοντας τον τίτλο της European Patent Attorney. Από το Μάρτιο του 2021 εργάζεται στην PharOS SA ως Intellectual Property Specialist. Στα πλαίσια της ιδιότητάς της ως European Patent Attorney (EPA) διορθώνει γραπτά των υποψηφίων των εξετάσεων EQE. συμμετείχε ως εκπαιδύτρια στο φετινό κύκλο μαθημάτων “Basic Training Course in European patent law” της Ελληνικής Ακαδημίας Βιομηχανικής Ιδιοκτησίας και εκπροσωπεί την Ελλάδα στην επιτροπή European Patent Practice Committee του European Patent Institute, το σωματείο που αντιπροσωπεύει τους European Patent Attorneys 39 χωρών.

ΕΛΕΓΧΟΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Προσδιορισμός αντιβιοτικών ενώσεων σε στραγγίσματα υψηλού ρυπαντικού φορτίου με υγρή χρωματογραφία - φασματομετρία μάζας υψηλής διακριτικής ικανότητας

Σ. Δαλάγκα¹, Λ.-Α. Κορωνάιου^{1,2}, Δ. Λαμπροπούλου^{1,2}

¹Εργαστήριο Ελέγχου Ρύπανσης Περιβάλλοντος, Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 541 24

²Κέντρο Διεπιστημονικής Έρευνας και Καινοτομίας (ΚΕΔΕΚ), Θέρμη, Balkan Center, 57501
email: stefaniadalagka@gmail.com

Τα υπολείμματα αντιβιοτικών στο περιβάλλον εγείρουν το ενδιαφέρον της επιστημονικής κοινότητας λόγω των πιθανών δυσμενών επιπτώσεών τους στα οικοσυστήματα και την ανθρώπινη υγεία. Στη παρούσα μελέτη επιτεύχθηκε η ανίχνευση αντιβιοτικών φαρμάκων σε δείγματα στραγγισμάτων από Χώρο Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ). Για την ανίχνευση των αντιβιοτικών ενώσεων εφαρμόστηκε η τεχνική ανάλυσης ύποπτων ενώσεων (Suspect Screening Analysis) με χρήση Υγρής Χρωματογραφίας υπερ-υψηλής απόδοσης (Ultra-High Performance Liquid Chromatography, UHPLC) συζευγμένη με Φασματομετρία Μάζας υψηλής διακριτικής ικανότητας (High-Resolution Mass Spectrometry, HRMS) και συγκεκριμένα τον αναλυτή Orbitrap. Η τεχνική Suspect Screening, με χρήση μιας in-house database ύποπτων ενώσεων εμπλουτισμένη με δεδομένα θραυσματοποίησης, εφαρμόστηκε για την αξιόπιστη ανίχνευση αντιβιοτικών σε δείγματα στραγγισμάτων υψηλού ρυπαντικού φορτίου μετά από εκχύλιση στερεάς φάσης. Εκτεταμένη βιβλιογραφική έρευνα οδήγησε στην κατασκευή μιας βάσης δεδομένων υπόπτων ενώσεων, που αποτελείται από 34 αντιβιοτικές ενώσεις, πέντε από τις οποίες ανιχνεύθηκαν. Με Επίπεδο Εμπιστοσύνης 2(β) Πιθανή Δομή, σύμφωνα με το Σύστημα Εμπιστοσύνης Φασματομετρίας Μάζας (Mass Spectrometry Confidence System, MSC) ανιχνεύθηκαν οι αντιβιοτικές ενώσεις Μαρβοφλοξασίνη, Σπαρφλοξασίνη, Σουλφακιννοξαλίνη και Τιαμουλίνη ενώ με Επίπεδο Εμπιστοσύνης 3 Δοκιμαστικοί υποψήφιοι (Tentative candidate) ανιχνεύθηκε η αντιβιοτική ένωση Λομεφλοξασίνη. Κοινό χαρακτηριστικό των ενώσεων αυτών είναι η χρήση τους στην κτηνοτροφία και την κτηνιατρική, υποδηλώνοντας μια πιθανή πηγή εξήγηση της παρουσίας τους στα δείγματα στραγγισμάτων. Η παρουσία αντιβιοτικών σε δείγματα στραγγισμάτων ΧΥΤΑ τονίζει την ανάγκη για βελτιωμένες στρατηγικές διαχείρισης αποβλήτων και συνετή χρήση αντιβιοτικών για τον περιορισμό της περιβαλλοντικής ρύπανσης και την ελαχιστοποίηση των πιθανών κινδύνων που σχετίζονται με τα υπολείμματα αντιβιοτικών.

Πολυκυκλικοί Αρωματικοί Υδρογονάνθρακες στον αέρα αστικών περιοχών

Α. Παρασάκη, Α. Αυγενικού, Ε. Μανώλη, Κ. Σαμαρά
Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη 54124
email: anatolip@gapps.auth.gr

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η παρουσία των Πολυκυκλικών Αρωματικών Υδρογονανθράκων (ΠΑΥ) στην ατμόσφαιρα του λιμανιού του Βόλου, σε 26 δείγματα που ελήφθησαν από τον Ιούνιο έως τον Οκτώβριο του 2021. Σκοπός της εργασίας ήταν η ταυτοποίηση και ποσοτικοποίηση των ΠΑΥ στα αιωρούμενα σωματίδια της ατμόσφαιρας PM₁₀, καθώς και η εκτίμηση των επιπτώσεων της παρουσίας τους, στην υγεία των κατοίκων της περιοχής. Ο προσδιορισμός των ΠΑΥ πραγματοποιήθηκε με υγρή χρωματογραφία υψηλής πίεσης σε συνδυασμό με φθορισμομετρικό ανιχνευτή (HPLC-FLD). Ταυτοποιήθηκαν και ποσοτικοποιήθηκαν 12 ΠΑΥ. Η μέση τιμή του αθροίσματος των συγκεντρώσεων των 12 ΠΑΥ (Σ₁₂ΠΑΥ) στον αέρα ανήλθε στα 0,595 ng/m³ και κυμάνθηκε από 0,258 έως 1,249 ng/m³. Οι ΠΑΥ με τη μεγαλύτερη συνεισφορά ήταν το Ph, το B[b]Fl και το Fl. Για την καρκινογόνο και μεταλλαξιγόνο δραστηριότητα των ΠΑΥ, το άθροισμα των τοξικών ισοδυνάμων του Βενζο[α]πυρενίου (ΣBaP-TEQ) υπολογίστηκε ίσο με 0,0832 ng/m³, και τη μεγαλύτερη συμβολή σε αυτό είχε το B[a]Py και το dB[a,h]An, ενώ το άθροισμα των μεταλλαξιγόνων ισοδυνάμων του Βένζο[α]πυρενίου (ΣBaP-MEQ) υπολογίστηκε ίσο με 0,088 ng/m³, και τη μεγαλύτερη συμβολή σε αυτό είχε το B[a]Py και το B[b]Fl. Η εκτίμηση του κινδύνου για την υγεία, για δύο ηλικιακές ομάδες, έγινε με τον υπολογισμό του Incremental Lifetime Cancer Risk- ILCR, και η τιμή του ήταν κάτω από τα όρια της US EPA.

Τεχνικές γήρανσης μικροπλαστικών και προσρόφηση οργανικών ρύπων

Δ. Βλάχος, Δ. Βουτσά

Εργαστήριο Ελέγχου Ρύπανσης Περιβάλλοντος, Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης,
Θεσσαλονίκη, 54124

email: dgvlachos@chem.auth.gr και dvoutsas@chem.auth.gr

Συνολικά 348 εκατομμύρια τόνοι πλαστικών προϊόντων παρήχθησαν το 2017, μόνο στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Δυστυχώς, ένα τεράστιο ποσοστό αυτών καταλήγουν στο περιβάλλον. Τα πλαστικά θρυμματίζονται σταδιακά υπό την επίδραση εξωτερικών δυνάμεων όπως ο άνεμος, η βιολογική δράση ή η ηλιακή ακτινοβολία και τελικά σχηματίζονται μικροπλαστικά (Fan et al., 2021). Η ρύπανση από μικροπλαστικό είναι γεγονός που προβληματίζει την σύγχρονη κοινωνία. Τα μικροπλαστικά χαρακτηρίζονται εκτός από «αναδυόμενος ρύπος» και ως «Δούρειος Ίππος», στο οποίο οι ρύποι (πρωτίστως οργανικές και δευτερευόντως ανόργανες ενώσεις) προσροφούνται και τελικά μεταφέρονται και απελευθερώνονται στους ιστούς των ζώντων οργανισμών, μετά την έκθεση σε αυτόν π.χ. μέσω κατάποσης, εισπνοής και παθητική διάχυση (Miranda et al., 2022).

Στην εν λόγω έρευνα, τα μικροπλαστικά τα οποία επιλέχθηκαν προς μελέτη είναι το πολυαιθυλένιο και τα σωματίδια φθοράς ελαστικών. Το πολυαιθυλένιο είναι το μεγαλύτερο κατά ποσοστό πλαστικό που παράγεται παγκοσμίως και καταλήγει κατά πλειοψηφία στα υδάτινα περιβάλλοντα. Τα σωματίδια φθοράς ελαστικών χαρακτηρίζονται ως το κατά πλειοψηφία συνθετικό πολυμερές με πρόσθετα που αποβάλλεται στο περιβάλλον σε μεγάλες ποσότητες. Η πρώτη ένωση προς ρόφηση είναι η 1H-βενζοτριάζολη, δηλαδή μία ένωση με πολυάριθμες ανθρώπινες χρήσεις, η οποία καταλήγει ως «έμμονος οργανικός ρύπος» στα υδατικά διαμερίσματα. Η δεύτερη είναι η δισφαινόλη Α, η οποία ανήκει στην κατηγορία «ενδοκρινικών διαταρακτών» και είναι τοξική.

Επιπλέον μελετήθηκε το πώς επηρεάζεται η προσρόφηση, μέσα από διάφορες μορφές γήρανσης. Η γήρανση (aging) είναι ένα φυσικό φαινόμενο, το οποίο συμβαίνει στην φύση. Οι μορφές γήρανσης οι οποίες μελετήθηκαν είναι η φωτογήρανση, η χημική γήρανση και η βιολογική γήρανση.

Αποδεικνύεται ότι η βενζοτριάζολη φέρει φυσική προσρόφηση, με μεγαλύτερο ποσοστό στα σωματίδια φθοράς ελαστικών. Αντίθετα, η δισφαινόλη Α φέρει χημική προσρόφηση, με μεγαλύτερο ποσοστό στο πολυαιθυλένιο. Τέλος, παρατηρείται ότι η φωτογήρανση επηρεάζει σημαντικά τα σωματίδια φθοράς ελαστικών, ενώ η χημική και η βιολογική γήρανση επηρεάζει κυρίως το πολυαιθυλένιο. Οι αλλαγές αυτές είναι φανερές και στα περαιτέρω πειράματα προσρόφησης.

Βιβλιογραφικές Παραπομπές

- Fan, X., Gan, R., Liu, J., Xie, Y., Xu, D., Xiang, Y., Su, J., Teng, Z., & Hou, J. (2021). Adsorption and desorption behaviors of antibiotics by tire wear particles and polyethylene microplastics with or without aging processes. *Science of the Total Environment*, 771, 145451. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145451>
- Miranda, M. N., Lado Ribeiro, A. R., Silva, A. M. T., & Pereira, M. F. R. (2022). Can aged microplastics be transport vectors for organic micropollutants? – Sorption and phytotoxicity tests. *Science of the Total Environment*, 850, 158073. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.158073>

Συγκριτική ανάλυση και συσχέτιση χρωματομετρικής και ICP μεθόδου για τον προσδιορισμό διαθέσιμου φωσφόρου κατά Olsen σε εδάφη

N. Γ. Ιακωβάκης¹, B. Γ. Ασχονίτης², Δ. Α. Λαμπροπούλου¹

¹Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 54124

² Ινστιτούτο Εδαφοϋδατικών Πόρων, ΕΛΓΟ-Δήμητρα, Θέρμη Θεσσαλονίκης, 57001
email: niakovak1210@gmail.com

Ο έλεγχος εδάφους για διαθέσιμο φώσφορο (P) αποτελεί ένα ουσιαστικό διαγνωστικό εργαλείο για την αξιολόγηση των επιπέδων P του εδάφους τόσο για την φυτική παραγωγή όσο και για την παρακολούθηση του περιβαλλοντικού κινδύνου από υψηλά επίπεδα P στα εδάφη. Χρησιμοποιούνται διαφορετικές μέθοδοι ελέγχου P εδάφους, με διαφορετικά εκχυλιστικά για την εκχύλιση του διαθέσιμου P για τα φυτά, που βασίζονται σε εμπειρικές αγρονομικές μελέτες, οι οποίες καθορίστηκαν από αποτελέσματα απόδοσης από δοκιμές σε αγρούς. Η μέθοδος Olsen προτιμάται στην Ελλάδα για αυτήν την εκχύλιση, επειδή είναι καταλληλότερη για αλκαλικά και ασβεστολιθικά εδάφη. Η συνήθης μέθοδος για τον ποσοτικό προσδιορισμό του φωσφόρου στα εκχυλίσματα από εδάφη είναι η χρωματομετρική μέθοδος του μπλε του μολυβδαινίου με ασκορβικό οξύ ως αναγωγικό. Η στροφή από αυτήν την κλασσική μέθοδο σε νεότερες και πιο εξελιγμένες αναλυτικές μεθόδους, όπως είναι η φασματομετρία οπτικής εκπομπής επαγωγικά συζευγμένου πλάσματος (ICP-OES) για τον προσδιορισμό του P στα εκχυλίσματα από εδάφη θα μπορούσε να έχει σοβαρές επιπτώσεις στην αγρονομική και περιβαλλοντική διαχείριση του P, καθώς δεν έχει ακόμη αποδειχθεί η ύπαρξη συσχέτισης της με την κλασσική, χρωματομετρική μέθοδο. Έτσι, οι στόχοι αυτής της εργασίας είναι η σύγκριση του προσδιορισμού του διαθέσιμου κατά Olsen P στα εδάφη με χρωματομετρική (Col-P) και ICP μέθοδο (ICP-P) και η διατύπωση βέλτιστου μοντέλου μετατροπής των τιμών ICP-P σε τιμές Col-P. Για το λόγο αυτό, διεξήχθη ένα εργαστηριακό πείραμα για τη δημιουργία αυτών των σχέσεων. Συλλέχθηκαν 222 δείγματα επιφανειακού εδάφους από όλη την Ελλάδα και εκχυλίστηκαν με διάλυμα Olsen. Ο διαθέσιμος κατά Olsen P σε κάθε δείγμα προσδιορίστηκε με χρωματομετρική και ICP μέθοδο. Καταστρώθηκαν, έπειτα, διάφορα μοντέλα συσχέτισης ICP-P με Col-P, με σκοπό την επίτευξη βέλτιστης συσχέτισης. Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης δείχνουν ότι εμφανίζεται μετρίως ισχυρή έως σχετικά ισχυρή σχέση μεταξύ των τιμών, ανάλογα με την περιοχή συγκεντρώσεων φωσφόρου. Επίσης, προτείνεται βέλτιστο μοντέλο για τη μετατροπή των τιμών ICP-P σε Col-P, με κάποιες επισημάνσεις για τη διασπορά των τιμών στην περιοχή χαμηλών συγκεντρώσεων φωσφόρου, καθώς επίσης και για την ανάγκη διεξαγωγής περαιτέρω έρευνας για τη λήψη ακόμα καλύτερων αποτελεσμάτων.

Απομάκρυνση της προπρανολόλης από υδατικά δείγματα με φωτολυτικές και φωτοκαταλυτικές μεθόδους που βασίζονται στις θειικές ρίζες

Α. Κ. Μαλιόγκα¹, Ε. Ν. Ευγενίδου^{1,2}, Δ. Α. Λαμπροπούλου^{1,2}

¹Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 54124

² Κέντρο Διεπιστημονικής Έρευνας και Καινοτομίας, Balkan Center, Θεσσαλονίκη, Θέρμη, 57001
email: dlambro@chem.auth.gr

Η παρουσία φαρμακευτικών ενώσεων στα υγρά απόβλητα αποτελεί μία σχετικά καινούργια πρόκληση για τις Μονάδες Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων, οι οποίες έχουν αποδειχθεί ανεπαρκείς για την πλήρη απομάκρυνση των ανθεκτικών αυτών ενώσεων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη διάχυσή τους στο υδάτινο περιβάλλον, προκαλώντας δυσμενείς επιπτώσεις στο οικοσύστημα και την ανθρώπινη υγεία. Ως εκ τούτου, απαιτούνται πιο αποτελεσματικές μέθοδοι για την απομάκρυνση των φαρμακευτικών ενώσεων. Για το σκοπό αυτό, τα τελευταία χρόνια κερδίζουν έδαφος οι Προχωρημένες Οξειδωτικές Μέθοδοι Αντιρρύπανσης (Π.Ο.Μ.Α.) λόγω της μεγάλης αποτελεσματικότητάς τους, ενώ την τελευταία δεκαετία το ενδιαφέρον έχει στραφεί σε μία παραλλαγή των κλασικών Π.Ο.Μ.Α., σε αυτές που βασίζονται στην παραγωγή θεικών ριζών (SR-AOPs).

Η παρούσα εργασία επικεντρώθηκε στην εφαρμογή φωτοχημικών SR-AOPs για την απομάκρυνση της προπρανολόλης από υδατικά δείγματα. Η προπρανολόλη είναι ένα ευρέως διαδεδομένο φάρμακο για τη θεραπεία κυρίως καρδιαγγειακών διαταραχών και ανήκει στην κατηγορία των β-αναστολέων. Αποτελεί σημαντικό αναδύομενο ρύπο, καθώς ανιχνεύεται στα επιφανειακά νερά σε συγκεντρώσεις από ng/L έως mg/L. Οι τεχνικές που εφαρμόστηκαν για την απομάκρυνσή της περιλάμβαναν εφαρμογές φωτόλυσης παρουσία $S_2O_8^{2-}$, ετερογενούς φωτοκατάλυσης με καταλύτη TiO_2 και παρουσία $S_2O_8^{2-}$, φωτοκατάλυσης με οργανομεταλλικά υβριδικά υλικά (Metal Organic Frameworks–MOFs) και συγκεκριμένα FeBTC και $S_2O_8^{2-}$ και την αντίδραση photo-Fenton like με Fe^{2+} και $S_2O_8^{2-}$.

Πιο συγκεκριμένα, ο σκοπός της εργασίας ήταν η εύρεση της καταλληλότερης μεθόδου για την απομάκρυνση της προπρανολόλης και η βελτιστοποίησή της. Τα πειράματα που πραγματοποιήθηκαν αποτελούνταν από την φωτοβόληση διαλύματος προπρανολόλης σε υπερκάρθαιο νερό με UV ακτινοβολία. Τα δείγματα που συλλέχθηκαν αναλύθηκαν σε σύστημα υγρής χρωματογραφίας με ανιχνευτή υπεριώδους (HPLC/UV) για τον υπολογισμό του ρυθμού αποδόμησής της και σε όργανο μέτρησης ολικού άνθρακα (TOC) για τον προσδιορισμό του ποσοστού ανοργανοποίησης που επιτεύχθηκε. Όλες οι διεργασίες φαίνεται να είναι αποτελεσματικές, καθώς η ένωση διασπάται πλήρως σε χρόνο από 10 έως 60 λεπτά, ενώ τα ποσοστά ανοργανοποίησης κυμαίνονται από 44 έως 82 % σε χρονικό διάστημα 3 ωρών. Με σκοπό τη βελτιστοποίηση των μεθόδων, μελετήθηκε η επίδραση της συγκέντρωσης των $S_2O_8^{2-}$, προσθέτοντας συγκεντρώσεις από 25 έως 300 ppm. Πιο αποτελεσματική μέθοδος αναδείχθηκε η UV/ $TiO_2/S_2O_8^{2-}$, επιτυγχάνοντας τον υψηλότερο ρυθμό αποδόμησης και το μεγαλύτερο ποσοστό ανοργανοποίησης της προπρανολόλης (>80 %).

Μελέτη της αποικοδόμησης των αντιμυκητιασικών φαρμάκων φλουκανοζόλης και βορικοναζόλης με χρήση ετερογενών φωτοκαταλυτικών τεχνικών

Α. Φάκκα¹, Ε. Ευγενίδου^{1,2}, Κ. Αναγνωστοπούλου^{1,2}, Δ. Λαμπροπούλου^{1,2}

¹Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 54635

²Κέντρο Διεπιστημονικής Έρευνας και Καινοτομίας (ΚΕΔΕΚ ΑΠΘ), Θέρμη, 57001
email: dlambro@gmail.com

Η διασπορά των φαρμακευτικών ενώσεων στο περιβάλλον, προκαλεί έντονη ανησυχία, καθώς μπορούν να προκαλέσουν δυσμενείς επιπτώσεις στον άνθρωπο. Οι ενώσεις αυτές, καταλήγουν στα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα καθώς καταφέρνουν να διαφύγουν σχεδόν αναλλοίωτες από τις μονάδες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων γεγονός που καθιστά πρόκληση την εύρεση νέων τεχνικών, που να τις μετατρέπουν σε πλήρως ή λιγότερο ακίνδυνα συστατικά. Έτσι, η επιστημονική κοινότητα έχει στραφεί στην ανάπτυξη των προχωρημένων οξειδωτικών μεθόδων αντιρρύπανσης (Π.Ο.Μ.Α.), οι οποίες στηρίζονται στην *in situ* παραγωγή ριζών υδροξυλίου. Αυτές αποτελούν ένα δραστικότατο οξειδωτικό είδος, που είναι ικανό να οξειδώνει και να απομακρύνει επιτυχώς τους περισσότερους ρύπους (Oturán & Aaron, 2014). Μια ιδιαίτερα αποτελεσματική μέθοδος, που εντάσσεται στην κατηγορία των Π.Ο.Μ.Α., είναι η ετερογενής φωτοκατάλυση με την χρήση του TiO_2 ως καταλύτη. Στόχος της συγκεκριμένης εργασίας, είναι η μελέτη φωτοκαταλυτικής αποικοδόμησης δύο αντιμυκητιασικών φαρμάκων, της φλουκανοζόλης και της βορικοναζόλης, παρουσία του ημιαγώγιμου καταλύτη TiO_2 και διαφόρων οξειδωτικών. Οι συγκεκριμένες αζόλες επιλέχθηκαν καθώς παρουσιάζουν έντονη παραμονή στο περιβάλλον, με αποτέλεσμα την ανίχνευσή τους σε λύματα και σε ύδατα (Jeu et al., 2003). Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας έδειξαν, πως με ακτινοβολία υδατικών διαλυμάτων των ενώσεων στόχων, απουσία καταλύτη δεν πραγματοποιείται σημαντική αποικοδόμηση των δύο φαρμάκων. Αντίθετα, παρουσία του καταλύτη ή/και με την χρήση οξειδωτικών, η πλήρης αποικοδόμηση επιτυγχάνεται σε λιγότερο από 60 min, ακολουθώντας την κινητική πρώτης τάξης. Αναλυτικότερα, αύξηση της συγκέντρωσης του καταλύτη οδηγεί σε ταχύτερη αποικοδόμηση και για τις δύο ενώσεις, μέχρι όμως μία βέλτιστη συγκέντρωση. Επίσης η επιπλέον προσθήκη οξειδωτικών όπως το H_2O_2 και $S_2O_8^{2-}$ οδηγεί σε αύξηση της ταχύτητας της αντίδρασης, καθώς δημιουργείται μεγαλύτερος αριθμός ριζών. Ωστόσο πολύ μεγάλες συγκεντρώσεις καταλύτη ή οξειδωτικών έχουν ανασταλτική δράση στην όλη διαδικασία καθώς μπορούν να δράσουν σαν αποσβέστες των παραγόμενων δραστικών ειδών. Επίσης εξετάστηκε η επίδραση του υποστρώματος χρησιμοποιώντας στράγγισμα από ΧΥΤΑ ή απόβλητο από την έξοδο βιολογικού καθαρισμού, όπου δεν επιτεύχθηκε σημαντική αποικοδόμηση των μελετώμενων ενώσεων λόγω της πολυπλοκότητας και του φορτίου του δείγματος. Τέλος, μετρήσεις ολικού οργανικού άνθρακα (TOC) έδειξαν την επίτευξη σημαντικού ποσοστού ανοργανοποίησης και για τις δύο ενώσεις.

Αναφορές

- Oturán, M. A., & Aaron, J. J. (2014). Advanced oxidation processes in water/wastewater treatment: Principles and applications. A review. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 44(23), 2577–2641. <https://doi.org/10.1080/10643389.2013.829765>.
- Jeu, L., Piacenti, F. J., Lyakhovetskiy, A. G., & Fung, H. B. (2003). Voriconazole. *Clinical Therapeutics*, 25(5), 1321–1381. [https://doi.org/10.1016/s0149-2918\(03\)80126-1](https://doi.org/10.1016/s0149-2918(03)80126-1).

Προσδιορισμός οργανοφωσφορικών εστέρων σε ηλεκτρονικές συσκευές με τη χρήση υγρής χρωματογραφίας φασματομετρίας μάζας υψηλής διακριτικής ικανότητας

Η. Φείδα¹, Σ. Πετρομελίδου^{1,2}, Δ. Λαμπροπούλου^{1,2}

¹Εργαστήριο Ελέγχου Ρύπανσης Περιβάλλοντος, Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 54635

² Κέντρο Διεπιστημονικής Έρευνας και Καινοτομίας (ΚΕΔΕΚ ΑΠΘ), Balkan Center, Θεσσαλονίκη, 57001
email: dlambro@chem.auth.gr

Η αυξημένη χρήση των οργανοφωσφορικών ενώσεων στη βιομηχανία και η ολοένα αυξανόμενη ανίχνευσή τους σε περιβαλλοντικά υποστρώματα έχει εγείρει το ενδιαφέρον και την ανησυχία της επιστημονικής κοινότητας. Συγκεκριμένα, τα οργανοφωσφορικά επιβραδυντικά φλόγας (OPFRs) χρησιμοποιούνται ευρέως στη βιομηχανία τις τελευταίες δεκαετίες, διότι έχουν αντικαταστήσει τα βρωμιωμένα επιβραδυντικά φλόγας (BFRs), που έχουν αναδειχθεί ως έμμονοι οργανικοί ρύποι (POPs). Η επιλογή των OPFRs έγινε με βάση τα δεδομένα που υπήρχαν για μικρότερη ανθεκτικότητα, εμβέλεια μεταφοράς στην ατμόσφαιρα και το περιβάλλον, βιοσυσώρευση και τοξικότητα σε σχέση με τα BFRs.

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η ανίχνευση και ταυτοποίηση οργανοφωσφορικών ενώσεων σε δείγματα σκόνης από 17 υπολογιστές. Η προκατεργασία των δειγμάτων στηρίχθηκε σε προηγουμένως επικυρωμένο πρωτόκολλο. Τα δείγματα εκχυλίστηκαν με τη χρήση τράπεζας ανάδευσης, ενώ για το βήμα του clean up επιλέχθηκε η εκχύλιση στερεάς φάσης. Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε με τη χρήση Υγρής Χρωματογραφίας - Φασματομετρίας Μάζας Υψηλής Διακριτικής Ικανότητας (LC-HRMS).

Βασισμένοι στην ραγδαία αύξηση της χρήσης τους, ο απώτερος στόχος ήταν να σκανάρουμε τα δείγματα για τα τέσσερα πιο συχνά εμφανιζόμενα OPFRs. Δεδομένου ότι η ποσοτικοποίηση δεν ήταν εφικτή λόγω της ανεπαρκούς ποσότητας σκόνης η μέθοδος «ύποπτης» σάρωσης (suspect screening) φάνηκε να είναι η καλύτερη αναλυτική προσέγγιση. Επομένως, μία lab-made βάση δεδομένων αξιοποιήθηκε και μία μέθοδος αναπτύχθηκε στο λογισμικό TraceFinder για τις ενώσεις αυτές. Για την ταυτοποίηση των ενώσεων βασιστήκαμε στα παρακάτω κριτήρια: (i) ισοτοπικό προφίλ $\geq 65\%$, (ii) το σχήμα της κορυφής και τέλος (iii) η ύπαρξη ενός θραύσματος.

Το TCPF παρουσίασε τη μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης, γεγονός που πιθανόν να οφείλεται σε άλλες πηγές εκπομπής που βρίσκονται στο χώρο (59%). Ακολούθως το TCrP και κυρίως το TPhP ανιχνεύθηκαν με μεγάλη συχνότητα εμφάνισης στα δείγματα (35%, 47%) αντίστοιχα.

Βελτιστοποίηση προσδιορισμού οργανικών ρύπων με φασματομετρία μάζας υψηλής διακριτικότητας (HRMS) και εφαρμογή κεντρικού σύνθετου σχεδιασμού (CCD)

Δ. Σπανός¹, Λ.-Α. Κορωνάιου^{1,2}, Κ. Αναγνωστοπούλου^{1,2}, Δ. Λαμπροπούλου^{1,2}

¹Εργαστήριο Ελέγχου Ρύπανσης Περιβάλλοντος, Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 541 24

²Κέντρο Διεπιστημονικής Έρευνας και Καινοτομίας (ΚΕΔΕΚ), Θέρμη, Balkan Center, 57501
email: dlambro@chem.auth.gr

Οι οργανικοί ρύποι στο περιβάλλον ανιχνεύονται συνήθως σε επίπεδα συγκενρώσεων ng/L ή µg/L. Ως εκ τούτου, κρίνεται αναγκαία η καθιέρωση νέων αναλυτικών μεθόδων για τον αξιόπιστο προσδιορισμό των περιβαλλοντικών ιχνών αυτών των ρύπων, με σκοπό τη διεύρυνση των υφιστάμενων καταλόγων προτεραιότητας και παρακολούθησης και τη διατήρηση της ποιότητας των υδάτινων πόρων (Ofrydopoulou et al., 2021). Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι ο προσδιορισμός των βέλτιστων παραμέτρων λειτουργίας του αναλυτή υψηλής διακριτικής ικανότητας Orbitrap, με την εφαρμογή της θεωρίας του πειραματικού σχεδιασμού (Design of Experiments, DoE) και την ανάπτυξη ενός κεντρικού συνδυασμένου σχεδιασμού (Central Composite Design, CCD). Οι ενώσεις που επιλέχθηκαν προς μελέτη ήταν 27 οργανικοί ρύποι που ανήκουν στις κατηγορίες των φυτοφαρμάκων και των φαρμακευτικών ενώσεων (αντιβιοτικά, αντιφλεγμονώδη και ψυχοτρόπα φάρμακα, Β αδρενεργικοί αναστολείς και λιπιδоруθμιστικοί παράγοντες).

Για το προσδιορισμό τους χρησιμοποιήθηκε η υγρή χρωματογραφία υπερ-υψηλής πίεσης συζευγμένη με φασματομετρία μάζας υψηλής διακριτικότητας (ultra-high pressure liquid chromatography - high resolution mass spectrometry, UHPLC- HRMS). Πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκε ο αναλυτής μάζας Orbitrap με θερμαινόμενη πηγή ιονισμού με ηλεκτροψεκασμό (heated electrospray ionization - HESI), σε λειτουργία σάρωσης στον θετικό και αρνητικό ιοντισμό. Ο κεντρικός σύνθετος συνδυασμός πραγματοποιήθηκε με χρήση του λογισμικού Design Expert, με στόχο τη μεγιστοποίηση του εμβαδού και του ύψους των χρωματογραφικών κορυφών των ενώσεων. Ως παράμετροι προς βελτιστοποίηση, επιλέχθηκαν παράμετροι που σχετίζονται με την λειτουργία και την γεωμετρία της πηγής ιονισμού και πιο συγκεκριμένα: auxiliary gas temperature (A), ion transfer capillary temperature (B) και η θέση του probe (C). Η ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) αξιοποιήθηκε για την επαλήθευση της στατιστικής εγκυρότητας του επιλεγμένου μοντέλου και την υπογράμμιση των πιο κρίσιμων παραμέτρων.

Η ταυτόχρονη διαδικασία βελτιστοποίησης (multi-objective optimization) με την ενσωμάτωση των προτεινόμενων επιπέδων των παραγόντων με χρήση της συνάρτησης επιθυμητότητας (Desirability function) οδήγησε στην μέγιστη συνολική επιθυμητότητα (desirability 0,798). Η βελτιστοποίηση οδήγησε σε συνολική αύξηση (> 20%) του εμβαδού και του ύψους των κορυφών στις περισσότερες περιπτώσεις, σε σύγκριση με τις αυτόματες ρυθμίσεις του οργάνου, ενώ η μέθοδος αποδείχθηκε ακριβής και με εξαιρετική γραμμικότητα. Η προβλεπόμενη βέλτιστη απόκριση ταυτίζονταν με τις πειραματικές αποκρίσεις που καταγράφηκαν στις βελτιστοποιημένες συνθήκες, αποδεικνύοντας ότι η εφαρμογή του DoE ήταν πολύτιμη για τη βελτίωση της απόκρισης της μεθόδου.

Αναφορές

Ofrydopoulou, A., Nannou, C., Evgenidou, E., & Lambropoulou, D. (2021). Sample preparation optimization by central composite design for multi class determination of 172 emerging contaminants in wastewaters and tap water using liquid chromatography high-resolution mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 1652, 462369. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2021.462369>

ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ – ΦΥΣΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ

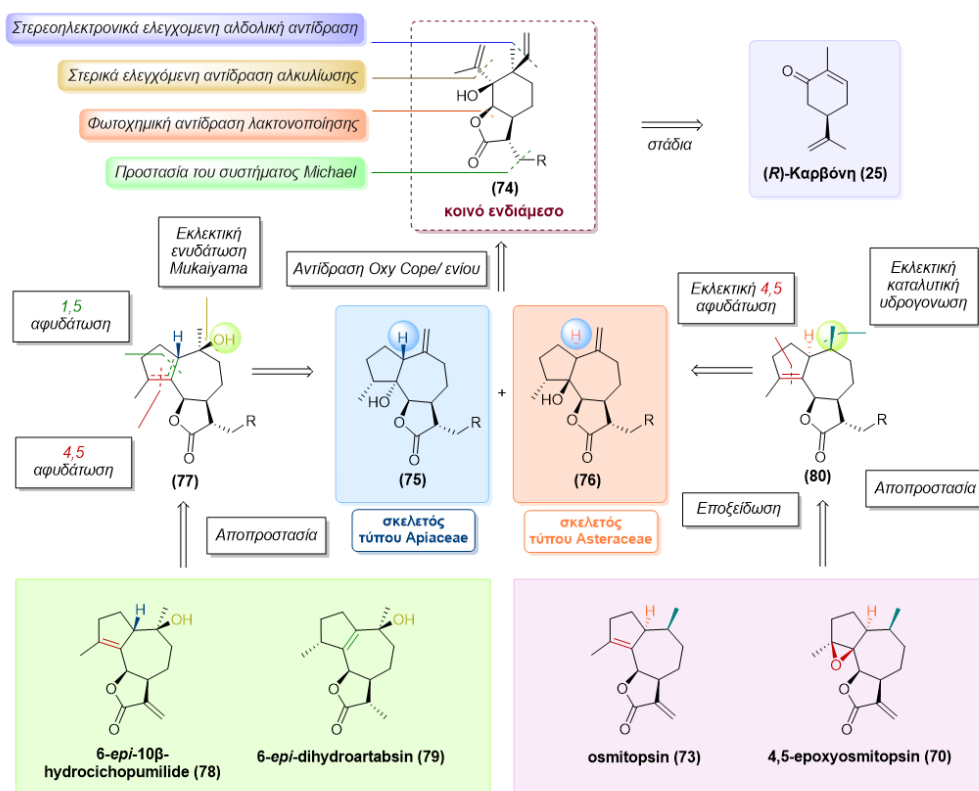
Αναπτύσσοντας οξειδωτική φάση σε σесκιτερπενοειδείς λακτόνες

Κ. Μαζαράκη¹, Α. Ζωγράφος¹

¹Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 54124

email: mazaraki.mpl@gmail.com

Τα φυσικά προϊόντα αποτελούν εδώ και χρόνια ενδιαφέρον αντικείμενο μελέτης λόγω της χρησιμότητάς τους ως μόρια οδηγό στην ανακάλυψη νέων φαρμάκων (Atanasov et al., 2015). Μια κατηγορία βιοδραστικών φυσικών προϊόντων είναι οι σесκιτερπενοειδείς λακτόνες, η δομική πολυπλοκότητα των οποίων μπορεί να προσεγγιστεί συνθετικά μέσω της διαφοροποιημένης σύνθεσης (Hu et al., 2019). Στη συγκεκριμένη εργασία παρουσιάζεται η προσπάθεια σύνθεσης των σκελετών δύο διαφορετικών οικογενειών σесκιτερπενοειδών λακτονών από ένα κοινό ενδιάμεσο, καθώς και η προσπάθεια εύρεσης εκλεκτικών μεθοδολογιών για την περαιτέρω μετατροπή τους σε φυσικά προϊόντα.



Σχήμα 1. Ρετροσυνθετικό πλάνο

Βιβλιογραφία

- Atanasov, A. G., Waltenberger, B., Pferschy-Wenzig, E.-M.; Linder, T., Wawrosch, C., Uhrin, P., Temml, V., Wang, L., Schwaiger, S., Heiss, E. H., Rollinger, J. M., Schuster, D., Breuss, J. M., Bochkov, V., Mihovilovic, M. D., Kopp, B., Bauer, R., Dirsch, V. M. & Stuppner, H. (2015). Discovery and Resupply of Pharmacologically Active Plant-Derived Natural Products: A Review. *Biotechnol Adv.*, 33(8), 1582–1614. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2015.08.001>.
- Hu, X., Musacchio, A. J., Shen, X., Tao, Y. & Maimone, T. J. (2019). Allylative Approaches to the Synthesis of Complex Guaianolide Sesquiterpenes from Apiaceae and Asteraceae. *J Am Chem Soc.*, 141(37), 14904–14915. <https://doi.org/10.1021/jacs.9b08001>.

3-ακυλοτετραμικά οξέα ως ενδιάμεσα στην βιομιμητική σύνθεση φυσικών πολυκετιδικών προϊόντων

B. Κακαρίκας Χατζής, Α. Ζωγράφος

Εργαστήριο Οργανικής Χημείας, Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη ;
54124

email: vkakarik@chem.auth.gr

Τα τετραμικά οξέα μελετώνται ως πιθανά ενδιάμεσα για την βιομιμητική σύνθεση πολυκετιδικών φυσικών προϊόντων. Με έμπνευση τον ενζυματικό μηχανισμό δράσης των πολυκετιδικών συνθασών (PKS), επιχειρείται η εκτέλεση μιας αντίστοιχης αλληλουχίας ακετυλίωσης και ενδομοριακής επέκτασης αλυσίδας στην 3-ακυλομάδα των 3-ακυλο τετραμικών οξέων προερχόμενων από L-Tyr με διαφορετικές προστατευτικές ομάδες. Παράλληλα, διερευνάται η επέκταση του πενταμελούς ετεροκυκλικού δακτυλίου των 3-ακυλοτετραμικών οξέων προς τις αντίστοιχες εξαμελείς 3-ακυλο-4-υδροξυ-2-πυριδόνες με βάση την βιοσυνθετική σχέση που συνδέει τις δύο τάξεις ενώσεων στην φύση. Για αυτόν τον σκοπό επιχειρείται η σύνθεση 5-αρυλιδενο-3-ακυλο-τετραμικών οξέων μέσω οξειδωτικών μεθόδων ή αλδολικών συμπυκνώσεων. Τα αλκενυλικά αυτά παράγωγα υφίστανται επιτυχώς επέκταση του δακτυλίου τους προς πυριδόνες αυθόρμητα μετά την διάνοιξη του διπλού δεσμού, παρέχοντας έτσι μια νέα πρόσβαση σε δομές αυτού του τύπου.

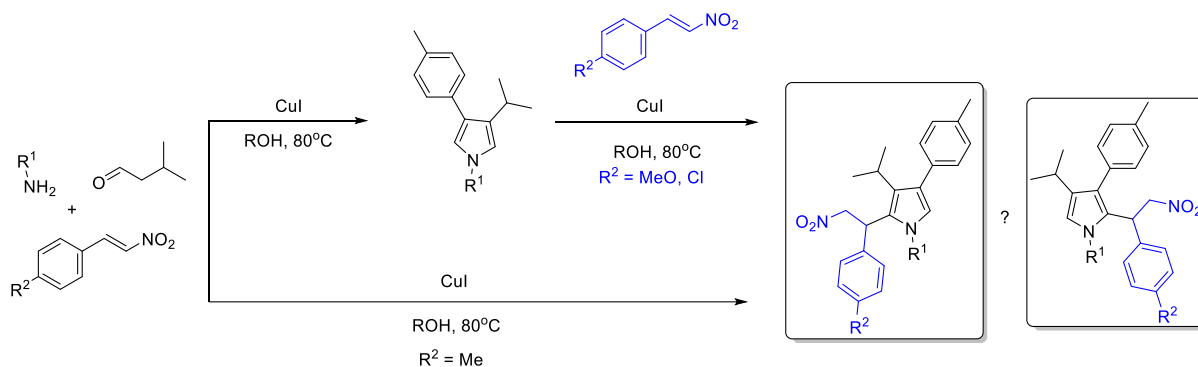
Μελέτη εκλεκτικής σύζευξης 1,3,4-τρι-υποκατεστημένων πυρρολίων με νιτροστυρόλια

Η. Β. Γουγούση¹, Ι. Ν. Λυκάκης^{1,*}

1Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 54124
email: ilgougousi@gmail.com, lykakis@chem.auth.gr

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η εκλεκτική σύζευξη 1,3,4-τρι-υποκατεστημένων πυρρολίων με νιτροστυρόλια για την εκλεκτική σύνθεση τετρα-υποκατεστημένων πυρρολικών παραγώγων. Ως αρχικές ενώσεις χρησιμοποιήθηκαν αλδεΰδες, αμίνες και νιτροαλκένια παρουσία καταλυτών χαλκού (Andreou et al., 2018). Σκοπός αποτελεί η μελέτη της ηλεκτρονιόφιλης αντίδρασης του πυρρολίου με νιτροστυρόλια (Feofanov et al., 2015).

Στην συγκεκριμένη μελέτη, εφαρμόστηκαν δύο διαφορετικοί τρόποι σύνθεσης τετρα-υποκατεστημένων πυρρολικών παραγώγων. Ειδικότερα, πραγματοποιήθηκαν πειράματα εύρεσης των βέλτιστων συνθηκών της αντίδρασης σύνθεσης τόσο των 1,3,4-τρι-υποκατεστημένων όσο και των τετρα-υποκατεστημένων πυρρολίων, μέσω της ηλεκτρονιόφιλης αντίδρασης των πρώτων με νιτροστυρόλια (Εικόνα 1). Παράλληλα, μελετήθηκε η *o*-*po*t σύνθεση τετρα-υποκατεστημένων πυρρολικών παραγώγων. Και στις δύο μεθοδολογίες διερευνήθηκε η επίδραση του διαλύτη, η απουσία και η παρουσία του καταλύτη και τα ισοδύναμα των πρώτων υλών στο σχηματισμό υποκατεστημένων πυρρολίων. Τέλος, πραγματοποιήθηκαν συγκριτικές αντιδράσεις ηλεκτρονιόφιλης υποκατάστασης του Ν-αίθυλο πυρρολίου με νιτροστυρόλια, μεταβάλλοντας τις συνθήκες της αντίδρασης, ώστε να μελετηθεί περαιτέρω η ηλεκτρονιόφιλη προσθήκη στο πυρρόλιο.



Εικόνα 1. Εκλεκτική σύζευξη πυρρολίων με νιτροστυρόλια

Βιβλιογραφία

- Andreou, D., Kallitsakis, M. G., Loukopoulos, E., Gabriel, C., Kostakis, G. E., & Lykakis, I. N. (2018). Copper-Promoted Regioselective Synthesis of Polysubstituted Pyrroles from Aldehydes, Amines, and Nitroalkenes via 1,2-Phenyl/ Alkyl Migration, *J. Org. Chem.*, *83*, 2104-2113. doi:10.1021/acs.joc.7b03051.
- Feofanov, M. N., Averin, A. D. & Beletskaya, I. P. (2015). Friedel–Crafts reaction of electron-rich (het)arenes with nitroalkenes, *Mendeleev Commun.*, *29*, 138–139. doi:10.1016/j.mencom.2019.03.005.

Synthesis of Coumarin-Isoxazole-Pyridine Hybrids with Biological Interest

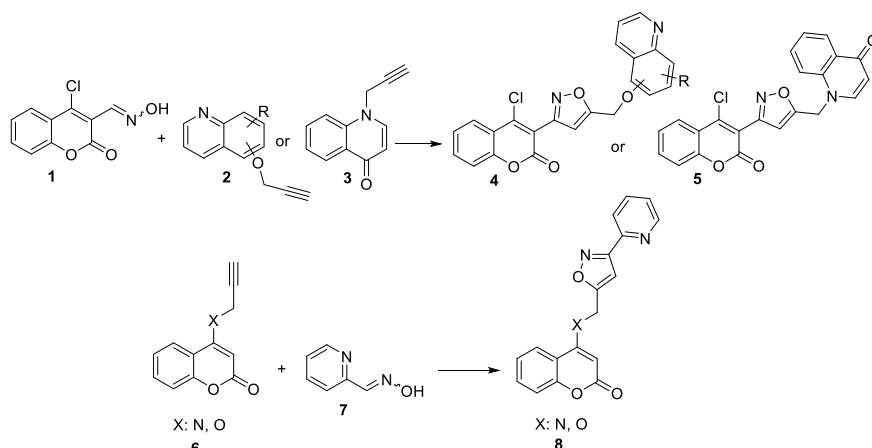
M. D. Douka¹, D. J. Hadjipavlou-Litina², K. E. Litinas¹

¹ Laboratory of Organic Chemistry, Department of Chemistry, Aristotle University of Thessaloniki, Thessaloniki, 54124

² Department of Pharmaceutical Chemistry, School of Pharmacy, Faculty of Health Sciences, Aristotle University of Thessaloniki, Thessaloniki, 54124

email: klitinas@chem.auth.gr, hadjipav@pharm.auth.gr

A wide range of coumarin derivatives both naturally distributed and synthetically prepared present a great variety of biological properties. Coumarin-isoxazole hybrids containing different moieties present a plethora of biological activities such as anticancer, antibacterial, antioxidant (Shi et al., 2017; Pang et al., 2017; Waheed et al., 2019; Kallitsakis et al., 2017). In addition to coumarin hybrids, quinoline-isoxazole and pyridine-isoxazole hybrids have been tested for their cytotoxic activity (Sambasiva Rao et al., 2014). In continuation to our interest in the coumarin derivatives and hybrids (Kallitsakis et al., 2017; Hatzipavlou-Litina et al., 2015) and after our recent presentation of the synthesis and the biological evaluation of coumarin-triazole hybrids (Douka et al., 2023), we would like to present here the synthesis of the new coumarin-isoxazole-pyridine hybrids. The coumarin-isoxazole hybrids containing quinoline moieties **4**, **5** or pyridine moieties **8**, are synthesized from the corresponding oxime **1** and the propargyl derivatives **2**, **3** or the corresponding pyridine-aldoxime **7** and the propargyl coumarin derivatives **6**, respectively, in the presence of phenyliodine diacetate (PIDA). The prepared new compounds were tested as soybean lipoxygenase and lipid peroxidation inhibitors.



Scheme 1. Synthesis of Coumarin-Isoxazole-Pyridine hybrids

References

- Douka, M., Hatzipavlou-Litina, D. & Litinas, K., Coumarin-Triazole-Pyridine Hybrids with biological interest, 19th Hellenic Symposium on Medicinal Chemistry, 9-11 March 2023, Patra, Greece.
- Hatzipavlou-Litina, D., Litinas, K., Balalas, T. & Peperidou, C. (2015). Phenyliodine(III) Bis(trifluoroacetate) Mediated Synthesis of 6-Piperidinylpurine Homo-*N*-nucleosides Modified with Isoxazolines or Isoxazoles. *Synthesis*, 48(02), 281-292. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1560704>.
- Kallitsakis, M. G., Carotti, A., Catto, M., Peperidou, A., Hadjipavlou-Litina, D. J., & Litinas, K. E. (2017). Synthesis and Biological Evaluation of Novel Hybrid Molecules Containing Purine, Coumarin and Isoxazoline or Isoxazole Moieties. *The Open Medicinal Chemistry Journal*, 11(1), 196–211. <https://doi.org/10.2174/1874104501711010196>
- Pang, G. X., Niu, C., Mamat, N., & Aisa, H. A. (2017). Synthesis and *in vitro* biological evaluation of novel coumarin derivatives containing isoxazole moieties on melanin synthesis in B16 cells and inhibition on bacteria. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, 27(12), 2674–2677. <https://doi.org/10.1016/j.bmcl.2017.04.039>
- Sambasiva Rao, P., Kurumurthy, C., Veeraswamy, B., Poornachandra, Y., Ganesh Kumar, C., & Narsaiah, B. (2014). Synthesis of novel 5-(3-alkylquinolin-2-yl)-3-aryl isoxazole derivatives and their cytotoxic activity. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, 24(5), 1349–1351. <https://doi.org/10.1016/j.bmcl.2014.01.038>
- Shi, W., Hu, J., Bao, N., Li, D., & Chen, L. (2017). Design, synthesis and cytotoxic activities of scopoletin-isoxazole and scopoletin-pyrazole hybrids. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, 27(2), 147–151. <https://doi.org/10.1016/j.bmcl.2016.11.089>
- Waheed, M., Ahmed, N., Alsharif, M. A., Mohammed Issa Alahmadi, & Mukhtar, S. (2019). PhI(OAc)₂-Mediated One-Pot Synthesis and their Antibacterial Activity of Flavone and Coumarin Based Isoxazoles Under Mild Reaction Conditions. *ChemistrySelect*, 4(6), 1872–1878. <https://doi.org/10.1002/slct.201803927>

Συνθετικές προσεγγίσεις υποκατεστημένων 1,4-διϋδροπυριδινών παρουσία καταλυτών χαλκού

Α. Φ. Δόλλα και Ι. Ν. Λυκάκης

Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 54124,
e-mail: argydoll@chem.auth.gr, lykakis@chem.auth.gr.

Στα πλαίσια της βιβλιογραφικής αυτής μελέτης, αναλύεται η σύνθεση των υποκατεστημένων 1,4-διϋδροπυριδινών με καταλύτες χαλκού. Σκοπό αποτέλεσε η συγκέντρωση, κατηγοριοποίηση και ανάλυση των συνθετικών μεθοδολογιών, οι οποίες φέρουν ως καταλύτη ενώσεις του χαλκού.

Οι 1,4-διϋδροπυριδίνες είναι ενώσεις με σπουδαίες βιολογικές ιδιότητες οι οποίες χρησιμοποιούνται ευρέως στην φαρμακευτική χημεία (Ninan et al., 2022). Η κύρια συνθετική μεθοδολογία όσον αφορά τις 1,4-διϋδροπυριδίνες είναι η σύνθεση Hantzsch (Stout, 1982), στην οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν αμίνες και δικαρβονυλικές ενώσεις ως αρχικές ενώσεις παρουσία διαφόρων ενώσεων του χαλκού ως καταλύτες. Στην συνθετική προσέγγιση της κατηγορίας αυτής αναφέρονται ακόμη και αντιδράσεις κυκλοπροσθήκης/σύζευξης αλλά και αντιδράσεις πυρηνόφιλης προσθήκης σε ιμινιακά. Ταυτόχρονα, αναφέρονται και κάποιες μεμονωμένες συνθετικές προσεγγίσεις καταλυόμενες από χαλκό (Kallitsakis et al., 2017; Dolla et al., 2024).

Βιβλιογραφία

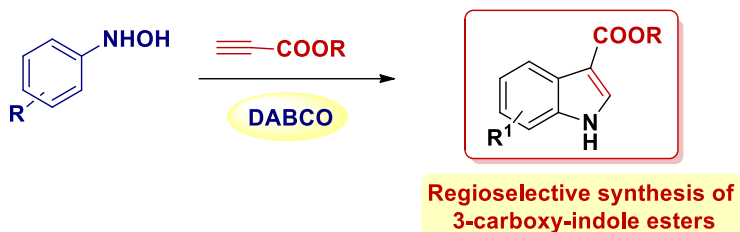
- Dolla A., Andreou D., Essenfeld E., Farhi J., Lykakis I. N. & Kostakis G. E., Catalysis for a Sustainable Environment, *Wiley*, 22, 2, 461-479.
- Kallitsakis M., Loukopoulos E., Abdul-Sada A., Tizzard G. J., Coles S. J., Kostakis G. E. & Lykakis I. N. (2017). A Copper-Benzotriazole-Based Coordination Polymer Catalyzes the Efficient One-Pot Synthesis of (N'-Substituted)-hydrazo-4-aryl-1,4-dihydropyridines from Azines. *Adv. Synth. Catal.* 2017, 359(1), 138-145. <https://doi.org/10.1002/adsc.201601072>.
- Ninan A. R., Babbar R., Dhiman S., Singh T. G., Kaur K. & Dhiwan V. (2022). A systematic review on 1, 4-dihydropyridines and its analogues: An elite scaffold. *Biointerface Res. Appl. Chem.*, 12(3), 3117–3134. <https://doi.org/10.33263/BRIAC123.31173134>.
- Stout D. M. & Meyers A. I. (1982). Recent Advances in the Chemistry of Dihydropyridines. *Chem Rev.*, 82(2), 223-243. <https://doi.org/10.1021/cr00048a004>.

Συνθετική μετατροπή *N*-Αρυλο-υδροξυλαμινών σε 3-καρβοξυ-1*H*-ινδολικούς εστέρες

Κ. Νικόπουλος¹, Μ. Γ. Καλλιτσάκης¹, Ι. Λυκάκης¹

¹Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, Πανεπιστημιούπολη, GR-54124
email: kyrdimnik@chem.auth.gr, lykakis@chem.auth.gr

Τα ινδόλια αποτελούν μία από τις σημαντικότερες τάξεις ενώσεων καθώς εμφανίζονται σαν δομικές μονάδες σε πληθώρα φυσικών προϊόντων και μορίων που παρουσιάζουν σημαντική βιολογική δραστηριότητα. Οι κυριότερες μέθοδοι παρασκευής ινδολίων περιλαμβάνουν καταλυτικές αντιδράσεις σύζευξης προς το σχηματισμό δεσμού C-C μέσω ενεργοποίησης του δεσμού C-H. Η παρούσα εργασία στοχεύει στην τοποεκλεκτική σύνθεση πολύ-υποκατεστημένων 3-καρβοξυ-1*H*-ινδολικών εστέρων μέσω αντίδρασης *N*-αρυλοϋδροξυλαμινών με ενεργοποιημένα αλκυνικά παράγωγα σε ένα στάδιο. Η σύνθεση των ινδολίων προωθείται με χρήση μικρής γραμμομοριακής ποσότητας βάσης DABCO σε ήπιες συνθήκες αντίδρασης. Με χρήση της προτεινόμενης μεθοδολογίας επιτεύχθηκε η σύνθεση μιας βιβλιοθήκης πολύ-υποκατεστημένων ινδολίων σε καλές αποδόσεις μέσω 3,3-σιγματροπικής μετάθεσης.



Εικόνα 1. Σύνθεση 3-καρβοξυ-ινδολικών εστέρων από *N*-αρυλο-υδροξυλαμίνες.

ΦΥΣΙΚΗ – ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ – ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ

Νανοσωλήνες TiO₂ Τροποποιημένοι με IrO₂ ως Άνοδοι Για Την Αντίδραση Έκλυσης Οξυγόνου

A. Τούνη¹, E. Μητρούση¹, A. Μπάντη¹, E. Παυλίδου², A. Χατζητάκης³, Σ. Σωτηρόπουλος¹

¹ Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα 54124

² Τμήμα Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα 54124

³ Τμήμα Χημείας, Πανεπιστήμιο του Όσλο, Όσλο, Νορβηγία 0318

e-mail: mitrouse@chem.auth.gr

Τα ηλεκτρόδια με υπόστρωμα Ti βρίσκουν εφαρμογές σε πολλές βιομηχανικές διεργασίες, κυρίως ως DSAs και GDLEs. Όταν η αντίδραση που λαμβάνει χώρα στην άνοδο είναι αυτή της έκλυσης οξυγόνου (OER), το IrO₂ είναι ο προτιμώμενος καταλύτης (ειδικά υπό όξινες συνθήκες). Η ελαχιστοποίηση της φόρτισης του καταλύτη σε Ir είναι ζωτικής σημασίας, λόγω της σπανιότητας και της υψηλής τιμής του. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την παρασκευή πολύ λεπτών συνεχών υμενίων ή σωματιδίων IrO₂ υψηλής διασποράς πάνω στο υπόστρωμα Ti. Στην τελευταία περίπτωση, για να εξασφαλιστεί η σταθερότητα του ηλεκτροδίου σε υψηλά ανοδικά δυναμικά ή/και διαβρωτικές συνθήκες, υπάρχει ανάγκη για παρουσία προστατευτικών οξειδίων Ti σε ακάλυπτες περιοχές (π.χ. με θερμική ανόπτηση - η οποία ωστόσο μπορεί να προκαλέσει συσσωμάτωση σωματιδίων) ή χρήση του ίδιου του TiO₂ ως υπόστρωμα.

Οι νανοσωλήνες διοξειδίου του τιτανίου (TNTs) είναι ιδανικοί υποψήφιοι, αφού προσφέρουν μεγάλη επιφάνεια (για διασπορά IrO₂) και ανοιχτή δομή (για την απομάκρυνση των εκλυόμενων φυσαλίδων O₂). Ωστόσο, οι TNTs δε διαθέτουν επαρκή ηλεκτρονική αγωγιμότητα και θα πρέπει είτε να αποτεθεί σημαντική ποσότητα από τον αγωγίμο ηλεκτροκαταλύτη, είτε να καταστούν αγωγά. Σε αυτή την εργασία χρησιμοποιήσαμε απλούς TNTs αλλά και νανοσωλήνες μέλανος διοξειδίου του τιτανίου (bTNTs), παρασκευασμένα με αντίδραση στερεάς κατάστασης με CaH₂ στους 500^οC για 2 ώρες, που φέρουν μεταλλική αγωγιμότητα. Το Ir έχει αποτεθεί με γαλβανική αντικατάσταση (Papaderakis et al., 2017) ηλεκτροαποτεθέντος Ni (30-36 mC cm⁻²) από χλωρο-σύμπλοκα Ir (IV), ακολουθούμενο από ηλεκτροχημική ανοδίωση του Ir προς IrO₂. Πραγματοποιώντας την προετοιμασία των TNTs (ανοδίωση στα 60 V σε αιθυλενογλυκόλη+NH₄F) είτε σε δύο (Touni et al., 2021) ή σε ένα βήματα, προκύπτουν νανοσωλήνες κλειστής ή ανοιχτής δομής, αντίστοιχα. Μεγαλύτερα από 300 nm συσσωματώματα Ir, που καλύπτουν μέρη της επιφάνειας, ελήφθησαν στην πρώτη περίπτωση, ενώ νανοσωματίδια μικρότερα από 200 nm, μερικά και μέσα στους πόρους, μπορούν να φανούν στη δεύτερη περίπτωση.

Η ηλεκτροκαταλυτική ενεργότητα του IrO₂ που υποστηρίζεται σε bTNTs ανοιχτής δομής ως προς την OER είναι ανώτερη από αυτή των άλλων δύο δειγμάτων και η απόδοσή του ($\eta=240$ mV στα 10 mA cm⁻², 70 mA cm⁻² και 200 mA mg_{Ir}⁻¹ σε $\eta=300$ mV) είναι συγκρίσιμη ή καλύτερη σε σχέση με παρόμοια ηλεκτρόδια που αναφέρονται στη βιβλιογραφία (Touni et al., 2019).

Βιβλιογραφικές αναφορές

- Papaderakis, A., Mintsouli, I., Georgieva, J., & Sotiropoulos, S. (2017). Electrocatalysts Prepared by Galvanic Replacement. *Catalysts*, 7(12), 80. <https://doi.org/10.3390/catal7030080>
- Touni, A., Papaderakis, A., Karfaridis, D., Banti, A., Mintsouli, I., Lambropoulou, D., & Sotiropoulos, S. (2019). Oxygen evolution at IrO₂-modified Ti anodes prepared by a simple galvanic deposition method. *Journal of Electroanalytical Chemistry*, 855, 113485. <https://doi.org/10.1016/j.jelechem.2019.113485>
- Touni, A., Liu, X., Kang, X., Carvalho, P. A., Diplas, S., Both, K. G., Sotiropoulos, S., & Chatzidakis, A. (2021). Galvanic Deposition of Pt Nanoparticles on Black TiO₂ Nanotubes for Hydrogen Evolving Cathodes. *ChemSusChem*, 14(22), 4993–5003. <https://doi.org/10.1002/cssc.202101559>

Ανάπτυξη ηλεκτροκαταλυτών ιριδίου εναποτιθέμενου σε τροποποιημένους φορείς οξειδίου του τιτανίου για την αντίδραση έκλυσης του οξυγόνου

N. Βασιλείου¹, N. Στρατάκη², Σ. Μπαλωμένου², Δ. Τσιπλακίδης^{1,2}

¹Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 54124

²ΙΔΕΠ, ΕΚΕΤΑ, Θεσσαλονίκη, 57001

email: nvasil@chem.auth.gr

Στις μέρες μας, το υδρογόνο θεωρείται ως το «καύσιμο του μέλλοντος», καθώς είναι φιλικό προς το περιβάλλον και εμπεριέχει υψηλό ενεργειακό περιεχόμενο (Choubey et al., 2020). Η ηλεκτρόλυση του νερού με χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι μια από τις πιο σημαντικές και φιλικές προς το περιβάλλον μεθόδους για την παραγωγή υδρογόνου, χρησιμοποιώντας νερό ως αντιδρών (Shiva Kumar et al., 2019). Η ηλεκτρόλυση νερού σε διατάξεις τύπου πολυμερικής μεμβράνης (PEM) βρίσκεται στο επίκεντρο της ερευνητικής δραστηριότητας, λόγω των πλεονεκτημάτων που διαθέτουν, όπως η υψηλή πυκνότητα ενέργειας, η υψηλή καθαρότητα του παραγόμενου H₂, η δυνατότητα λειτουργίας σε υψηλή πίεση κ.ά..

Για την επίτευξη υψηλών αποδόσεων χρησιμοποιούνται ως ηλεκτροκαταλύτες πολύτιμα μέταλλα, όπως το ιρίδιο (Ir) και ο λευκόχρυσος (Pt), τα οποία αυξάνουν σημαντικά το κόστος της διάταξης. Προκειμένου να μειωθεί το κόστος, η έρευνα εστιάζεται είτε στην ανακάλυψη νέων καταλυτών που δεν περιέχουν ευγενή μέταλλα, είτε στη ελάττωση της ποσότητας των πολύτιμων μετάλλων (Zhang et al., 2022) μέσω δημιουργίας κατάλληλων διμεταλλικών δομών ή τη χρήση κατάλληλων υποστρωμάτων. Η παρούσα εργασία είχε ως στόχο την παρασκευή και τη μελέτη ηλεκτροκαταλυτών Ir εναποτιθέμενου σε τροποποιημένους φορείς υποξειδίου του τιτανίου για την αντίδραση έκλυσης του οξυγόνου (oxygen evolution reaction, OER).

Για τη σύνθεση των υποστρωμάτων χρησιμοποιήθηκε μια μη υδατική sol-gel μέθοδος (English et al., 2021), μέσω της οποίας προέκυψαν υποστρώματα της μορφής Ti_nO_{2n-1}. Τα υποστρώματα αυτά, γνωστά και ως υλικά Magnéli, χαρακτηρίζονται από υψηλή ηλεκτρική αγωγιμότητα και σταθερότητα υπό έντονες οξειδωτικές συνθήκες. Η εναπόθεση του Ir πραγματοποιήθηκε μέσω αναγωγικής μεθόδου (Wang et al., 2016) με NaBH₄ ως αναγωγικό μέσο, σε θερμοκρασία δωματίου. Για όλους τους καταλύτες η φόρτιση ήταν 30 κ.β. % σε Ir. Για τους παρασκευαζόμενους καταλύτες πραγματοποιήθηκε φυσικοχημικός και ηλεκτροχημικός χαρακτηρισμός.

Τα αποτελέσματα του φυσικοχημικού χαρακτηρισμού επιβεβαίωσαν το σχηματισμό των υποξειδίων Ti_nO_{2n-1}, εντούτοις τα δείγματα χαρακτηρίστηκαν από χαμηλή ειδική επιφάνεια και ανομοιογένεια της επιφάνειάς τους. Ο ηλεκτροχημικός χαρακτηρισμός επιβεβαίωσε την σταθερότητα των υποστρωμάτων, ενώ για τους ηλεκτροκαταλύτες, τα αποτελέσματα ήταν ενθαρρυντικά, καθώς όλοι οι ηλεκτροκαταλύτες εμφάνισαν υψηλότερη ηλεκτροχημική ενεργότητα για την OER ανά μονάδα μάζας ευγενούς μετάλλου (mass activity) σε σχέση με το εμπορικό IrO₂.

Αναφορές

- Choubey G., Yuvarajan D., Huang W., Yan L., Badazadeh H. & Pandey K. M. (2020). Hydrogen Fuel in Scramjet Engines - A Brief Review. *International Journal of Hydrogen Energy*, 45(33), 16799–16815. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.04.086>.
- English, J.T. & Wilkinson, D.P. (2021). The Thermal-Oxidation Behavior of Pristine and Doped Magnéli Phase Titanium Oxides. *ECS Journal of Solid State Science and Technology*, 10(3), 034004. DOI: 10.1149/2162-8777/abe8f0.
- Shiva Kumar, S. & Himabindu, V. (2019). Hydrogen Production by PEM Water Electrolysis – A Review. *Materials Science for Energy Technologies*, 2(3), 442–54. <https://doi.org/10.1016/j.mset.2019.03.002>.
- Wang L., Lettemeier P., Golla-Schindler U., Gazdzicki P., Cañas N. A., Morawietz T., Hiesgen R., Hosseiny S. S., Gago A. S. & Friedrich K. A. (2016). Nanostructured Ir-Supported on Ti₄O₇ as a Cost-Effective Anode for Proton Exchange Membrane (PEM) Electrolyzers. *Physical Chemistry Chemical Physics*, 18(6), 4487–95. <https://doi.org/10.1039/C5CP05296C>.
- Zhang K., Liang X., Wang L., Sun K., Wang Y., Xie Z., Wu Q., Bai X., Hamdy M. S., Chen H. & Zou X. (2022). Status and Perspectives of Key Materials for PEM Electrolyzer. *Nano Research Energy*, 1, 9120032. <https://doi.org/10.26599/NRE.2022.9120032>

Επιστρώσεις IrO_x-Pt και IrO_x-RuO_x σε Υποστρώματα Ti ως Άνοδοι για την Αντίδραση Έκλυσης Οξυγόνου

Α. Τούνη, I. Κιουρτσή, Ε. Μητρούση, Σ. Σωτηρόπουλος
Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 54124
e-mail: kiourtsii@chem.auth.gr

Οι απαιτήσεις για την ελάχιστη δυνατή χρήση καταλύτη IrO₂ (λόγω του υψηλού κόστους του) και των ενιαίων υμενίων καταλύτη πάνω στα υποστρώματα Ti (με σκοπό την προστασία τους από τη διαλυτοποίηση) για την παρασκευή DSAs για την έκλυση οξυγόνου, μπορούν να ικανοποιηθούν με τις μεθόδους γαλβανικής απόθεσης και αντικατάστασης (Papaderakis et al., 2017). Η πρώτη μέθοδος βασίζεται στην αυθόρμητη απόθεση ενός ευγενούς μετάλλου (π.χ. Pt, Ir, Ru) από τα ιοντικά του διαλύματα σε ένα μέταλλο που έχει υποστεί χημική απόξυση και επομένως είναι ικανό να οξειδωθεί (π.χ. Ti). Στη δεύτερη μέθοδο, η αυθόρμητη διαλυτοποίηση μιας θυσιαζόμενης στοιβάδας ενός λιγότερο ευγενούς μετάλλου (π.χ. Ni, Cu κλπ.) οδηγεί την απόθεση του ευγενούς μετάλλου. Ωστόσο, τα ηλεκτρόδια IrO₂/Ti που παρασκευάστηκαν με την απλή μέθοδο γαλβανικής απόθεσης αποτελούνταν από αραιά επιφανειακά συσσωματώματα IrO₂ (Touni et al., 2019) και επομένως είναι απίθανο να επιβιώσουν σε υψηλά ανοδικά δυναμικά και έντονα διαβρωτικές συνθήκες.

Για την παρασκευή επιστρώσεων IrO₂ υψηλής κάλυψης (που είναι ταυτόχρονα ελάχιστου πάχους) ακολουθήθηκαν δύο προσεγγίσεις. Η πρώτη κάνει χρήση της ταχείας κινητικής της απόθεσης Pt σε Ti που έχει υποστεί χημική απόξυση (Touni et al., 2022) και έτσι παράγει επιστρώσεις Ir-Pt από μικτά διαλύματα συμπλόκων Ir(IV) και Pt(IV). Συγκεκριμένα, από διάλυμα συγκέντρωσης Ir:Pt με αναλογία 10:1 (2 mM Ir(IV)+0.2 mM Pt(IV)) προέκυψε επίστρωμα Ir-Pt με αναλογία ατομικής επιφάνειας Ir:Pt 65:35%, όπως προσδιορίζεται από τα αποτελέσματα φασματοσκοπίας φωτοηλεκτρονίων X (XPS).

Η δεύτερη προσέγγιση βασίζεται στην αρχική ηλεκτροαπόθεση ενός συνεχούς στρώματος Ni και στην αντικατάσταση της επιφάνειάς του από Ir ή από Ir-Ru. Ειδικότερα, πραγματοποιήθηκε ηλεκτροαπόθεση Ni (1 C cm⁻²), το οποίο έχει αντικατασταθεί επιφανειακά από Ir κατά την επαφή του με ένα διάλυμα χλωρο-συμπλόκων Ir(IV), με αποτέλεσμα μια αναλογία ατομικής επιφάνειας Ir:Ni 64:36%. Τέλος, πραγματοποιήθηκε απόθεση Ir-Ru (67:33% Ir:Ru), που παρασκευάστηκε με γαλβανική αντικατάσταση του Ni από ένα διάλυμα συμπλόκων αναλογίας 0.5 Ir:Ru.

Τα ηλεκτρόδια που παρασκευάστηκαν μελετήθηκαν ως προς την ενεργότητά τους για την αντίδραση έκλυσης οξυγόνου και πραγματοποιήθηκαν πειράματα ελέγχου της σταθερότητας ως προς την OER. Το θερμικά ανοπτημένο ηλεκτρόδιο (IrO_x-Pt)-/Ti (που προετοιμάστηκε με σκοπό να αυξήσει την αναπαραγωγικότητα της μακροπρόθεσμης σταθερότητας) παρουσιάζει παρόμοια συμπεριφορά με το πρόδρομό του. Τα ηλεκτρόδια (IrO_x-RuO_x)-Ni/Ti όχι μόνο δείχνουν υψηλή ενεργότητα αλλά και εξαιρετική σταθερότητα. (Παρατηρείται επίσης η κατάρρευση του ηλεκτροδίου RuO_x-Ni/Ti μετά από μόλις 6 λεπτά.).

Βιβλιογραφικές αναφορές

- Papaderakis, A., Mintsouli, I., Georgieva, J., & Sotiropoulos, S. (2017). Electrocatalysts Prepared by Galvanic Replacement. *Catalysts*, 7(12), 80. <https://doi.org/10.3390/catal7030080>
- Touni, A., Papaderakis, A., Karfaridis, D., Banti, A., Mintsouli, I., Lambropoulou, D., & Sotiropoulos, S. (2019). Oxygen evolution at IrO₂-modified Ti anodes prepared by a simple galvanic deposition method. *Journal of Electroanalytical Chemistry*, 855, 113485. <https://doi.org/10.1016/j.jelechem.2019.113485>
- Touni, A., Liu, X., Kang, X., Papoulia, C., Pavlidou, E., Lambropoulou, D., Tsampas, M. N., Chatzitakis, A., & Sotiropoulos, S. (2022). Methanol Oxidation at Platinum Coated Black Titania Nanotubes and Titanium Felt Electrodes. *Molecules*, 27(19), 6382. <https://doi.org/10.3390/molecules27196382>

Επίδραση της υποκατάστασης, με V ή Ti, στην B θέση χρωμίτη $\text{La}_{0.75}\text{Sr}_{0.25}\text{Cr}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{O}_{3-\delta}$, στην αγωγιμότητα και την ηλεκτροχημική απόδοση ως ηλεκτρόδιο καυσίμου σε κελιά ηλεκτρόλυσης στερεού οξειδίου

Α. Κωνσταντινίδου^{1,2}, Ν. Μπιμπίρη², Κ.Μ. Παπαζήση², Σ. Μπαλωμένου², Δ. Τσιπλακίδης^{1,2}

¹Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 54124

²Ινστιτούτο Χημικών Διεργασιών & Ενεργειακών Πόρων (ΙΔΕΠ), ΕΚΕΤΑ, Θεσσαλονίκη, 57001

email: akonstantinidou@certh.gr

Η παγκόσμια τάση προς αντικατάσταση των συμβατικών πηγών ενέργειας και υιοθέτηση νέων, περιβαλλοντικά φιλικών τεχνολογιών οδήγησε στη συστηματική αναζήτηση καινοτόμων λύσεων με την τεχνολογία κελιών τύπου στερεού οξειδίου (Solid Oxide Cells, SOC) να αποτελεί μία από τις προτεινόμενες και ιδιαίτερα υποσχόμενες επιλογές. Τα συμβατικά ηλεκτρόδια καυσίμου που χρησιμοποιούνται στις διατάξεις SOC είναι κεραμομεταλλικά μείγματα νικελίου (Ni-YSZ, Ni-GDC), τα οποία ωστόσο παρουσιάζουν σημαντικά προβλήματα, όπως η εναπόθεση άνθρακα και η υποβάθμιση της λειτουργίας τους λόγω επανοξειδωσης του Ni. Για το λόγο αυτό, αναπτύχθηκαν νέα υλικά δομής περοβσκίτη (ABO_3), απουσία ελεύθερου μεταλλικού νικελίου, όπως οι χρωμίτες λανθανίου (LaCrO_3), τα οποία μέσω στοχευμένης υποκατάστασης στην A και B θέση αποκτούν μικτή ιοντική και ηλεκτρονική αγωγιμότητα. Συγκεκριμένα, η εισαγωγή κατιόντων χαμηλότερου σθένους στη B θέση του πλέγματος του περοβσκίτη οδηγεί στη δημιουργία κενών θέσεων οξυγόνου, προκειμένου να διατηρηθεί η ηλεκτρονική ουδετερότητα του κρυστάλλου. Παράλληλα, τα οξειδοαναγωγικά ζεύγη των μετάλλων υποκαταστατών που προκύπτουν, ενισχύουν την ηλεκτρονική αγωγιμότητα ή/και την ηλεκτροκαταλυτική ενεργότητα, με αποτέλεσμα το υλικό να παρουσιάζει αυξημένη ηλεκτροχημική απόδοση (Zuev et al., 2002). Στην παρούσα εργασία μελετάται η επίδραση της διπλής υποκατάστασης με τιτάριο (Ti) ή βανάδιο (V) σε ποσοστό της τάξεως του 5% στη B θέση του χρωμίτη λανθανίου στροντίου, όπου το Cr έχει ήδη υποκατασταθεί με σίδηρο σε ποσοστό 10% ($\text{La}_{0.75}\text{Sr}_{0.25}\text{Cr}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{O}_{3-\delta}$). Τα υλικά που προκύπτουν είναι $\text{La}_{0.75}\text{Sr}_{0.25}\text{Cr}_{0.9}\text{Fe}_{0.05}\text{Ti}_{0.05}\text{O}_{3-\delta}$ και $\text{La}_{0.75}\text{Sr}_{0.25}\text{Cr}_{0.9}\text{Fe}_{0.05}\text{V}_{0.05}\text{O}_{3-\delta}$ αντίστοιχα, και η μελέτη αφορά στον πειραματικό προσδιορισμό της αγωγιμότητας και της ηλεκτροχημικής απόδοσής τους σε ένα εύρος οξειδωτικών και αναγωγικών συνθηκών. Από τα υλικά που συντέθηκαν (Παπαζήση et al., 2017), αναπτύχθηκαν δοκίμια στα οποία προσδιορίστηκε η αγωγιμότητα σύμφωνα με τη μέθοδο 4 σημείων, Van der Pauw, σε διαφορετικές συνθήκες αέριας τροφοδοσίας και θερμοκρασίας. Στη συνέχεια, τα υλικά αυτά εναποτέθηκαν ως ηλεκτρόδια καυσίμου σε υποστρώματα στερεού ηλεκτρολύτη τύπου 8YSZ, και χαρακτηρίστηκαν ως προς την ηλεκτροχημική τους απόδοση σε συνθήκες ηλεκτρόλυσης ατμού. Από το σύνολο των χαρακτηρισμών που πραγματοποιήθηκαν επιβεβαιώθηκε ότι η εισαγωγή V στην B θέση του χρωμίτη υποκατεστημένου με σίδηρο είχε θετική επίδραση στην αγωγιμότητα και βελτιωμένη ηλεκτροχημική απόδοση του ηλεκτροδίου. Αντιθέτως, η υποκατάσταση με Ti είχε αρνητικές επιπτώσεις στην αγωγιμότητα του υλικού, η οποία συνδέεται άμεσα με την υποβαθμισμένη ηλεκτροχημική απόδοσή του.

Αναφορές

- Zuev, A., Singheiser, L. & Hilpert, K. (2002). Defect structure and isothermal expansion of A-site and B-site substituted lanthanum chromites. *Solid State Ionics*, 147, 1-11. [https://doi.org/10.1016/S0167-2738\(02\)00010-3](https://doi.org/10.1016/S0167-2738(02)00010-3).
- Παπαζήση, Κ. Μ., Μπαλωμένου, Σ. & Τσιπλακίδης, Δ. (2017). High Temperature Co-electrolysis of CO_2 and Water on Doped Lanthanum Chromites. *ECS Transactions*, 78(1), 3197-3204. <https://doi.org/10.1149/07801.3197ecst>.

Μέθοδοι ολικής βελτιστοποίησης με εφαρμογές στη χημεία: Βελτιστοποίηση σμήνους σωματιδίων και γενετικοί αλγόριθμοι

Α. Γούναρη¹, Χ. Γαρουφαλής², Ε. Ν. Κουκάρας¹

¹Εργαστήριο Κβαντικής και Υπολογιστικής Χημείας, Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 54124

²Τμήμα Επιστήμης των Υλικών, Πανεπιστήμιο Πατρών, Ρίο, Πάτρα, 26504
e-mail: koukarase@chem.auth.gr

Καθώς διευρύνονται τα όρια και οι δυνατότητες της υπολογιστικής χημείας καλούμαστε να ακολουθήσουμε την τάση που προστάζουν οι επιστημονικές εξελίξεις. Οι αλγόριθμοι αποτελούν μέρος της ερευνητικής διαδικασίας πολλές δεκαετίες τώρα και ο κλάδος της Χημείας έχει επωφεληθεί σημαντικά από την αξιοποίησή τους. Οι μέθοδοι ολικής βελτιστοποίησης βρίσκουν εφαρμογές σε πλήθος επιστημονικών κλάδων, ο καθένας με τις ιδιαιτερότητές τους, και εστιάζουν στον εντοπισμό βέλτιστων λύσεων για επιθυμητές ποσότητες και υπό συγκεκριμένους δεσμούς. Ειδικότερα στη θεωρητική χημεία και επιστήμη υλικών ένα δύσκολο πρόβλημα που απαντάται συχνά είναι ο εντοπισμός ενεργειακά χαμηλών μοριακών διαμορφώσεων για υλικά δεδομένης στοιχειομετρίας. Οι μέθοδοι ολικής βελτιστοποίησης καλούνται να δώσουν λύση στο πρόβλημα, με τους βαθμούς επιτυχίας και αδυναμίες της κάθε μιας να ποικίλουν.

Σε αυτήν την εργασία αναπτύξαμε δύο από τους πιο γνωστούς και ευρέως διαδεδομένους εξελικτικούς αλγόριθμους: Τον αλγόριθμο *Βελτιστοποίησης Σμήνους Σωματιδίων* (Particle Swarm Optimization, PSO) (Kennedy et al., 1995), έναν αλγόριθμο βασισμένο μέσω παραλληλισμού στην έννοια της λειτουργίας ενός σμήνους πτηνών για την εύρεση της βέλτιστης λύσης, και *Γενετικό Αλγόριθμο* (Genetic Algorithm, GA) (Holland, 1992), που βασίζεται μέσω παραλληλισμού στην δαρβινική θεωρία της εξέλιξης ενός είδους σύμφωνα με την οποία επιβιώνει ο καταλληλότερος υπό δοσμένες συνθήκες. Η εφαρμογή έγινε σε επιλεγμένα μικρά συμπλέγματα C_n ($n = 6-10$), Si_nC_m ($n + m = 6-10$) και $(ZnO)_n$ ($n=6-10$). Τα παραπάνω συστήματα επιλέχθηκαν καθώς παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον εδώ και μερικές δεκαετίες λόγω των εφαρμογών τους σε διάφορα επιστημονικά πεδία.

Η μελέτη μας είναι συγκριτική μεταξύ των δύο αλγορίθμων και δείχνει πως τυχαία δημιουργούμενα μικρά συμπλέγματα μπορούν να μετασχηματιστούν στην βέλτιστη δυνατή δομή τόσο με PSO όσο και με GA. Οι κώδικες συνδυάστηκαν με την ημιεμπειρική μέθοδο GFN1-Xtb (Grimme et al., 2017) που χρησιμοποιήθηκε για υπολογισμούς απλού σημείου και οι τελικές δομές βελτιστοποιήθηκαν περαιτέρω με συμβατικούς (τοπικούς) αλγόριθμους βελτιστοποίησης και στα πλαίσια της θεωρίας συναρτησιακού ηλεκτρονιακής πυκνότητας (Density Functional Theory) με χρήση του λογισμικού ORCA (Nesse, 2012). Τα τελικά αποτελέσματα από τους υπολογισμούς για κάθε αλγόριθμο και ανά μοριακό είδος συγκεντρώθηκαν και παρουσιάζονται σε αυτή την εργασία.

Ευχαριστίες

Μέρος από τα αποτελέσματα έχουν παραχθεί αξιοποιώντας την Υπολογιστική Συστοιχία και τις παρεχόμενες υπηρεσίες υποστήριξης του Κέντρου Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης του Α.Π.Θ.

Βιβλιογραφία

- Kennedy, J. & Eberhart, R. (1995). Particle swarm optimization. *Proceedings of ICNN'95 - International Conference on Neural Networks*, Perth, WA, Australia, 4, 1942–1948.
- Holland, J. H. (1992). Genetic Algorithms. *Scientific American*, 267(1), 66–73. <http://www.jstor.org/stable/24939139>
- Grimme, St., Bannwarth, Ch. & Shushkov, Ph. (2017). A Robust and Accurate Tight-Binding Quantum Chemical Method for Structures, Vibrational Frequencies, and Noncovalent Interactions of Large Molecular Systems Parametrized for All spd-Block Elements ($Z = 1-86$). *Journal of Chemical Theory and Computation*, 13(5), 1989–2009. <https://doi.org/10.1021/acs.jctc.7b00118>.
- Neese, Fr. (2012). The ORCA program system. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Molecular Science.*, 2(1), 73–78. <https://doi.org/10.1002/wcms.81>.

Recurrence quantification analysis of potential oscillations associated with electrochemical active-passive events occurring during the localized corrosion of iron in halide-containing sulfuric acid solutions

A. Tiganouria, M. Pavlidou, D. Valavanis, D. Spanoudaki, Ch. Gkili, D. Sazou
Department of Chemistry, Aristotle University of Thessaloniki, Thessaloniki, 54124
email: alexandratiganouria@gmail.com

Halides (X^-) such as Cl^- , Br^- , I^- also called aggressive ions or activators of the passive state on iron and other metals, induce breakdown of the oxide and localized (pitting) corrosion (Strehblow, 1995). These processes destabilize the protective iron oxide film in sulfuric acid solutions resulting in a rhythmic transition of Fe between its passive and active states corresponding to low and high potential-states. In fact, these represent sustained potential oscillatory states of the $Fe|0.75\text{ M H}_2\text{SO}_4 + x\text{ M }X^-$ system that manifest themselves by potential oscillations (Pavlidou et al., 2015; Sazou, et al., 2011), under current-control. Our previous studies show that recurrence plots (RPs) and recurrence quantification analysis (RQA) allowed the distinction between different corrosion forms such as uniform or general corrosion and pitting corrosion as well as between different localized corrosion states such as early and late pitting corrosion stages characterized either by passive-active events or mass-transport controlled, respectively (Valavanis et al., 2018).

The goal of this study is the utilization of RPs and RQA to characterize the complex dynamics of the system $Fe|0.75\text{ M H}_2\text{SO}_4 + x\text{ M }X^-$ and distinct different corrosion states of Fe observed at relatively low (<30 mM) and high (>50 mM) concentration of Cl^- , Br^- . In the former case, Fe remains mostly on the passive state which becomes unstable by Cl^- and Br^- resulting in passive-active transitions with the active state to be reached for a very short time (Figure 1).

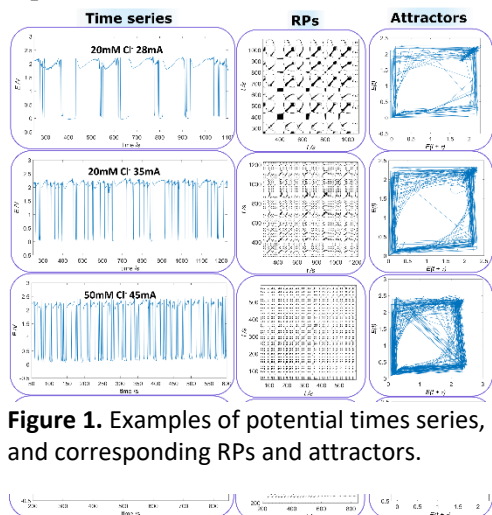


Figure 1. Examples of potential times series, and corresponding RPs and attractors.

On the contrary, in the latter case, the situation is reversed, and the active-passive transitions prevail with the iron to reach now the passive state within a very short time remaining mostly in the low-potential active state (Figure 1 at 70 mM Cl^-). The oscillatory behavior of the less aggressive ions I^- under current-controlled conditions differs as compared with that in the presence of Cl^- or Br^- . It includes a variety of processes, namely pitting corrosion, oxygen evolution reaction (OER) and deposition of I_2 .

Comparison between properly selected measures of the RQA estimated in the presence of different halides results in the characterization of the halide aggressiveness which is found to agree with characterizations using different conventional indicators (Strehblow, 1995).

References

- Pavlidou, M., Pagitsas, M., & Sazou, D. (2015). Potential oscillations induced by the local breakdown of passive iron in sulfuric acid media. An evaluation of the inhibiting effect of nitrates on iron corrosion. *Journal of Solid State Electrochemistry*, 19(11), 3207-3217. doi:10.1007/s10008-015-2812-0
- Sazou, D., Pavlidou, E., & Pagitsas, M. (2011). Potential oscillations induced by localized corrosion of the passivity on iron in halide-containing sulphuric acid media as a probe for a comparative study of the halide ion effect. *Journal of Electroanalytical Chemistry*, 675, 54-67. <https://doi.org/10.1016/j.jelechem.2012.04.012>.
- Strehblow, H.H. (1995). Mechanisms of pitting corrosion. In P. Marcus & J. Oudar (Eds.), *Corrosion Mechanisms in Theory and Practice* (pp. 201-237). NY: Marcel Dekker.
- Valavanis, D., Spanoudaki, D., Gkili, C., & Sazou, D. (2018). Using recurrence plots for the analysis of the nonlinear dynamical response of iron passivation-corrosion processes. *Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science*, 28(8), 085708. doi:10.1063/1.5025801

A comparative study of the electrochemical growth of polyaniline thin films on Ta, Nb, Ti and characterization of their capacitive properties

K. Deligiannakis, C. Gkili, K. Fourli, D. Sazou

Department of Chemistry, Aristotle University of Thessaloniki, Thessaloniki, 54124

email: konstantinosdel32@gmail.com

Conducting Polymers (CPs) have received considerable attention due to their potential applications stemming from their electrochemical activity, micro/nanostructured morphology, associated optical and other physicochemical properties. Among CPs, polyaniline (PANI) is widely studied due to its multiple oxidation states, electrical and optical activity, low cost, redox reversibility, environmental stability, ease of both chemical and electrochemical synthesis by which its nanostructure and other properties can readily be tailored on demand (Eftekhari, 2017; Wang, 2016). These unique features, partly inherited from its polymeric origin and partly aroused from its electronic conductivity, make PANI and its derivatives promising materials for practical applications such as in biomaterials, chemical and biochemical sensors, electrochemical systems for energy storage and conversion, electronic and optical devices, and anticorrosion technology. The electrodeposition of PANI onto different metal substrates ranging from noble (Pt, Au) to active materials (i.e., Fe, Cu, stainless steel) has been widely studied. A limited number of studies have been devoted to valve metals such as Ta, Nb and Ti where the electrodeposition of PANI shows significant differences due to the rapid formation of a high resistance oxide layer (Arsov, 1998; Kellenberger, 2013; Saltidou, 2017).

The aim of this study is to enhance existing knowledge on the electrochemical polymerization mechanism occurring on the oxide-covered Ta, Nb, and Ti, which leads to a bi-layer oxide-PANI|PANI film exhibiting one or two additional cathodic peaks as compared with PANI films developed on other substrates. The comparison of the electrochemical behavior of oxide-PANI|PANI films on the three valve metals in sulfuric acid solutions intend to provide answers to how these substrates, along with the electrochemical polymerization technique, influence the morphology and capacitive properties of the polymeric deposits. The donor density, N_D and the flat-band potential, E_{FB} of the anodically formed valve-metal oxides were first estimated using the Mott-Schottky analysis. It was found that Ta oxide exhibits the highest N_D compared to the oxides of Nb and Ti. When used as a substrate for PANI electrodeposition by cyclic voltammetry (CV), Ta leads to a higher polymerization rate and the formation of uniform PANI films that exhibit two additional cathodic peaks whereas Ti and Nb only one. This difference allows a clear correlation between E_{FB} and the cathodic peak potential to be established. Comparing the morphology of PANI films on the three substrates shows that structural features (mostly spherical micro- nanoparticles) are similar for Ta and Ti but differ for Nb. High density of spherical nanoparticles lead to nanorods in the latter case and hence to a more compact structure and lower specific capacitance evaluated using galvanostatic charge-discharge curves.

References

- Arsov, L. D. (1998). Electrochemical study of polyaniline deposited on a titanium surface. *Journal of Solid State Electrochemistry*, 2(4), 266-272. <https://doi.org/10.1007/s100080050099>.
- Eftekhari, A., Li, L., & Yang, Y. (2017). Polyaniline supercapacitors. *Journal of Power Sources*, 347, 86-107. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2017.02.054>.
- Kellenberger, A., Plesu, N., Tara-Lunga Mihali, M., & Vaszilcsin, N. (2013). Synthesis of polyaniline nanostructures by electrochemical deposition on niobium. *Polymer*, 54(13), 3166-3174. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.polymer.2013.04.031>.
- Saltidou, K., Pavlidou, E., & Sazou, D. (2017). The effect of ionic and electronic properties of titanium oxide on the electrochemical growth and redox behavior of polyaniline on titanium surfaces. *Journal of Solid State Electrochemistry*, 21, 2055-2069. <https://doi.org/10.1007/s10008-017-3583-6>.
- Wang, H., Lin, J., & Shen, Z. X. (2016). Polyaniline (PANi) based electrode materials for energy storage and conversion. *Journal of Science: Advanced Materials and Devices*, 1(3), 225-255. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jsamd.2016.08.001>.

Ηλεκτροχημική σύνθεση και χαρακτηρισμός νανοσύνθετων σουλφονικών παραγώγων πολυανιλίνης – Ni(OH)₂ σε ανοξειδωτο χάλυβα

Ε. Μαρουσιάδου, Δ. Παπαμιχαήλ, Κ. Μιχαήλ, Δ. Σαζού
Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 54124
email: eirma3@gmail.com

Η πολυανιλίνη (polyaniline, PANI) και τα παράγωγα της χρησιμοποιούνται σε πληθώρα εφαρμογών, όπως σε συστήματα αποθήκευσης ενέργειας, αισθητήρες, κατάλυση και αντιδιαβρωτική τεχνολογία (Deshpande et al., 2014). Αυτό οφείλεται στη σημαντική ηλεκτρονιακή αγωγιμότητα, το σχετικά χαμηλό κόστος και ευκολία σύνθεσης καθώς και στη σταθερότητα των υλικών αυτών. Βασικό μειονέκτημα της PANI είναι η δραστική μείωση της αγωγιμότητας, της ηλεκτροχημικής δραστικότητας και της κυκλικής σταθερότητας για pH>4, όπου η αγωγή μορφή του άλατος εμεραλδίνης (Emeraldine Salt, ES) μετατρέπεται στη μη αγωγή βάση εμεραλδίνης (Emeraldine Base, EB). Το μειονέκτημα αυτό μπορεί να αντιμετωπιστεί με παρουσία εσωτερικής, σταθερής πρόσμειξης (self-doped PANI) (Michael et al., 2015) σε συνδυασμό με την παρασκευή σύνθετων παραγώγων της που περιέχουν κατάλληλα ανόργανα υλικά (π.χ. οξείδια, υδροξείδια, μέταλλα, κατιόντα μετάλλων) (Zhou et al., 2015).

Αντικείμενο της έρευνας αυτής είναι η ηλεκτροχημική σύνθεση και ο χαρακτηρισμός μικρο- και νανοσύνθετων λεπτών υμενίων συμπολυμερούς ανιλίνης (ANI) και 1,4-αμινοβενζοσουλφονικό οξύ (sulfanilic acid, SA) με νανοσωματίδια Ni(OH)₂ σε ηλεκτρόδιο ανοξειδωτο χάλυβα (SS) AISI 304. Η ηλεκτροχημική σύνθεση των υβριδικών υμενίων διεξήχθη μέσω μεθόδου δύο βημάτων. Στο πρώτο βήμα, το υμένιο P(ANI-co-SA) σχηματίζονταν στο ηλεκτρόδιο SS με κυκλική βολταμμετρία από ένα μείγμα πολυμερισμού που περιείχε μόνο ANI και SA. Στο δεύτερο βήμα, το επικαλυμμένο με P(ANI-co-SA) ηλεκτρόδιο SS μεταφέρονταν σε διάλυμα Ni(NO₃)₂·6H₂O, όπου, υπό ποτενσιοστατικές συνθήκες, παρουσία Ni²⁺, η παραγωγή OH⁻ μέσω της ηλεκτροχημικής αναγωγής των NO₃⁻ οδηγούσε απευθείας στον σχηματισμό νανοσωματιδίων α-φάσης Ni(OH)₂. Ο σχηματισμός του υμενίου P(ANI-co-SA)-Ni(OH)₂ και η ταυτοποίηση της α-φάσης του Ni(OH)₂ διαπιστώνονταν κυκλοβολταμμετρικά καταγράφοντας την οξειδοαναγωγική απόκριση του υμενίου σε διάλυμα NaOH. Η ηλεκτροχημική του απόκριση περιλαμβάνει την αντιστρεπτή οξείδωση ενός ηλεκτρονίου του Ni(OH)₂ σε NiOOH.

Όπως διαπιστώθηκε σε προηγούμενη μελέτη μας, το υμένιο P(ANI-co-SA) οδηγούσε σε απόθεση πολλαπλάσιου φορτίου συγκριτικά με το απλό υμένιο PANI που αναπτύσσονταν σε συνθήκες ίδιου pH. Άλλη παράμετρος που αναμένεται να επηρεάζει την ποσότητα του Ni(OH)₂ που αποτίθεται και άλλες ιδιότητες των σύνθετων υμενίων P(ANI-co-SA)-Ni(OH)₂, οι οποίες τα καθιστούν κατάλληλα για εφαρμογή σε ενεργειακά συστήματα ή στην ηλεκτροκατάλυση, είναι ο χρόνος παραμονής του ηλεκτροδίου SS | P(ANI-co-SA) υπό ποτενσιοστατικές συνθήκες κατά το 2^ο βήμα. Στην παρούσα εργασία εξετάστηκε η επίδραση του χρόνου απόθεσης των σωματιδίων Ni(OH)₂ μέσα στο συμπολυμερές. Διαπιστώθηκε ότι αυξάνοντας τον χρόνο απόθεσης η ποσότητα του Ni(OH)₂ αυξάνεται, γεγονός όμως που οδηγεί σε συσσωμάτωση των σφαιρικών νανοσωματιδίων και την εμφάνιση σφαιριδίων μεγαλύτερου μεγέθους στις εικόνες ηλεκτρονικού μικροσκοπίου σάρωσης (Scanning Electron Microscopy, SEM). Η ειδική χωρητικότητα, C_s των ηλεκτροδίων SS | P(ANI-co-SA)-Ni(OH)₂ εκτιμήθηκε σε αλκαλικά μέσα βάσει γαλβανοστατικών καμπυλών φόρτισης-εκφόρτισης. Διαπιστώθηκε ότι αυξάνοντας τον χρόνο απόθεσης από 10 σε 20 min, οι τιμές C_s παραμένουν περίπου ίδιες ενώ σε 30 min το υμένιο αποσταθεροποιείται με συνέπεια την αποκόλληση του από το υπόστρωμα.

Αναφορές

- Deshpande, P. P., Jadhav, N. G., Gelling, V. J., & Sazou, D. (2014). Conducting polymers for corrosion protection: A review. *Journal of Coatings Technology and Research*, 11(4), 473–494. <https://doi.org/10.1007/s11998-014-9586-7>.
- Michael, K., Prochaska, C., & Sazou, D. (2015). Electrodeposition of self-doped copolymers of aniline with aminobenzenesulfonic acids on stainless steel. Morphological and electrochemical characterization. *Journal of Solid State Electrochemistry*, 19(10), 2917–2931. <https://doi.org/10.1007/s10008-015-2898-4>.
- Zhou, T., Qin, Y., Xu, J., Tao, Y., Lu, M., & Kong, Y. (2015). Zinc ions doped poly(aniline-co-m-aminophenol) for high-performance supercapacitor. *Synthetic Metals*, 199. <https://doi.org/10.1007/s10008-015-2898-4>.

Effect of reducing agents on phase transition behavior, optical and thermochromic properties of VO₂ for smart windows

E. Mantsiou^{1*}, E. Gagaoudakis¹, L. Zouridi^{1,2}, V. Binas^{1,3**}

¹Foundation of Research and Technology - Hellas, Institute of Electronic Structure & Laser (FORTH-IESL), Heraklion

²Department of Materials Science and Technology, University of Crete

³Department of Chemistry, Aristotle University of Thessaloniki
email: *el.mantsiou@iesl.forth.gr, **vbinas@chem.auth.gr

Thermochromic materials are known to modify their optical properties upon heating. Vanadium dioxide (VO₂) is by far the most studied thermochromic material, undertaking a first order Metal to Insulator Transition (MIT) at a critical transition temperature of T_C = 68 °C, close to room temperature. MIT is primarily a reversible and automatic crystal structure transition from the monoclinic phase (M), at temperature below T_C (Gagaoudakis et al., 2021), to the tetragonal rutile (R), at values above T_C. Along with the structural changes, electronic and optical properties change too, with VO₂ (M) being insulating and IR-transparent while VO₂ (R) is metallic and IR-reflective. Materials with such unique properties can be found in applications such as thermochromic coating on ‘smart’ windows, which by regulating their optical properties, the indoor temperature can be controlled and as a result, the consumption of indoor cooling/heating sources can be minimized (Gagaoudakis et al., 2018).

In this work, evaluation of different methods towards thermochromic coatings were carried out. In the first section, the effect of the reducing agent used on the hydrothermal synthesis and thermal annealing temperature of vanadium dioxide powders was investigated (Zouridi et al. 2022). Final thermochromic nanoparticles with optimum thermochromic performance was selected for the preparation of films to study their optical and thermochromic properties (Xygkis et. al, 2022). X-Ray Diffraction (XRD), Scanning Electron Microscopy (SEM), Differential Scanning Calorimetry (DSC) and Vis-IR Spectroscopy characterization techniques were employed to determine the structure, morphology and thermochromic performance of vanadium dioxide powders and films.

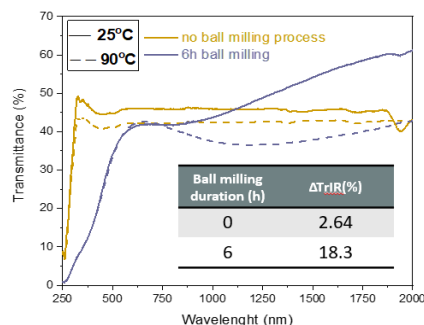


Figure 1. Transmittance spectra at 25°C and 90°C of thermochromic VO₂ films.

References

- Gagaoudakis, E., Aperathitis, E., Michail, G., Kiriakidis, G., & Binas, V. (2021). Sputtered VO₂ coatings on commercial glass substrates for smart glazing applications. *Solar Energy Materials and Solar Cells*, 220, 110845. <https://doi.org/10.1016/j.solmat.2020.110845>.
- Xygkis, M., Gagaoudakis, E., Zouridi, L., Markaki, O., Aperathitis, E., Chrissopoulou, K., Kiriakidis, G., & Binas, V. (2019). Thermochromic Behavior of VO₂/Polymer Nanocomposites for Energy Saving Coatings. *Coatings*, 9(3), 163. <https://doi.org/10.3390/coatings9030163>.
- Zouridi, L., Gagaoudakis, E., Mantsiou, E., Dragani, T., Maragaki, X., Aperathitis, E., Kiriakidis, G., & Binas, V. (2022). The effect of Additives on the Hydrothermal Synthesis and Thermochromic Performance of Monoclinic Vanadium Dioxide Powder. *Oxygen*, 2(4), 410-423. <https://doi.org/10.3390/oxygen2040028>.

Ανάπτυξη υβριδικών στερεών ηλεκτρολυτών για μπαταρίες ιόντων λιθίου

N. Λύτρας^{1,2}, X. Βουτσάς¹, Δ. Τσιπλακίδης^{1,2}, Σ. Μπαλωμένου²

¹Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 54124

²Ινστιτούτο Χημικών Διεργασιών & Ενεργειακών Πόρων (ΙΑΕΠ), ΕΚΕΤΑ, Θεσσαλονίκη, 57001
email: n.lytras@certh.gr

Οι μπαταρίες έχουν αποκτήσει μέσα στα χρόνια σημαντική θέση στην ζωή μας, βρίσκοντας εφαρμογή στην πλειοψηφία των συσκευών που χρησιμοποιούνται στην καθημερινότητα μας. Συγκεκριμένα, από το 2010 μέχρι το 2020 η ενεργειακή απαίτηση σε μπαταρίες ιόντων λιθίου αυξήθηκε από τις 0.5 GWh στις 526 GWh και προβλέπεται να φτάσει τις 9300 GWh μέχρι το 2030 (Woods, 2021). Οι μπαταρίες Li-ion οι οποίες χρησιμοποιούνται στις περισσότερες εφαρμογές για την παροχή και αποθήκευση ενέργειας, αποτελούνται από υγρούς οργανικούς ηλεκτρολύτες, υλικά τα οποία είναι τόσο εύφλεκτα όσο και τοξικά για το περιβάλλον και τον άνθρωπο. Για τον λόγο αυτό, μεγάλο ερευνητικό και τεχνολογικό ενδιαφέρον έχει προκύψει στην ανάπτυξη ηλεκτρολυτών στερεού τύπου. Οι στερεοί ηλεκτρολύτες προσφέρουν σημαντικά πλεονεκτήματα έναντι των υγρών οργανικών ηλεκτρολυτών καθώς χαρακτηρίζονται από μεγάλη ασφάλεια στη χρήση και καλές προοπτικές διαχείρισης στο τέλος του κύκλου ζωής των μπαταριών. Παράλληλα οι στερεοί ηλεκτρολύτες προσφέρουν δομικά πλεονεκτήματα στα κελιά καθώς περιορίζουν τα φαινόμενα βραχυκυκλώματος λόγω του σχηματισμού δενδριτών Li στην άνοδο κατά την διάρκεια της φόρτισης (Li, 2015), (Zheng et al., 2018). Ωστόσο, αρκετοί περιορισμοί όπως η χαμηλή ιοντική αγωγιμότητα ($<10^{-3}$ S/cm), αλλά και η σημαντική διεπιφανειακή (ηλεκτρολύτης/ηλεκτρόδιο) αντίσταση, δρουν ανασταλτικά στην αντικατάσταση των υγρών ηλεκτρολυτών και για τον λόγο αυτό είναι αναγκαία περεταίρω μελέτη και βελτιστοποίηση των νέων αυτών στερεών ηλεκτρολυτών για να βρουν ευρεία πρακτική εφαρμογή (Han et al., 2020).

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η ανάπτυξη ενός υβριδικού (κεραμικού/πολυμερικού) στερεού ηλεκτρολύτη και η μελέτη του σε τυπική διάταξη μοναδιαίου κελιού μπαταρίας, ως προς την ηλεκτροχημική του συμπεριφορά. Πιο αναλυτικά, έγινε η σύνθεση ηλεκτρολύτη που αποτελούταν από πολυμερική μήτρα πολυβινυλιδενοδιφθοριδίου (polyvinylidene difluoride, PVDF), κεραμικό πληρωτικό υλικό $\text{La}_{0.6}\text{Li}_{0.4}\text{TiO}_3$, καθώς έγινε επιπλέον προσθήκη ιοντικών υγρών (ionic liquids, IL) και αλάτων λιθίου (LiTFSI) για ενίσχυση της αγωγιμότητας του ηλεκτρολύτη (Zheng et al., 2018). Το υλικό μορφοποιήθηκε σε μορφή λεπτής μεμβράνης με ομοιόμορφο πάχος (περίπου 200 nm) και ομοιόμορφη κατανομή των διαφορετικών συστατικών που τον συνθέτουν σε ολόκληρη την έκτασή του. Οι μεμβράνες του ηλεκτρολύτη εμφάνισαν καλές μηχανικές ιδιότητες (σταθερότητα, ελαστικότητα). Τέλος μετρήθηκε η αγωγιμότητα του υλικού σε συμμετρικές διατάξεις με πρότυπα ηλεκτρόδια Au και Li, η οποία σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (25 °C) ήταν της τάξεως των 10^{-3} S/cm. Τα αποτελέσματα αυτά είναι ιδιαίτερα ενθαρρυντικά όσο αφορά τη χρήση του υβριδικού ηλεκτρολύτη που αναπτύχθηκε σε εύκαμπτες μπαταρίες, λόγω της ευελιξίας που προσδίδει το πολυμερές, καθώς προσφέρει αρκετά ικανοποιητική ιοντική αγωγιμότητα.

Αναφορές

- Han L., Lehmann M. L., Zhu J., Liu T., Zhou Z., Tang X., Heish C.-T., Sokolov A. P., Cao P., Cehn X. C. & Saito T., (2020). Recent Developments and Challenges in Hybrid Solid Electrolytes for Lithium-Ion Batteries. *Frontiers in Energy Research*, 8. <https://doi.org/10.3389/fenrg.2020.00202>.
- Li, J., Ma, C., Chi, M., Liang, C. & Dudney, N. J. (2015). Solid Electrolyte: the Key for High-Voltage Lithium Batteries. *Adv. Energy Mater.*, 5, 1401408. <https://doi.org/10.1002/aenm.201401408>.
- Wood, J. (2023, November 9). Batteries are a key part for the energy transition. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/agenda/2021/09/batteries-lithium-ion-energy-storage-circular-economy/>
- Zheng, F., Kotobuki, M., Song, S., Lai, M. O. & Lu, L. (2018). Review on solid electrolytes for all-solid-state lithium-ion batteries. *J Power Sources*, 389, 198-213. <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2018.04.022>.

Ανάπτυξη *in situ* μεθόδου ελέγχου αγωγιμότητας μεμβρανών και νέων ηλεκτροδίων για διατάξεις ηλεκτροδιάλυσης

Σ. Κιουλάφας¹, Ι. Πετρακοπούλου¹, Α. Τούνη², Α. Μπαντή², Σ. Σωτηρόπουλος², Σ. Μπαλωμένου¹, Δ. Τσιπλακίδης^{1,2*}

¹Ινστιτούτο Χημικών Διεργασιών & Ενεργειακών Πόρων (ΙΔΕΠ), ΕΚΕΤΑ, Θεσσαλονίκη, 57001

²Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 54124

email: skioulafas@certh.gr

Η ηλεκτροδιάλυση αποτελεί μια διεργασία αφαλάτωσης ή συμπίκνωσης αλατούχων διαλυμάτων, που εφαρμόζεται για τον καθαρισμό του υφάλμυρου νερού ή απόνευρων και για την παραγωγή/ανάκτηση αλάτων. Η διεργασία βασίζεται στη μεταφορά των διαλυτών στο νερό ιόντων μέσω δύο τύπων μεμβρανών (ανιοανταλλακτική και κατιονανταλλακτική μεμβράνη), τοποθετημένων εναλλάξ, και κάτω από την επίδραση συνεχούς εφαρμοζόμενου ηλεκτρικού πεδίου μεταξύ δύο ηλεκτροδίων (Pletcher et al., 2004). Παρότι η τεχνική εφαρμόζεται ευρέως και σε μεγάλη κλίμακα, ζητήματα που σχετίζονται με τον έλεγχο της αγωγιμότητας των μεμβρανών και την απόδοση των ηλεκτροδίων αποτελούν πεδίο έρευνας και ανάπτυξης.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η ανάπτυξη μιας αποτελεσματικής, *in situ* μεθόδου ελέγχου της αγωγιμότητας των μεμβρανών και παράλληλα η ανάπτυξη βελτιωμένων ηλεκτροδίων, για διεργασία ηλεκτροδιάλυσης. Ως πρότυπη διάταξη ηλεκτροδιάλυσης χρησιμοποιήθηκε ένα εμπορικό κελί συμπίκνωσης θαλασσινού νερού προς παραγωγή διαλύματος ρινικής έκπλυσης. Αρχικά, αναπτύχθηκε μια μεθοδολογία που βασίζεται σε μετρήσεις φασματοσκοπίας ηλεκτροχημικής εμπέδησης (EIS) για την ταυτόχρονη παρακολούθηση της κατάστασης αγωγιμότητας των μεμβρανών και διαχωριστικών μιας διάταξης ηλεκτροδιάλυσης, τόσο κατά την λειτουργία (*in situ*) όσο και σε παύση (*ex situ*). Για το σκοπό αυτό, οι μεμβράνες της διάταξης ηλεκτροδιάλυσης ομαδοποιήθηκαν σε 6 αντιπροσωπευτικές ομάδες, των 8 μεμβρανών, οι οποίες διαχωρίστηκαν με φύλλα Au για την ταυτόχρονη λήψη των επιμέρους φασμάτων εμπέδησης. Από τα διαγράμματα Nyquist υπολογίστηκε η αγωγιμότητα των μεμβρανών και στην συνέχεια έγινε σύγκριση των τιμών αυτών τόσο μεταξύ των δύο καταστάσεων (*in situ* και *ex situ*) όσο και με τις τιμές του κατασκευαστή (RALEX®) για καινούριες μεμβράνες. Οι μέσες τιμές των ειδικών αντιστάσεων για κάθε μεμβράνη ($10 \Omega \cdot \text{cm}^2$) βρίσκονται σε πολύ καλή συμφωνία με τις τιμές του κατασκευαστή (AMH-PES: $<7.5 \Omega \cdot \text{cm}^2$ και CMH-PES: $<8 \Omega \cdot \text{cm}^2$), γεγονός που αποδεικνύει την αξιοπιστία της τεχνικής EIS ως μεθόδου *in-situ* διαγνωστικού ελέγχου σε μονάδα ηλεκτροδιάλυσης. Παράλληλα, έγινε ανάπτυξη νέων ηλεκτροδίων, τα οποία αποτελούνταν από πλάκες τιτανίου (Ti) στις οποίες εναποτέθηκαν πολύ λεπτά στρώματα Pt και Ir, μέσω γαλβανικής απόθεσης (Papaderakis et al., 2017) με εμφύσηση σε κατάλληλα διαλύματα. Τα ηλεκτρόδια που αναπτύχθηκαν μελετήθηκαν σε δύο συνδυασμούς: (i) άνοδος: Ir-Pt/Ti, κάθοδος: Pt/Ti και (ii) άνοδος και κάθοδος: Pt/Ti. Για τον έλεγχο της απόδοσης και σταθερότητας των ηλεκτροδίων λήφθηκαν καμπύλες γραμμικής σάρωσης δυναμικού (Linear Sweep Voltammetry, LSV) σε εύρος δυναμικών από 1 έως 20 V και χρονοαμπερομετρίας. Τα ηλεκτρόδια που αναπτύχθηκαν παρουσίασαν ικανοποιητική απόδοση σε σχέση με τα τυπικά ηλεκτρόδια που χρησιμοποιούνται σε εμπορικές διατάξεις ηλεκτροδιάλυσης (άνοδος: φύλλο Pt, κάθοδος: φύλλο Pb), γεγονός που επιβεβαιώνει την αποτελεσματικότητα της μεθόδου της γαλβανικής απόθεσης για παρασκευή ηλεκτροδίων με μικρή φόρτιση ευγενούς μετάλλου, σε μεγάλη κλίμακα.

Αναφορές

- Pletcher, D. & Walsh, F.C. (2004). *Industrial electrochemistry* (2nd ed.). Springer Dordrecht. <https://doi.org/10.1007/978-94-011-2154-5>
- Papaderakis A., Mintsouli I., Georgieva J. & Sotiropoulos S. (2017). Electrocatalysts prepared by galvanic replacement. *Catalysts*, 7(3), 80. <https://doi.org/10.3390/catal7030080>

ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ – ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ – ΈΛΕΓΧΟΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ

Διδασκαλία της ενότητας «Ρυθμιστικά διαλύματα» στη Γ΄ Λυκείου υπό το πρίσμα της προσέγγισης «μαθητής - μικρός ερευνητής»

Α. Καργόπουλος, Α. Μαυρόπουλο, Π. Γιαννακουδάκης

Εργαστήριο Χημικής Εκπαίδευσης, Εφαρμογής Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών στη Χημεία, Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 54124
e-mail: andkargopoulos@gmail.com; makmav72@gmail.com; panjian@chem.auth.gr

Η διδακτική πρόταση αφορά στην ενότητα «Ρυθμιστικά διαλύματα», η οποία διδάσκεται στο πλαίσιο του μαθήματος της Χημείας της Γ΄ Λυκείου και στηρίζεται στη διδακτική προσέγγιση «μαθητής - μικρός ερευνητής».

Η ενότητα των ρυθμιστικών διαλυμάτων, όπως γνωρίζουμε, απαιτεί βαθιά κατανόηση της ιοντικής ισορροπίας και συνοδεύεται από μεγάλο όγκο ποσοτικών ασκήσεων που συχνά αποτελούν θέματα στις πανελλαδικές εξετάσεις. Είναι διάχυτη στην εκπαιδευτική κοινότητα η άποψη ότι η πίεση για την κάλυψη της ύλης στη Γ΄ Λυκείου αποτελεί τροχοπέδη για την εφαρμογή καινοτόμων διδακτικών προτάσεων και η συμμετοχή των μαθητών σε εργαστηριακές ασκήσεις θεωρείται «πολυτέλεια». Σε αντίθεση με αυτήν την άποψη, υποστηρίζουμε ότι μέσω της καθοδηγούμενης διερεύνησης (Orosz et al., 2022), οι μαθητές μπορούν να κατανοήσουν καλύτερα δυσνόητες έννοιες που περιέχονται στην ενότητα (Rodríguez-Arteche & Martínez-Aznar, 2016), όπως για παράδειγμα η ρυθμιστική ικανότητα. Ας σημειωθεί ότι η διερευνητική μέθοδος προτείνεται και στα νέα ΑΠΣ (2023) για το μάθημα της Χημείας.

Η διδακτική μας πρόταση απαιτεί 6 διδακτικές ώρες (ενώ το υπάρχον αναλυτικό πρόγραμμα προβλέπει 5 διδακτικές ώρες) και μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε στο σχολικό εργαστήριο, με φύλλο εργασίας, από τετραμελείς ομάδες μαθητών είτε στην τάξη, εφόσον δεν υπάρχει πολλαπλότητα οργάνων, με μορφή επίδειξης από τον δάσκαλο και ενεργό συμμετοχή των μαθητών, με το ίδιο φύλλο εργασίας.

Μέσω της καθοδηγούμενης ανακάλυψης οι μαθητές κατανοούν τον ορισμό, τη σύσταση, τον τρόπο παρασκευής και τις ιδιότητες των ρυθμιστικών διαλυμάτων. Υπολογίζουν το pH των ρ.δ., αποδεικνύουν την εξίσωση Henderson–Hasselbalch και εξηγούν τη δράση τους. Η διδασκαλία ολοκληρώνεται με αξιολόγηση του μαθησιακού αποτελέσματος (Μαυρόπουλος, 2020).

Βιβλιογραφία

- Bruner J. (1961), *The process of education*, Harvard University Press, Cambridge.
- National Research Council (2000), *Inquiry and the national science education standards, a guide of Teaching and Learning*, National Academy Press, Washington, D.C. <https://doi.org/10.17226/9596>.
- Rodríguez-Arteche, I. & Martínez-Aznar, M. M. (2016). Introducing Inquiry-Based Methodologies during Initial Secondary Education Teacher Training Using an Open-Ended Problem about Chemical Change. *Journal of Chemical Education*, 93, 1528–1535. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5b01037>.
- Orosz, G., Németh V., Kovács L., Somogyi Z. & Korom E. (2022). Guided inquiry-based learning in secondary-school chemistry classes: a case study. *Chemistry Education Research and Practice*, 24, 50-70. <https://doi.org/10.1039/D2RP00110A>.
- Μαυρόπουλος Α. & Πέτρου Α. (2007). *Εφαρμογή της ερευνητικής εργαστηριακής άσκησης στην ενότητα Χημική Κινητική*. Διδακτική Φυσικών Επιστημών & Νέες Τεχνολογίες.
- Μαυρόπουλος Α. (2020). *Σχεδιασμός μαθήματος για αποτελεσματική διδασκαλία και μάθηση*.

Μελέτη των μαθησιακών αποτελεσμάτων μίας διδακτικής μαθησιακής σειράς (ΔΜΣ) για την οικοδόμηση της έννοιας της πυκνότητας καθαρών ουσιών και διαλυμάτων σε Ε΄- Στ΄ δημοτικού

Μ. Γαϊτανίδη¹, Π. Γιαννακουδάκης¹

¹ Εργαστήριο Χημικής Εκπ/σης, Εφαρμογής Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών στη Χημεία, Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 54124
Email: mgaitanidi@chem.auth.gr

Η παρούσα εργασία μελετά τα μαθησιακά αποτελέσματα μιας ολοκληρωμένης Διδακτικής Μαθησιακής Σειράς (ΔΜΣ), που προσεγγίζοντας αρχικά το απαραίτητο γνωστικό υπόβαθρο των εννοιών της μάζας και του όγκου, στοχεύει στην οικοδόμηση της έννοιας της πυκνότητας τόσο των καθαρών ουσιών όσο και των διαλυμάτων. Η συγκεκριμένη ΔΜΣ αναπτύχθηκε με βάση τις ήδη γνωστές εναλλακτικές ιδέες των μαθητών από την ήδη υπάρχουσα βιβλιογραφία σχετικά με τις δυσκολίες κατανόησης της πυκνότητας και του εντατικού της χαρακτήρα. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έφερε αρκετά ικανοποιητικά μαθησιακά αποτελέσματα της ΔΜΣ, με εξαίρεση κάποιες δυσκολίες και αστοχίες αναμενόμενες ως ένα βαθμό με βάση και τη βιβλιογραφία, και για τις δύο τάξεις του Δημοτικού, με υπεροχή της ΣΤ τάξης, που επέδειξε μεγαλύτερα ποσοστά καλύτερης κατανόησης της πυκνότητας και του εντατικού της χαρακτήρα.

Λέξεις κλειδιά: πυκνότητα, Ε- ΣΤ Δημοτικού, Διδακτική Μαθησιακή Σειρά

ABSTRACT

This paper studies the learning outcomes of an integrated Teaching Learning Sequence (TLS), which, by first approaching the necessary background knowledge of the concepts of mass and volume, aims to build the concept of density of both pure substances and solutions. This particular TLS was developed based on students' already known alternative ideas from the existing literature about the difficulties of understanding density and its intensive character. The analysis of the results showed quite satisfactory learning results of the TLS, with the exception of some difficulties and failures expected to some extent based on the literature, for both primary grades, with a predominance of the 6th grade, which showed higher percentages of better understanding of density and its intensive character.

Keywords: density, 5th- 6th grade, Teaching Learning Sequence (TLS)

Εφαρμογή της ΕτΕ: «Πειρά(γ)ματα Χημείας» σε νήπια

Ε. Χ. Ασημέλλης¹, Π. Δ. Γιαννακουδάκης¹

¹Εργαστήριο Χημικής Εκπαίδευσης, Εφαρμογής Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών στη Χημεία, Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 54124
email: stratos@asimellis.gr

Η Επικοινωνία της Επιστήμης (ΕτΕ) περιλαμβάνει κάθε εγχείρημα να μεταλαμπαδεύει επιστημονική γνώση από κάποιον πιο ειδικό στο ζήτημα προς ένα κοινό λιγότερο ή και καθόλου εξειδικευμένο με τη συγκεκριμένη θεματική (Dexter M., 2000).

Η ανθρωπογεωγραφία του κοινού της ΕτΕ που έχουμε αποτυπώσει σε πρότερα στάδια της έρευνάς μας (Ασημέλλης Ε. & Γιαννακουδάκης Π., 2021) κατέδειξε την ανάγκη για πραγματοποίηση δράσεων που ενσωματώνουν τεχνικές της ΕτΕ και στοχεύουν σε συγκεκριμένες ομάδες (Ασημέλλης Ε. & Γιαννακουδάκης Π., 2022). Στο πλαίσιο αυτό σχεδιάσαμε, υλοποιήσαμε και αναλύσαμε τα «Πειρά(γ)ματα Χημείας» σε νήπια ηλικίας 3 έως 4 ετών. Η δράση έλαβε χώρα στις 31 Μαρτίου 2023 σε δείγμα 30 παιδιών σε ιδιωτικό παιδικό σταθμό της Κηφισιάς. Την ίδια μέρα έγιναν διαδοχικές συναντήσεις για τις δύο ξεχωριστές ομάδες ισάριθμων νηπίων. Στη διάρκειά τους παρουσιάστηκε ένα πλήθος από εντυπωσιακά πειράματα Χημείας αφού προηγήθηκε η ενημέρωση για τους κανόνες ασφάλειας και λήφθηκαν τα απαραίτητα προστατευτικά μέτρα. Κάποια από τα πειράματα ήταν επίδειξης, ενώ τα υπόλοιπα υλοποιήθηκαν από τα παιδιά. Τέλος δόθηκαν ξεχωριστά ερωτηματολόγια στις Νηπιαγωγούς που αφορούσαν τη δική τους αποκόμιση, αλλά και ερωτηματολόγια τα οποία απευθύνονταν στα νήπια και συντάχθηκαν κατόπιν προσωπικής συνέντευξης του κάθε παιδιού από τη Νηπιαγωγό του σε μεταγενέστερο χρόνο.

Με βάση τις απαντήσεις που συλλέξαμε από τις δώδεκα Νηπιαγωγούς καταγράφηκε ότι:

- η δράση ήταν άριστα σχεδιασμένη χωρίς παρατηρούμενο μειονέκτημα.
- κάθε δράση της ΕτΕ θα πρέπει ισότιμα να στοχεύει στην ψυχαγωγία και την εκπαίδευση του κοινού.
- είναι πιθανό να υλοποιήσουν στο μέλλον κάποια από τα πειράματα που παρουσιάστηκαν.
- έκριναν ως αναγκαία την ένταξη στην τριτοβάθμια εκπαίδευση μαθήματος τεχνικών της ΕτΕ.
- σημαντικότερα πλεονεκτήματα της δράσης ήταν η επικοινωνιακή τεχνική, τα εντυπωσιακά πειράματα και το ότι τα παιδιά συμμετείχαν σε αυτά.

Σχετικά με τις απαντήσεις που λάβαμε από τις προσωπικές συνεντεύξεις των παιδιών με τις Νηπιαγωγούς τα σημαντικότερα ευρήματα ήταν:

- σε ποσοστό 90,0% τα παιδιά έκριναν ότι η δράση τους άρεσε απόλυτα.
- το 86,7% εκδήλωσε τη διάθεση ότι θα ήθελε να επαναληφθεί μια τέτοια δράση.
- το 90,0% αισθάνθηκε μεγάλη χαρά με τη συμμετοχή στην εκδήλωση.
- το 93,3% έκρινε ότι διασκέδασε με τη διεπαφή του στη δράση.
- το 90,0% δήλωσε ότι έχει καταλάβει ότι δε θα πρέπει να επαναλάβει τα πειράματα χωρίς επίβλεψη.
- το 86,7% ήταν σε θέση να περιγράψει πλήρως τη διαδικασία ενός συγκεκριμένου πειράματος που παρακολούθησε και τα αντιδραστήρια που απαιτούνται για την υλοποίησή του ακόμα και 20 ημέρες μετά την πραγματοποίηση της δράσης.

Τα «Πειρά(γ)ματα Χημείας» αποτέλεσαν την πρώτη εφαρμογή δράσεων σε στοχευμένο κοινό που περιλαμβάνουν τεχνικές της ΕτΕ. Τα στατιστικά δείχνουν ότι τέτοιες δράσεις εμφανίζουν ενθαρρυντική αποδοχή και μπορούν να μεταλαμπαδεύσουν γνώσεις για τη Φύση της Επιστήμης, τους κανόνες ασφάλειας στο εργαστήριο και το θεματικό περιεχόμενο που παρουσιάζεται.

Αναφορές

- Dexter, M. (2000), Science and the public: A review of science communication and public attitudes toward science in Britain. *Public Understanding of Science*, 10(3), 315-330. <https://doi.org/10.3109/a036873>.
- Ασημέλλης, Ε. & Γιαννακουδάκης, Π. (2021). Έρευνα πεδίου εφαρμογών της Επικοινωνίας της Επιστήμης. 4^ο Συνέδριο Μεταπτυχιακών και Προπτυχιακών Φοιτητών ΑΠΘ, 18, Θεσσαλονίκη.
- Ασημέλλης, Ε. & Γιαννακουδάκης, Π. (2022). Η Επικοινωνία της Επιστήμης στην πράξη – ScienceLab. 5^ο Συνέδριο Μεταπτυχιακών και Προπτυχιακών Φοιτητών ΑΠΘ, 17, Θεσσαλονίκη.

Παραγωγοποίηση μετά τη χρωματογραφική στήλη με μορφή παλμών: μία νέα προσέγγιση για την ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης των αντιδραστηρίων

Α. Τσιασιώτη¹, Κ. Κ. Ζαχαρής², Π. Δ. Τζαναβάρας¹

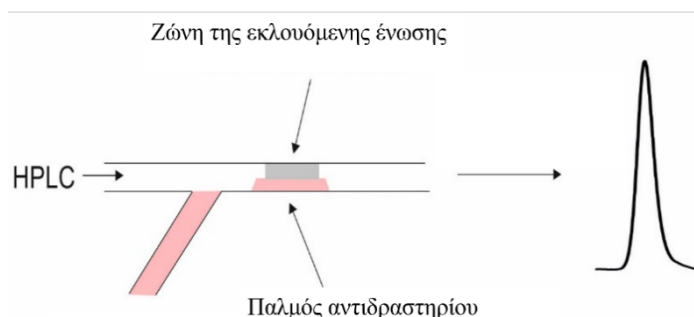
¹ Εργαστήριο Αναλυτικής Χημείας, Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, GR-54124

² Εργαστήριο Φαρμακευτικής Ανάλυσης, Τμήμα Φαρμακευτικής Τεχνολογίας, Φαρμακευτική Σχολή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, GR-54124

Email: tsiasioti@chem.auth.gr

Στην παρούσα εργασία αναπτύχθηκε μία εναλλακτική προσέγγιση για τη μείωση της κατανάλωσης των αντιδραστηρίων στην υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης σε συνδυασμό με την εν-ροή παραγωγοποίηση μετά τη στήλη (Zacharis, 2013). Κατά την κλασσική τεχνική, τα αντιδραστήρια ρέουν συνεχώς και αντιδρούν με τις εκλουόμενες ενώσεις μετά τη στήλη, σχηματίζοντας παράγωγα που μπορούν να ανιχνευτούν από το παρόν ανιχνευτικό σύστημα. Στη νέα προσέγγιση που αναπτύχθηκε, τα αντιδραστήρια εισάγονται ως καλά καθορισμένοι όγκοι παλμών (Pulsed-Post Column Derivatization, Pulsed-PCD) σε επίπεδα μικρολίτρων, οι οποίοι επικαλύπτουν τις εκλουόμενες ενώσεις έπειτα από ακριβή χρονικό συντονισμό, όπως φαίνεται στην Εικόνα 1, σχηματίζοντας τα αντίστοιχα παράγωγα.

Η ανάπτυξη του συστήματος Pulsed-PCD περιελάμβανε: (1) τη διαμόρφωση της οργανολογικής διάταξης του συστήματος με σκοπό τη μέγιστη επικάλυψη της εκλουόμενης ένωσης από τον παλμό αντιδραστηρίων, (2) τη μελέτη των προφίλ των εισαγόμενων παλμών στο έκλουσμα της στήλης σε ποικίλους συνδυασμούς χρόνου και ροής και (3) τη μελέτη της ανθεκτικότητας του συστήματος για επαλήθευση της αποτελεσματικότητάς του. Η προτεινόμενη προσέγγιση εφαρμόστηκε για την ανάπτυξη τριών μεθόδων για απόδειξη της αρχής λειτουργείας της, σε μια και σε δύο εκλουόμενες ενώσεις, καθώς και με χρήση ακριβούς αντιδραστηρίου αποδεικνύοντας το σημαντικό πλεονέκτημά της τεχνικής έναντι της κλασσικής τεχνικής.



Εικόνα 1. Διαγραμματική απεικόνιση της παραγωγοποίησης με μορφή παλμών.

Η ερευνητική εργασία υποστηρίχτηκε από το Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας και Καινοτομίας (ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ.) στο πλαίσιο της «3^{ης} Προκήρυξης ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. για Υποψήφιους/ες Διδάκτορες» (Αριθμός Υποτροφίας: 5341).

Αναφορές

Zacharis C. K. & Tzanavaras P. D. (2013). Liquid chromatography coupled to on-line post column derivatization for the determination of organic compounds: a review on instrumentation and chemistries. *Anal. Chim. Acta.*, 798, 1–24. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2013.07.032>

Χρήση των ερωτήσεων του προγράμματος Augmented Assessment ως διδακτικό εργαλείο στη διδασκαλία της Χημείας Γυμνασίου

Θ. Γκατζιανίδου¹, Ε. Παρισπούλου², Π. Γιαννακουδάκης¹

¹Εργαστήριο Χημικής Εκπαίδευσης, Εφαρμογής Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών στη Χημεία, Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 54124.

²Εκπαιδευτήρια Φρυγανιώτη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση Θεσσαλονίκη

email: theokleiaga18@gmail.com, eparisopoulou@fryganiotis.gr, panjian@chem.auth.gr

Το πρόγραμμά Augmented Assessment αναπτύχθηκε στα πλαίσια του Erasmus+ με στόχο να αποτελέσει ένα εργαλείο αξιολόγησης της πρότερης γνώσης στις Φυσικές Επιστήμες και στα Μαθηματικά σε μαθητές με προσφυγικό ή μεταναστευτικό υπόβαθρο. Παρέχει τη δυνατότητα στους εκπαιδευτικούς, να γεφυρώσουν το γλωσσικό χάσμα που υπάρχει ανάμεσα σε αυτούς και τους αλλόγλωσσους μαθητές (Sofianidis et al, 2022).

Αυτό πραγματοποιείται μέσα από ερωτήσεις οι οποίες προσεγγίζουν τις προς μελέτη έννοιες, με εικόνες και αναλογίες αντί για λέξεις. Οι ερωτήσεις προκύπτουν μέσα από βίντεο στα οποία δεν χρησιμοποιείται καμία γλώσσα, είτε γραπτά είτε προφορικά. Ο τρόπος ανάπτυξης και δόμησης των ερωτήσεων δίνει τη δυνατότητα στους εκπαιδευτικούς να τις χρησιμοποιήσουν στο σύνολο των μαθητών και όχι μόνο στους μαθητές που αποτέλεσαν ομάδα στόχο του προγράμματος. Οι ερωτήσεις μπορούν να αξιοποιηθούν όχι μόνο για την αξιολόγηση των γνώσεων των μαθητών, αλλά και για την εισαγωγή νέων εννοιών στη διδασκαλία.

Για την ανάπτυξη των ερωτήσεων αξιοποιήθηκαν τεχνικές πολυμεσικής μάθησης οι οποίες βοηθούν τους μαθητές να κατακτήσουν αποτελεσματικότερα τη γνώση. Η πολυμεσική μάθηση είναι η δημιουργία νοητικών αναπαραστάσεων με τη βοήθεια λέξεων και εικόνων και επιτυγχάνεται μέσα από τη χρήση πολλαπλών αναπαραστάσεων κατά τη διδασκαλία (Wiesen, 2023). Ειδικότερα στις Φυσικές Επιστήμες όπου συχνά οι έννοιες που μελετώνται είναι ασαφείς ή μελετώνται στον μη ορατό μικρόκοσμο, η χρήση των πολλαπλών αναπαραστάσεων βοηθά σημαντικά στην κατάκτηση της γνώσης και την αποφυγή δημιουργίας εναλλακτικών ιδεών. Παράλληλα, μέσα από τις πολλαπλές αναπαραστάσεις επιτυγχάνεται μεγαλύτερη συμμετοχή των μαθητών και ανάπτυξη κινήτρων (Evagorou et al., 2015).

Η χρήση των ερωτήσεων του προγράμματος ως διδακτικό εργαλείο προκάλεσε το ενδιαφέρον των μαθητών και παρακίνησε ακόμα και μαθητές που δυσκολεύονταν να εκφραστούν κατά τη διάρκεια του μαθήματος. Το βίντεο κάθε ερώτησης προβλήθηκε στον βιντεοπροβολέα της τάξης συνοδευόμενο από παύσεις στα κατάλληλα σημεία, έτσι ώστε οι μαθητές να μπορούν να συζητούν και να αναλύουν στη συνέχεια μεταξύ τους και με τον εκπαιδευτικό αυτό που παρακολούθησαν. Οι μαθητές μέσα από τη συζήτηση και τις κατάλληλες παρεμβάσεις του εκπαιδευτικού, κατάφεραν να οικοδομήσουν τις έννοιες και να απορρίψουν πρότερες εσφαλμένες αντιλήψεις. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι όταν οι μαθητές ερωτήθηκαν αν προτιμούν τη διδασκαλία με τη βοήθεια των ερωτήσεων, όλοι οι μαθητές απάντησαν θετικά, αλλά μόνο εφόσον αυτή συνδυάζεται με τον διάλογο που αναπτύχθηκε κατά την προβολή τους.

Βιβλιογραφικές αναφορές

- Evagorou, M., Erduran, S., & Mäntylä, T. (2015). The role of visual representations in scientific practices: From conceptual understanding and knowledge generation to 'seeing' how science works. *International Journal of STEM Education*, 2(1), 1–13. doi:10.118640594-015-0024-x.
- Sofianidis, A., Stylianidou, N., Meletiou-Mavrotheris, M., Vryonides, M., Chalatsis, X., Xylouri, O., & Giannakoudakis, P. (2022). Building a Bridge for Inclusive Assessment of Newly-Arrived Migrants' Knowledge in Science and Mathematics: The Augmented Assessment Approach. In *Handbook of Research on Policies and Practices for Assessing Inclusive Teaching and Learning* (pp. 256-282). IGI Global.
- Wiesen, G. (2023) What is Multimedia Learning? Practical Adult Insights. www.practicaladultinsights.com/what-is-multimedia-learning.htm (accessed May 2, 2023).

ΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

Μια «έξυπνη» εφαρμογή της δοκιμής TLC-DPPH• για γρήγορο έλεγχο της σύστασης φυτικών εκχυλισμάτων σε αντιοξειδωτικές ενώσεις.

Δ. Ραχμανίδη, Ν. Νενάδης, Σ. Ορδούδη
Εργαστήριο Χημείας και Τεχνολογίας Τροφίμων, Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης,
Θεσσαλονίκη, 54124
email: drachman@chem.auth.gr

Η παρούσα εργασία εντάσσεται σε μια ευρύτερη ερευνητική προσπάθεια για την εξεύρεση εναλλακτικών, απλών και οικονομικών μεθόδων ελέγχου ποιότητας των τροφίμων και ειδικότερα, μιας *in vitro* μεθόδου ταχείας εκτίμησης της αντιοξειδωτικής ικανότητας συστατικών που απαντούν σε φυτικά εκχυλίσματα. Σκοπός ήταν να γίνει μια πρώτη διερεύνηση της δυνατότητας «έξυπνης» εφαρμογής της συζευγμένης τεχνικής TLC – DPPH• αξιοποιώντας ψηφιακά μέσα (κάμερα smartphone, ανοικτό λογισμικό) για την καταγραφή και ανάλυση των αποτελεσμάτων. Η διαδικασία περιλαμβάνει ημι-αυτόματη απόθεση δείγματος, ανάπτυξη χρωματογραφήματος σε κατάλληλης πολικότητας σύστημα έκλουσης, αντίδραση των επιμέρους συστατικών με εμβάπτιση της πλάκας σε αλκοολικό διάλυμα της DPPH•, και εμφάνιση των προϊόντων αντίδρασης στο UV/Vis ($\lambda=254, 360$ nm) με επακόλουθη λήψη και επεξεργασία εικόνων. Αρχικά αναπτύχθηκαν διαφορετικά πρωτόκολλα για την εξέταση υδρόφιλων και λιπόφιλων συστημάτων με τη χρήση προτύπων φαινολικών ενώσεων π.χ. γαλλικό οξύ, καφεϊκό οξύ, Trolox, α -τοκοφερόλη. Η μεθοδολογία που αναπτύχθηκε για την εμφάνιση και ανάλυση εικόνων των χρωματογραφημάτων επικυρώθηκε για κάθε πρωτόκολλο και ένωση αναφοράς. Το γαλλικό οξύ βρέθηκε να αποκρίνεται καλύτερα (π.χ. $R^2=0,98$, $CV%<5\%$, $LOD=1$ ng, $LOQ=29.6$ ng) επιβεβαιώνοντας την εκλεκτικότητα της δοκιμής ως προς ισχυρά πολικά αντιοξειδωτικά. Η δράση του γαλλικού οξέος διαφοροποιήθηκε από εκείνη συγγενών υδροξυβενζοϊκών οξέων αλλά και ορισμένων αλκυλεστέρων του ανάλογα με τη συνολική μάζα που προσροφήθηκε, τον αριθμό/θέση των -OH ομάδων και το μέγεθος του υδρόφοβου τμήματος (C_nH_{2n+1} , $n=1, 3, 8$) κάθε μορίου. Η «έξυπνη» εφαρμογή σε δείγματα εκχυλισμάτων φύλλων ελιάς και φύλλων αβοκάντο βοήθησε στη γρήγορη αναγνώριση των περισσότερο δραστικών συστατικών τους (απλών ή σύνθετων φαινολών) αλλά και σε εύκολη εκτίμηση της αποτελεσματικότητάς τους στη μονάδα προσροφούμενης μάζας κάθε συστατικού του προς εξέταση εκχυλίσματος. Τα αποτελέσματα της εργασίας αυτής είναι πολύ ενθαρρυντικά για την περαιτέρω αυτοματοποίηση της δοκιμής ώστε να είναι δυνατή η ταυτόχρονη εξέταση μεγάλου αριθμού εκχυλισμάτων πλούσιων σε φαινολικές ενώσεις.

Προκαταρκτική διερεύνηση του προφίλ των αυτόχθονων γαλακτικών βακτηρίων του νωπού και επεξεργασμένου με άλκαλι ελαιόκαρπου ποικιλιών ‘Χονδρολιά Χαλκιδικής’ και ‘Χαλκιδική’ με τη χρήση κλαστικών μικροβιολογικών και μοριακών τεχνικών

Δ. Λάγγαρη¹, Ρ. Παπή¹, Φ. Μαντζουρίδου¹

¹Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 54124
email: dlangari@chem.auth.gr, rigini@chem.auth.gr, fmantz@chem.auth.gr

Οι πράσινες ελιές Χαλκιδικής κρίνονται ιδιαίτερα σημαντικές για την οικονομία της χώρας. Κύριο ρόλο στη ζύμωση της επιτραπέζιας ελιάς διαδραματίζουν τα γαλακτικά βακτήρια με κυρίαρχο γένος το *Lactiplantibacillus* (Perpetuini et al., 2020). Στόχος της παρούσας εργασίας ήταν η προκαταρκτική διερεύνηση του προφίλ των αυτόχθονων γαλακτικών βακτηρίων του νωπού και επεξεργασμένου ελαιόκαρπου των ποικιλιών ‘Χαλκιδική’ και ‘Χονδρολιά Χαλκιδικής’ που καλλιεργούνται στην περιοχή της Χαλκιδικής και υπέστησαν επεξεργασία ισπανικού τύπου σε βιομηχανική κλίμακα. Εφαρμόστηκαν κλασικές μικροβιολογικές τεχνικές και μοριακές τεχνικές. Χρησιμοποιώντας εκλεκτικό υπόστρωμα για την ανάπτυξη των γαλακτικών βακτηρίων, απομονώθηκαν συνολικά 28 βακτηριακά στελέχη από ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα νωπού ελαιόκαρπου και δύο δείγματα ελαιόκαρπου επεξεργασμένα με άλκαλι σε γραμμή πλήρωσης δεξαμενών ζύμωσης με άλμη υψηλής (NaCl 8%, w/v) και μειωμένης αλατοπεριεκτικότητας (50% υποκατάσταση NaCl με άλλα χλωριούχα άλατα). Αφού χαρακτηρίστηκαν φαινοτυπικά, ακολούθησε πρωταρχική ταυτοποίηση με τη μοριακή τεχνική της αλυσιδωτής αντίδρασης πολυμεράσης (PCR). Χρησιμοποιήθηκε μία τεχνική PCR για την ανίχνευση των γαλακτικών βακτηρίων, μέσω ενίσχυσης της περιοχής V1-V3 του 16S rRNA γονιδίου και μία πιο εξειδικευμένη για το διαχωρισμό των ειδών *Lbp. plantarum*, *Lbp. pentosus* και *Lbp. paraplantarum*, μέσω της ενίσχυσης του *recA* γονιδίου (multiplex PCR) (Torriani et al., 2001). Με την PCR αναλύθηκαν επιπλέον και 20 βακτηριακά στελέχη που είχαν απομονωθεί από δείγματα άλμης υψηλής και μειωμένης αλατοπεριεκτικότητας, σε αντιστοιχία με τα επεξεργασμένα δείγματα ελαιόκαρπου με σκοπό τη σύγκριση της μικροχλωρίδας στο στάδιο της ζύμωσης. Στο δείγμα του νωπού καρπού δεν ανιχνεύθηκαν γαλακτικά βακτήρια, ενώ στα δείγματα του επεξεργασμένου καρπού, αυτά ανιχνεύθηκαν σε ικανοποιητικό ποσοστό (68%). Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι όλα τα απομονωμένα στελέχη των δειγμάτων της άλμης ταυτοποιήθηκαν ως γαλακτικά βακτήρια, τα περισσότερα από τα οποία (73%) πιθανότατα ανήκουν στο γένος *Lactiplantibacillus*. Μελλοντικά, η αλληλούχηση των στελεχών θα οδηγήσει στην ακριβή ταυτοποίησή τους.

Ευχαριστίες

Η παρούσα έρευνα υλοποιήθηκε στο πλαίσιο του έργου με τίτλο «ΦΙΛΕΛΙΑ – Ανάπτυξη βρώσιμης ελιάς φιλική προς τη μειωμένη σε αλάτι διατροφή» (Κωδικός έργου: ΚΜΠ6-0079456) στη Δράση «Επενδυτικά Σχέδια Καινοτομίας», του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Κεντρική Μακεδονία 2014-2020 της Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας και συγχρηματοδοτήθηκε από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης

(ΕΤΠΑ) της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) και Εθνικούς πόρους στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Κεντρική Μακεδονία» 2014-2020.



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Ταμείο
Περιφερειακής Ανάπτυξης

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
Ε.Π. Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας



ΕΣΠΑ
2014-2020
ανάπτυξη - εργασία - αλληλεγγύη

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Η Αναπλ. Καθηγήτρια Φανή Μαντζουρίδου εκφράζει τις ειλικρινείς της ευχαριστίες προς την ATHOS OLIVE SA (Ορμύλια, Χαλκιδική, Ελλάδα) για τη συνεργασία και τη στήριξη στο πλαίσιο αυτής της εργασίας.



Βιβλιογραφικές αναφορές

- Perpetuini, G., Prete R., Garcia-Gonzalez N., Alam M. K. & Corsetti A. (2020). Table olives more than a fermented food. *Foods*, 9(2), 178. <https://doi.org/10.3390/foods9020178>.
- Torriani, S., Felis G. A. 7 Dellaglio F. (2001). Differentiation of *Lactobacillus plantarum*, *L. pentosus*, and *L. paraplantarum* by *recA* Gene Sequence Analysis and Multiplex PCR Assay with *recA* Gene-Derived Primers. *Applied and Environmental Microbiology*, 67(8), 3450–3454. <https://doi.org/10.1128/AEM.67.8.3450-3454.2001>.

Ανάκτηση δεσμευμένων φαινολικών συστατικών από φλοιούς ρυζιού με αλκαλική υδρόλυση υποβοηθούμενη από μικροκύματα

Κ. Μισιρλή¹, Α. Κυριακούδη², Ι. Μουρτζίνος², Ν. Νενάδης^{1,*}

² Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 54124

¹ Τμήμα Γεωπονίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 54124

email: niknen@chem.auth.gr

Η αξιοποίηση των αγρο-βιομηχανικών παραπροϊόντων και αποβλήτων συνιστά σημαντική πρόκληση για την επιστημονική κοινότητα. Πρωταρχικό μέλημα είναι η μελέτη της παραγωγής ουσιών και υλικών από αυτά, με πιθανή εφαρμογή σε διάφορες βιομηχανίες (τροφήμα, καλλυντικά). Παράδειγμα αυτής της αξιοποίησης αποτελεί η χρήση αυτών ως πηγές φυσικών φαινολικών αντιοξειδωτικών συστατικών.

Ειδικότερα, οι φλοιοί του ρυζιού, υποπροϊόν της επεξεργασίας του καρπού του ρυζιού, έχει διαπιστωθεί ότι διαθέτουν αξιόλογη ποσότητα φαινολικών συστατικών, το μεγαλύτερο μέρος των οποίων όμως βρίσκεται σε δεσμευμένη μορφή (Shao and Bao, 2019). Για την ανάκτηση αυτών απαιτείται εφαρμογή ειδικής προκατεργασίας, με πιο αποτελεσματική την αλκαλική υδρόλυση πριν από την εκχύλιση υγρού-υγρού (Shahidi and Yeo, 2016). Η προκατεργασία μπορεί να υποβοηθηθεί από σύγχρονες και φιλικές προς το περιβάλλον τεχνικές, όπως είναι οι υπέρηχοι ή τα μικροκύματα, ώστε να αυξηθεί η ανάκτηση τους (Irakli et al., 2018).

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω ο στόχος της παρούσας εργασίας ήταν η μελέτη της βελτιστοποίησης της αλκαλικής υδρόλυσης υπό την επίδραση μικροκυμάτων με στόχο την απελευθέρωση των δεσμευμένων φαινολικών οξέων. Για το σκοπό αυτό εφαρμόστηκε σύνθετος κεντρικός σχεδιασμός (Central Composite Design, CCD) αξιοποιώντας τη μεθοδολογία επιφάνειας απόκρισης (Response Surface Methodology, RSM). Τα εκχυλίσματα που παρασκευάστηκαν εξετάστηκαν ως προς τα επίπεδα των ολικών και επιμέρους φαινολικών ενώσεων και την αντιοξειδωτική τους δράση με σειρά *in vitro* μεθόδων.

Οι βέλτιστες συνθήκες, εφαρμόστηκαν σε φλοιούς διαφόρων ποικιλιών ρυζιού που καλλιεργούνται στην Ελλάδα και τα αποτελέσματα συγκρίθηκαν με αυτά που προέκυψαν από την εφαρμογή ενός βέλτιστου πρωτοκόλλου αλκαλικής υδρόλυσης υποβοηθούμενης από υπερήχους που προτείνεται στη βιβλιογραφία (Irakli et al., 2018). Η υδρόλυση με το προτεινόμενο βελτιστοποιημένο πρωτόκολλο οδηγεί σε διπλάσια περίπου επίπεδα από εκείνα που προκύπτουν με το λουτρό υπερήχων, ενώ η διάρκεια της υδρόλυσης βρέθηκε 33 φορές μικρότερη.



Το ερευνητικό έργο υποστηρίχτηκε από το Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας και Καινοτομίας (ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ.) στο πλαίσιο της Δράσης «2η Προκήρυξη ερευνητικών έργων ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. για την ενίσχυση των μελών ΔΕΠ και Ερευνητών/τριών» (Αριθμός Έργου: 3308)

Λίστα Αναφορών

- Irakli M. N., Kleisiaris F., Kadoglidou K., & Katsantonis D. (2018). Optimizing extraction conditions of free and bound phenolic compounds from rice by-products and their antioxidant effects. *Foods*, 7(6), 93. <https://www.mdpi.com/2304-8158/7/6/93>
- Shahidi, F., & Yeo, J. D. (2016). Insoluble-Bound Phenolics in Food. *Molecules*, 21(9), 1216. <https://doi.org/10.3390/molecules21091216>
- Shao, Y., & Bao, J. (2019). Rice phenolics and other natural products in Rice: Chemistry and Technology. 4th edition. Woodhead Publishing and AACC International Press, pp. 221-260. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811508-4.00008-3>

Παρασκευή και μελέτη ιδιοτήτων εδώδιμων μεμβρανών χιτοζάνης με ενσωμάτωση αιθέριου ελαίου ρίγανης (*Origanum vulgare*)

Α. Μπακάλη, Π. Αλβανούδη, Α. Ματσακίδου, Ρ. Παπή, Φ. Μαντζουρίδου
Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, Θεσσαλονίκη, 54124
email: aikchrmpa@chem.auth.gr

Με την πάροδο των χρόνων και τη διαρκή εξέλιξη της επιστήμης, η υιοθέτηση ενός υγιεινού τρόπου ζωής έχει γίνει επιτακτική ανάγκη. Το γεγονός αυτό έχει οδηγήσει στην αναζήτηση τροφίμων ήπιας επεξεργασίας και με καθαρή ετικέτα, πλούσια σε θρεπτικά συστατικά, ώστε η κατανάλωσή τους να συμβάλλει σημαντικά στη βελτίωση της υγείας του ανθρώπου. Τα περισσότερα από αυτά τα τρόφιμα είναι ευπαθή και με μικρό χρόνο ζωής. Σε αυτό το πλαίσιο, η εφαρμογή νέων μεθόδων συντήρησης για την επιμήκυνση της διάρκειας ζωής των τροφίμων, χωρίς τη χρήση χημικών προσθέτων, αποτελεί τη νέα τάση στη βιομηχανία τροφίμων. Σε αυτές συγκαταλέγονται οι εδώδιμες μεμβράνες και επικαλύψεις από φυσικά και βιοαποικοδομήσιμα υλικά.

Η χιτοζάνη, ένας πολυσακχαρίτης που βρίσκεται στον σκελετό των οστρακόδερμων, έχει ευρεία προοπτική εφαρμογής ως υλικό συσκευασίας, εξαιτίας της αντιμικροβιακής και αντιοξειδωτικής της δράσης, της μη τοξικότητας, του χαμηλού κόστους και των σημαντικών φυσικών και μηχανικών ιδιοτήτων της. Οι εδώδιμες μεμβράνες χιτοζάνης έχουν προταθεί για χρήση ως προστατευτικά επικαλυπτικά μέσα σε διάφορα συστήματα τροφίμων καθώς διαθέτουν ικανότητα σχηματισμού φιλμ, χαμηλή διαπερατότητα αερίων, αντιοξειδωτική και αντιμικροβιακή δράση, αλλά υψηλή διαπερατότητα στην υγρασία. Για την ενίσχυση των ευεργετικών δράσεων της, πολλές έρευνες μελετάνε την προσθήκη στα συστήματα αυτά φυτικών εκχυλισμάτων ή/και αιθέριων ελαίων. Τα αιθέρια έλαια είναι πλούσια σε αντιοξειδωτικά, ενώσεις που επιδρούν θετικά στον ανθρώπινο οργανισμό. Ο αντιοξειδωτικός χαρακτήρας τους έχει συνδυαστεί και με την αντιμικροβιακή τους δράση.

Η συγκεκριμένη εργασία αποτελεί μέρος μιας ευρύτερης μελέτης για την παρασκευή εδώδιμων μεμβρανών χιτοζάνης με ενσωμάτωση κατάλληλων μιγμάτων αιθέριου ελαίου ρίγανης (*Origanum vulgare*) και δάφνης (*Laurus nobilis* L.) με συμπληρωματικές αντιμικροβιακές και αντιοξειδωτικές δράσεις, με σκοπό να χρησιμοποιηθούν ως μέσα επικάλυψης της επιτραπέζιας ελιάς μειωμένης αλατοπεριεκτικότητας. Παρασκευάστηκαν εδώδιμες μεμβράνες χιτοζάνης (1,5% w/w χιτοζάνη, 1% w/w οξικό οξύ) χωρίς και με ενσωμάτωση αιθέριου ελαίου ρίγανης (1,5% v/v). Σκοπός ήταν η αξιολόγησή τους ως προς το χρώμα, τη θολερότητα, την υδροφοβικότητα, τις μηχανικές ιδιότητες, τη διαπερατότητα σε υδρατμούς, την αντιμικροβιακή και αντιοξειδωτική δράση με κατάλληλες μεθόδους. Η ικανότητα συγκράτησης του αιθέριου ελαίου στη μήτρα της χιτοζάνης κατά τη διαδικασία παρασκευής της μεμβράνης ελέγχθηκε με φασματοσκοπία UV και FTIR και εκτιμήθηκε ως ικανοποιητική (~ 75%), αιτιολογώντας τη σημαντική ενίσχυση της αντιμικροβιακής δράσης της μεμβράνης έναντι πιθανών παθογόνων μικροοργανισμών της επιτραπέζιας ελιάς (*E. coli*, *B. cereus* και *S. aureus*) και της αντιοξειδωτικής της δράσης. Επιπλέον, η κίτρινη απόχρωση του αιθέριου ελαίου ρίγανης επηρέασε τη συνολική εμφάνιση της μεμβράνης, ενώ η παρουσία του αύξησε τη θολερότητα και τη διαπερατότητά της σε υδρατμούς. Ακόμη, επηρέασε σημαντικά και τις μηχανικές ιδιότητες της, μειώνοντας την αντοχή στον εφελκυσμό και την ελαστικότητά της και αυξάνοντας το ποσοστό επιμήκυνσης κατά τη θραύση.

Τα αποτελέσματα κρίνονται ενθαρρυντικά για τη συνέχιση της ερευνητικής δραστηριότητας στο EXTT με πειραματική διερεύνηση θεμάτων που αφορούν στο σχεδιασμό μιγμάτων αιθέριων ελαίων ρίγανης και δάφνης για ενσωμάτωση σε εδώδιμες μεμβράνες χιτοζάνης.

Παρασκευή σκόνης φύλλων ελιάς με επιτραπέζιο σφαιρόμυλο για την αξιοποίηση της ως πρόσθετο με αντιοξειδωτικές ιδιότητες σε εδώδιμες μεμβράνες/επικαλύψεις χιτοζάνης: Προκαταρκτική μελέτη

Α. Γερασόπουλος¹, Ι. Πύρκα¹, Φ. Μαντζουρίδου¹, Ν. Νενάδης*

¹Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Χημείας ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη, Πανεπιστημιούπολη, 54124
email: agerasopd@chem.auth.gr

Τα φύλλα ελιάς είναι μια καλά τεκμηριωμένη πηγή βιοδραστικών ενώσεων, κυρίως ελαιουερωπαΐνης αλλά και άλλων φαινολικών και τριτερπενοειδών οξέων. Η συσσωρευμένη γνώση σχετικά με τη βιοδραστικότητα των συστατικών έχει προσελκύσει το ενδιαφέρον πολλών ερευνητών για την εκμετάλλευσή τους πέρα από την παραδοσιακή χρήση για την παρασκευή ροφήματος (τσάι) και ιδιαίτερα για καινοτόμες εφαρμογές στους τομείς των Φαρμάκων, των Τροφίμων και των Ζωοτροφών. Αυτό το ενδιαφέρον έχει αυξηθεί περαιτέρω από το γεγονός ότι τα φύλλα είναι διαθέσιμα καθ' όλη τη διάρκεια του έτους και μια μεγάλη ποσότητα είναι προσβάσιμη κατά το κλάδεμα των δέντρων (~25 kg ανά δέντρο συμπεριλαμβανομένων των κλαδιών) και τη συγκομιδή καρπών (4–10% του βάρους του φορτίου του καρπού κατά την ελαιοποίηση στο μύλο), καθιστώντας το υλικό ενδιαφέρον στόχο για την ανάκτηση βιοδραστικών ουσιών σε συμφωνία και με τις αρχές της κυκλικής οικονομίας. Τα τελευταία χρόνια, σε πολύ περιορισμένο βαθμό όμως, γίνονται δοκιμές για την αξιοποίηση των ξηρών φύλλων ως έχουν ή με τη μορφή σκόνης. Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, η παρούσα μελέτη αποτελεί μια προκαταρκτική εργασία με απώτερο στόχο την αξιοποίηση των φύλλων ελιάς, με μορφή σκόνης ως πρόσθετο για τον εμπλουτισμό μεμβρανών με βάση τη χιτοζάνη. Η τελευταία είναι ένα φυσικό πολυμερές που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή καινοτόμου και φιλικής προς το περιβάλλον συσκευασίας τροφίμων. Για το σκοπό αυτό, φύλλα ελιάς από την ποικιλία Κορωνέικη, κατάλληλα αποξηραμένα, αλέστηκαν με τη χρήση πλανητικού σφαιρόμυλου για την παραγωγή εξαιρετικά μικρού μεγέθους σωματιδίων φύλλων ελιάς. Η διαδικασία της άλεσης και η επίδρασή της στα χρωματικά χαρακτηριστικά, το ολικό φαινολικό περιεχόμενο που μετρήθηκε κατόπιν εκχύλισης με τη δοκιμή Folin-Ciocalteu και το αντιοξειδωτικό δυναμικό (δοκιμή DPPH) διερευνήθηκε με την εφαρμογή της Μεθοδολογίας Επιφανειακής Απόκρισης (RSM) με παραμέτρους την ταχύτητα περιστροφής του πλανητικού σφαιρόμυλου και τον αριθμό των κύκλων άλεσης. Οι παράμετροι της άλεσης επηρέασαν σημαντικά το πράσινο χρώμα σύμφωνα με μέτρηση της παραμέτρου a^* , αλλά όχι την περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά συστατικά ή την αντιοξειδωτική ικανότητα της σκόνης φύλλων ελιάς. Με βάση τα παραπάνω, και κατόπιν εκτίμησης σε επιλεγμένα δείγματα του μεγέθους των σωματιδίων επιλέχθηκε σκόνη που ενσωματώθηκε σε μεμβράνες χιτοζάνης σε διαφορετικές συγκεντρώσεις και μετρήθηκαν οι φυσικοχημικές και οι μηχανικές ιδιότητες σε συνθήκες υψηλής (85%) και χαμηλής (53%) σχετικής υγρασίας. Οι εμπλουτισμένες με σκόνη μεμβράνες χιτοζάνης απέκτησαν χρώμα πράσινης απόχρωσης, παρόμοιο με αυτό της σκόνης φύλλων ελιάς. Οι μηχανικές ιδιότητες των εμπλουτισμένων σε σκόνη μεμβρανών χιτοζάνης υποβαθμίστηκαν σε σύγκριση με τον μάρτυρα, ιδίως σε συνθήκες υψηλής σχετικής υγρασίας, ενώ εμφάνισαν υψηλή εκτατότητα (Elongation at brake, %). Άλλες παράμετροι θα μελετηθούν μελλοντικά για έναν πιο ολοκληρωμένο χαρακτηρισμό των μεμβρανών αυτών και τη χρήση τους ως επικαλύψεις σε ήπιας επεξεργασίας τρόφιμα.

Επίδραση της θερμοκρασίας καταιονισμού στις ιδιότητες αφυδατωμένου εκχυλίσματος ιβίσκου

N. Ζαραλή, Φ. Πλατή, Α. Παρασκευοπούλου
Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, Θεσσαλονίκη, 54124
Email: zaralink@chem.auth.gr

Στη σημερινή εποχή, τα αφυδατωμένα τρόφιμα κατέχουν εξέχουσα θέση στη βιομηχανία τροφίμων λόγω του παρατεταμένου χρόνου ζωής τους, της διατήρησης πολλών επιθυμητών ιδιοτήτων τους, της εύκολης μεταφοράς και αποθήκευσής τους (Cohen & Yang, 1995). Τα φυτικά εκχυλίσματα έχουν προκαλέσει ένα τεράστιο ενδιαφέρον, με τον ιβίσκο να πρωταγωνιστεί τα τελευταία χρόνια, επειδή προσφέρει πολυάριθμα οφέλη στην υγεία, τα οποία οφείλονται στις βιοδραστικές ενώσεις που περιέχει (Mandaji et al., 2022). Η μετατροπή σε αφυδατωμένο προϊόν, μπορεί να επιτευχθεί με διάφορες τεχνικές ξήρανσης, με την τεχνική καταιονισμού να κερδίζει ολοένα και περισσότερο έδαφος στη βιομηχανία τροφίμων. Η παρούσα έρευνα είχε ως αντικειμενικό σκοπό τη μελέτη των ιδιοτήτων αφυδατωμένου εκχυλίσματος ιβίσκου με τη βοήθεια της τεχνικής ξήρανσης με καταιονισμό.

Για τον σκοπό αυτό, έπειτα από προκαταρκτικές δοκιμές για την επιλογή αναλογίας παραγόντων ξήρανσης και συνθηκών ξήρανσης που θα ευνοούσαν την αφυδάτωση και παραγωγή ενός προϊόντος σε μορφή σκόνης, πραγματοποιήθηκε αφυδάτωση του εκχυλίσματος ιβίσκου, έπειτα από ανάμιξη του με υδατικό διάλυμα μαλτοδεξτρίνης-αραβικού κόμμεος, σε τρεις διαφορετικές θερμοκρασίες. Η αφυδάτωση πραγματοποιήθηκε με χρήση συσκευής καταιονισμού Nano spray dryer B-90, η καινοτομία του οποίου έγκειται στην κεφαλή ψεκασμού, στο σύστημα θέρμανσης και στο σύστημα συλλογής των σωματιδίων (Plati et al., 2021). Οι σκόνες μελετήθηκαν ως προς τα μορφολογικά χαρακτηριστικά τους, τις φυσικές τους ιδιότητες, τις ιδιότητες ροής, ανασύστασης, την αντιοξειδωτική τους δράση και την περιεκτικότητά τους σε φαινόλες.

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν έδειξαν πως η μεταβολή της θερμοκρασίας ξήρανσης είχε επίδραση σε ορισμένες ιδιότητες των αφυδατωμένων προϊόντων. Γενικά, με την αύξηση της θερμοκρασίας παρατηρήθηκε μείωση της περιεκτικότητας της σκόνης σε υγρασία και φαινόλες ενώ αρνητική ήταν η επίδραση ως προς την αντιοξειδωτική δράση. Οι τιμές των πυκνοτήτων και ανάκτησης της σκόνης ήταν ικανοποιητικές ενώ χρήζουν βελτίωσης αυτές των ιδιοτήτων ροής. Η διαλυτότητα του τελικού προϊόντος δε φάνηκε να επηρεάζεται από τις μεταβολές στη θερμοκρασία.

Λίστα Αναφορών

- Cohen, S., & Yang, T. (1995). Progress in food dehydration. *Trends in Food Science & Technology*, 6(1), 20-25. [https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(00\)88913-X](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(00)88913-X)
- Mandaji, C., da Silva Pena, R., & Ciste, R. (2022). Encapsulation of bioactive compounds extracted from plants of genus. *Food Research International*, 151, 110820. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110820>
- Plati, F., Papi, R., & Paraskevopoulou, A. (2021). Characterization of Oregano essential oil (*Origanum vulgare* L. subsp. *hirtum*) particles produced by the novel Nano Spray Drying technique. *Foods*, 10(12), 2923. <https://doi.org/10.3390/foods10122923>.

ΑΝΟΡΓΑΝΗ ΚΑΙ ΒΙΟΑΝΟΡΓΑΝΗ ΧΗΜΕΙΑ – ΝΑΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

Σύνθεση και χαρακτηρισμός φωταυγών μεταλλοργανικών πλεγμάτων (MOF) του Zr(IV) και Al(III)

Α. Σακελλαρίου, Α. Χατζ-Γιαχια, Θ. Λαζαρίδης
Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη 54124
email: sathanas@chem.auth.gr , sakethan00@gmail.com

Τα μεταλλοργανικά πλέγματα (Metal-Organic Frameworks, MOF) αποτελούν μια ιδιαίτερη τάξη πορώδων υβριδικών κρυσταλλικών υλικών που σχηματίζονται με αυτοοργάνωση μεταλλικών ιόντων ή clusters με οργανικά γεφυρωτικά ligand (Zhou et al., 2014). Ένα μέρος του ενδιαφέροντος της επιστημονικής κοινότητας για την σύνθεση των MOF έχει εστιαστεί στα φωταυγή MOF λόγω της πιθανής εφαρμογής τους ως αισθητήρες μικρών μορίων και ιόντων (Cui et al., 2012). Στη παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε η σύνθεση δύο οργανικών ligand που βασίζονται στο αμινοτερεφθαλικό οξύ και στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε η ενσωμάτωσή τους σε MOF του Zr(IV) με δομικό τύπο UiO-66 (Cavka et al., 2008) και σε MOF του Al(III) με δομικό τύπο MIL-53 (Loiseau et al., 2004). Η δομή των ligand ταυτοποιήθηκε με φασματοσκοπία πυρηνικού μαγνητικού συντονισμού και φασματοσκοπία υπερύθρου, ενώ η δομή των MOF με περίθλαση ακτίνων X κόνεως και φασματοσκοπία υπερύθρου. Οι φωτοφυσικές ιδιότητες όλων των υλικών που συντέθηκαν μελετήθηκαν με φασματοσκοπία απορρόφησης και φθορισμού UV-Vis.

Αναφορές

- Cavka, J. H., Jakobsen, S., Olsbye, U., Guillou, N., Lamberti, C., Bordiga, S., & Lillerud, K. P. (2008). A new zirconium inorganic building brick forming metal organic frameworks with exceptional stability. *Journal of the American Chemical Society*, 130(42), 13850–13851. <https://doi.org/10.1021/ja8057953>.
- Cui, Y., Yue, Y., Qian, G., & Chen, B. (2012). Luminescent functional metal-organic frameworks. *Chemical reviews*, 112(2), 1126–1162. <https://doi.org/10.1021/cr200101d>.
- Loiseau, T., Serre, C., Huguénard, C., Fink, G., Taulelle, F., Henry, M., Bataille, T., & Férey, G. (2004). A rationale for the large breathing of the porous aluminum terephthalate (MIL-53) upon hydration. *Chemistry (Weinheim an der Bergstrasse, Germany)*, 10(6), 1373–1382. <https://doi.org/10.1002/chem.200305413>.
- Zhou, H. C., Kitagawa S. (2014). Metal–Organic Frameworks (MOFs) *Chemical Society Reviews*, 43, 5415–5418. <https://doi.org/10.1039/C4CS90059F>.

Σύμπλοκες ενώσεις του Fe(III) με υποκατεστημένες σαλικυλαλδεΰδες: βιοδραστικότητα και σχέση δομής-δράσης

Z. Παπαδόπουλος¹, Α. Χατζηδημητρίου¹, Γ. Ψωμάς¹

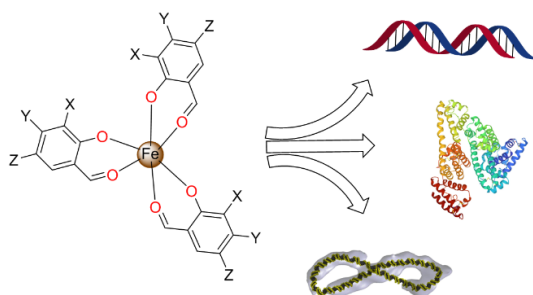
¹Εργαστήριο Ανόργανης Χημείας, Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 54124 Θεσσαλονίκη, Ελλάδα

email: zisispapad@chem.auth.gr, hatzidim@chem.auth.gr, gepsomas@chem.auth.gr

Ο σίδηρος είναι το μεταβατικό μέταλλο με τη μεγαλύτερη αφθονία στο ανθρώπινο σώμα. Τα ένζυμα και οι πρωτεΐνες σιδήρου ευθύνονται για πολύ σημαντικές λειτουργίες για τη ζωή, όπως είναι ο αερόβιος μεταβολισμός και η μεταφορά του οξυγόνου (Abbaspour et al., 2014). Επιπλέον, τα ιόντα σιδήρου συμμετέχουν σε αντιδράσεις σχηματισμού δραστικών μορφών οξυγόνου (ROS), των οποίων ο ρόλος γενικά είναι ευεργετικός για τους οργανισμούς (μεταγωγή σήματος, καταλυτικές αντιδράσεις, η φερρόπτωση κ.α), αλλά όταν δε ρυθμίζεται η παραγωγή τους προκαλείται οξειδωτικό στρες που σχετίζεται με πολλές ασθένειες. Η ικανότητα των ενώσεων σιδήρου να παράγουν ROS είναι μια ενδιαφέρουσα ιδιότητα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για θεραπευτικούς σκοπούς (Basu et al., 2020).

Οι υποκατεστημένες σαλικυλαλδεΰδες είναι μια κατηγορία ενώσεων με έντονο βιολογικό ενδιαφέρον. Οι ενώσεις αυτές έχουν αξιόλογη αντιμικροβιακή και αντιοξειδωτική δράση που σχετίζεται με το είδος της υποκατάστασης στον αρωματικό δακτύλιο (Bountagkidou et al., 2010; Pelttari et al., 2007). Επιπλέον, έχει βρεθεί ότι το φάσμα δραστικότητας επεκτείνεται ακόμα περισσότερο όταν αυτές βρίσκονται συναρμοσμένες σε ένα μεταλλοϊόν και περιλαμβάνει αλληλεπιδράσεις με βιομόρια και κυτταροτοξικότητα σε καρκινικά κύτταρα (Kordestani et al., 2020; Zianna et al., 2022).

Στην παρούσα εργασία συντέθηκαν και χαρακτηρίστηκαν (με φασματοσκοπικές μεθόδους και κρυσταλλογραφία ακτίνων-X) 8 σύμπλοκα Fe(III) με σαλικυλαλδεΰδες και πραγματοποιήθηκαν μελέτες για να εξακριβωθεί: (α) το είδος της αλληλεπίδρασης με το calf-thymus (CT) DNA (με φασματοσκοπία UV-vis, φθορισμού και με ιζωδομετρία) σε διαφορετικές θερμοκρασίες, (β) η ικανότητα να αλληλεπιδρούν με το πλασμιδιακό DNA παρουσία ή απουσία φωτός, (γ) η ικανότητα να προσδένονται στις αλβουμίνες ορού αίματος (BSA και HSA) και η θέση πρόσδεσης σε αυτές και (δ) η αντιοξειδωτική δράση των ενώσεων αυτών.



Εικόνα 1. Οι τρεις διαφορετικοί μοριακοί στόχοι (CT-DNA, αλβουμίνες ορού αίματος και πλασμιδιακό DNA) που δοκιμάστηκαν για τα σύμπλοκα του Fe(III).

Αναφορές

- Abbaspour, N., Hurrell, R., & Kelishadi, R. (2014). Review on iron and its importance for human health. *Journal of Research in Medical Sciences*, 19(2), 164-74.
- Basu, U., Roy, M., & Chakravarty, A. R. (2020). Recent advances in the chemistry of iron-based chemotherapeutic agents. *Coordination Chemistry Reviews*, 417, 213339. <https://doi.org/10.1016/j.ccr.2020.213339>.
- Bountagkidou, O. G., Ordoudi, S. A., & Tsimidou, M. Z. (2010). Structure-antioxidant activity relationship study of natural hydroxybenzaldehydes using in vitro assays. *Food Research International*, 43(8), 2014-2019. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.05.021>
- Kordestani, N., Rudbari, H. A., Fernandes, A. R., Raposo, L. R., Baptista, P. V., Ferreira, D., Bruno, G., Bella, G., Scopelliti, R., Braun, J. D., Herbert, D. E., & Blacque, O. (2020). Antiproliferative Activities of Diimine-Based Mixed Ligand Copper(II) Complexes. *ACS Combinatorial Science*, 22(2), 89-99. <https://doi.org/10.1021/acscombsci.9b00202>
- Pelttari, E., Karhumäki, E., Langshaw, J., Peräkylä, H., & Elo, H. (2007). Antimicrobial Properties of Substituted Salicylaldehydes and Related. *Z. Naturforsch.*, 62c, 487-497. <https://doi.org/10.1515/znc-2007-7-806>.
- Zianna, A., Geromichalos, G., Psoma, E., Kalogiannis, S., Hatzidimitriou, A. G., & Psomas, G. (2022). Structure and in vitro and in silico biological activity of zinc(II) complexes with 3,5-dichloro-salicylaldehyde. *Journal of Inorganic Biochemistry*, 229(December 2021), 111727. <https://doi.org/10.1016/j.jinorgbio.2022.111727>.

Δομή και βιολογική δράση συμπλόκων ενώσεων του ερβίου(III) με κινολόνες

Ε. Αρναούτη¹, Σ. Καλογιάννης², Α. Χατζηδημητρίου¹, Γ. Ψωμάς¹

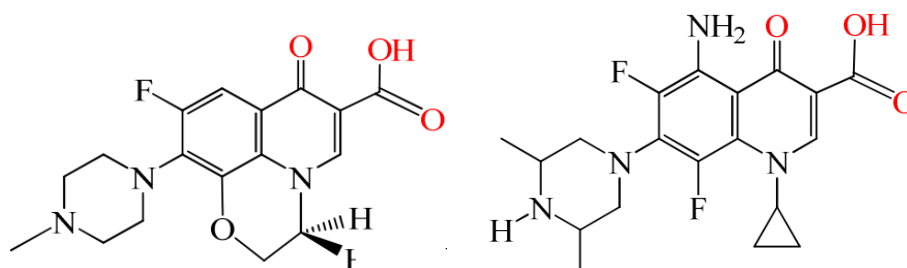
¹Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 54124

² Τμήμα Επιστημών Διατροφής & Διαιτολογίας, Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδος, Σίνδος, Θεσσαλονίκη, 57400

email: arnaoutieleni@gmail.com

Οι κινολόνες αποτελούν ευρέως διαδεδομένα συνθετικά αντιβιοτικά φάρμακα που χρησιμοποιούνται για τη θεραπεία ασθενών με βακτηριακές λοιμώξεις, προκαλώντας την αναστολή των βακτηριακών ενζύμων DNA-γυράση και τοποϊσομεράση IV. Οι τρίτης γενιάς φθοροκινολόνες levofloxacin και sparfloxacin δρουν αποτελεσματικά έναντι τόσο των gram-θετικών όσο και των gram-αρνητικών βακτηρίων, στοχεύοντας στην DNA-γυράση. Λόγω της υψηλής βιοδιαθεσιμότητάς τους, αξιοποιούνται στην αντιμετώπιση λοιμώξεων του κατώτερου αναπνευστικού, όπως η πνευμονία, η βρογχίτιδα και η χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια (Psomas et al., 2013). Οι κινολόνες έχουν την ικανότητα να συνδέονται σε ιόντα λανθανιδών(III), σχηματίζοντας σύμπλοκα με βελτιωμένη βακτηριοκτόνο δράση, γεγονός το οποίο οφείλεται στις ιδιαίτερες χημικές ιδιότητες των μετάλλων αυτών (Măciucă et al., 2020). Επιπλέον, σύμπλοκα του ερβίου(III) με βάσεις του Schiff και υποκατεστημένες σαλικυλαλαδεΰδες έχουν εμφανίσει καλύτερη αντιβακτηριακή και αντιοξειδωτική δράση, σύμφωνα με την βιβλιογραφία (Gkisiou et al., 2023).

Τα σύμπλοκα του ερβίου(III) με τις κινολόνες levofloxacin (Hlevo) και sparfloxacin (Hsf) συντέθηκαν, χαρακτηρίστηκαν δομικά και φασματοσκοπικά, και αξιολογήθηκαν ως προς την βιολογική τους δράση (αλληλεπίδραση με το calf-thymus DNA, συγγένεια για την ανθρώπινη και τη βόεια αλβουμίνη, αντιμικροβιακή δράση έναντι διάφορων μικροοργανισμών).



Εικόνα 1. Οι κινολόνες levofloxacin (αριστερά) και sparfloxacin (δεξιά).

Η παρούσα μελέτη αποτελεί μέρος της μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας της συγγραφέα Ε. Αρναούτη, σύμφωνα με το πρόγραμμα του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών «Ανόργανη Βιολογική Χημεία» που λειτουργεί στο Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων σε συνεργασία με τα Τμήματα Χημείας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, του Εθνικού Καποδιστριακού Πανεπιστημίου, του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, του Πανεπιστημίου Πάτρας, του Πανεπιστημίου Κρήτης και του Πανεπιστημίου Κύπρου.

Αναφορές

- Gkisiou C., Malis G., Hatzidimitriou A. G. & Psomas G. (2023). Erbium(III) coordination compounds with substituted salicylaldehydes: Characterization and biological profile. *J. Inorg. Biochem.*, 242, 112161. <https://doi.org/10.1016/j.jinorgbio.2023.112161>
- Măciucă A. M., Munteanu A. C., Uivarosi V. (2020). Quinolone Complexes with Lanthanide Ions: An Insight into their Analytical Applications and Biological Activity. *Molecules*, 25(6), 1347. <https://doi.org/10.3390/molecules25061347>
- Psomas G. & Kessissoglou D. P. (2013). Quinolones and non-steroidal anti-inflammatory drugs interacting with copper(II), nickel(II), cobalt(II) and zinc(II): structural features, biological evaluation and perspectives. *Dalton Trans.*, 42, 6252-6276. <https://doi.org/10.1039/C3DT50268F>

Νανοφορείς ZnO για φαρμακευτικές ενώσεις και *in vitro* μελέτη της αλληλεπίδρασης τους με μόρια DNA

A. Β. Κασαπίδου¹, Κ. Γιαννούση¹, Α. Δενδρινού-Σαμαρά¹

¹Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, Θεσσαλονίκη, Θεσσαλονίκη, 54124
email:aggi9512@hotmail.com

Τα νανοσωματίδια οξειδίου του ψευδαργύρου (ZnO NPs) παρουσιάζουν αυξανόμενο ενδιαφέρον λόγω των φυσικοχημικών τους ιδιοτήτων και της εξαιρετικής βιοσυμβατότητάς τους. Στην παρούσα μελέτη πραγματοποιήθηκε αρχικά η σύνθεση ZnO NPs με διαφορετικά μορφολογικά χαρακτηριστικά και χημεία επιφάνειας. Οι συνθέσεις πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση της σολβοθερμικής μεθόδου σε αυτόκλειστο σύστημα, με την επίδραση της αλειφατικής αμίνης οκταδεκυλαμίνης (ODA) παρουσία και μη, του μη πολικού διαλύτη (διφαινυλαιθέρα, DPE), ενώ εξετάστηκε και η επίδραση της πολυόλης τριεθυλενογλυκόλης (TrEG), παρουσία της αλειφατικής αμίνης ολεϋλαμίνης (OAm). Η ODA αναδείχθηκε ως ένα μοναδικό μέσο αντίδρασης, αφού μόνο η παρουσία της οδήγησε σε κρυσταλλικά ZnO@ODA NPs σχετικά μικρού μεγέθους (19 nm) με υψηλό ποσοστό επικάλυψης (86%), ενώ η προσθήκη DPE στη συνθετική διαδικασία είχε ως αποτέλεσμα την απομόνωση ZnO@ODA NPs με χαμηλότερα ποσοστά επικάλυψης (10%) και μεγαλύτερο μέγεθος κρυσταλλίτη, 35 nm. Τέλος, απομονώθηκαν σχεδόν γυμνά ZnO@OAm@TrEG NPs με σχήμα νανοράβδων. Στη συνέχεια, επιλέχθηκαν τα ZnO@ODA NPs με το χαμηλότερο ποσοστό επικάλυψης και με μια απλή διαδικασία πηγυλίωσης απέκτησαν υδροφιλικότητα ώστε να προσροφηθεί το αδαμαντάν-καρβοξυλικό οξύ, ADA, που βρίσκει φαρμακευτική εφαρμογή για νευροεκφυλιστικές ασθένειες (Georgiadou et al., 2016). Η οργανική επικάλυψη των νανοσωματιδίων αξιολογήθηκε με φασματοσκοπίες υπέρυθρου μετασχηματισμού Fourier (FT-IR), υπεριώδους-ορατού (UV-vis) και πυρηνικού μαγνητικού συντονισμού (HNMR), καθώς και θερμοβαρυμετρική ανάλυση (TGA). Η μελέτη της αλληλεπίδρασης όλων των παραπάνω νανοσωματιδίων με DNA θύμου αδένου (CT-DNA), πραγματοποιήθηκε μέσω φασματοσκοπίας UV-Vis και φασματοσκοπίας κυκλικού διχρωϊσμού (CD), προκειμένου να διερευνηθεί η επίδραση του μεγέθους, του σχήματος και της επιφάνειας. (Sahoo et al., 2022). Δεδομένου ότι δεν επηρεάστηκε σημαντικά το DNA από τα ZnO@ODA@PEG, αποδείχθηκε η βιοσυμβατότητα τους και αναδείχθηκαν ως ικανοποιητικοί φορείς του ADA. Συγχρόνως, μελετήθηκε και η αλληλεπίδραση τους με πλασμιδιακό DNA (pDNA) προκειμένου να ελεγχθεί η εκλεκτικότητα της δράσης τους.

Αναφορές

- Georgiadou, V., Makris, G., Papagiannopoulou, D., Vourlias, G. & Dendrinou-Samara, C. (2016). Octadecylamine-Mediated Versatile Coating of CoFe₂O₄ NPs for the Sustained Release of Anti-Inflammatory Drug Naproxen and *in Vivo* Target Selectivity. *ACS Appl. Mater. Interfaces*, 8, 9345–9360. <https://doi.org/10.1021/acsami.6b00408>.
- Sahoo D., Mandal A., Mandal P. & Set J. (2022). Quest for the quenching and binding mode of functionalized ZnO QDs with calf thymus DNA: Biophysical and *in silico* molecular modelling approach. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 422, 113562. <https://doi.org/10.1016/j.jphotochem.2021.113562>.

Σύνθεση προηγμένων νανοδομών MnFe₂O₄ και in vitro μελέτη της βιολογικής δράσης τους

Ε. Ζούνη¹, Κ. Γιαννούση¹, Α. Δενδρινού-Σαμαρά¹

¹Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, Θεσσαλονίκη, Θεσσαλονίκη, 54124
email: zounelen@chem.auth.gr

Στην παρούσα μελέτη αρχικά πραγματοποιήθηκε η σύνθεση μαγνητικών νανοσωματιδίων φερριτών μαγγανίου (MnFe₂O₄ NPs) με τη χρήση της διαλυτοθερμικής μεθόδου σε αυτόκλειστο σύστημα, υπό την επίδραση των αλειφατικών αμινών ολεϋλαμίνης (OAm) και οκταδεκυλαμίνης (ODA) καθώς και της πολυαιθυλενογλυκόλης μοριακού βάρους 8000 (PEG-8000). Το ποσοστό των ελεύθερων αμινομάδων είναι καθοριστικής σημασίας για τη μετέπειτα τροποποίηση των NPs, γιατί επηρεάζει την υδροφιλικότητα και ταυτόχρονα δίνει τη δυνατότητα ομοιοπολικής σύνδεσης. Η προσθήκη μη πολικού διαλύτη (διφαινυλαιθέρα, DPE) παρουσία OAm, οδηγεί σε υψηλής κρυσταλλικότητας NPs με χαμηλότερο ποσοστό ωστόσο ελεύθερων -NH₂. Αντιθέτως, απομονώνονται νανοσωματίδια με υψηλό ποσοστό ελεύθερων -NH₂ όταν χρησιμοποιείται η ODA σε τριπλό ρόλο, ως διαλύτης, αναγωγικός παράγοντας και επιφανειοδραστικό μέσο. Η οργανική επικάλυψη ταυτοποιήθηκε και ποσοτικοποιήθηκε σε κάθε περίπτωση με φασματοσκοπία υπερύθρου (FT-IR) και θερμοβαρυμετρική ανάλυση (TGA) αντίστοιχα. Τα MnFe₂O₄@ODA NPs τροποποιήθηκαν μετασυνθετικά με απευθείας σύνδεση και τα MnFe₂O₄@PEG με προσρόφηση του αντιβιοτικού σιπροφλοξασίνη (ciprofloxacin, CPL), το οποίο χρησιμοποιείται για τη θεραπεία βακτηριακών λοιμώξεων (Giannousi et al., 2019). Το υδροδυναμικό μέγεθος των πρωταρχικών και των λειτουργικοποιημένων νανοδομών καθώς και το ζ-δυναμικό τους, που αποτελεί μέτρο σταθερότητας της κolloειδούς διασποράς, προσδιορίστηκαν με χρήση της μεθόδου δυναμικής σκέδασης φωτός (DLS). Για τη διερεύνηση της βιολογικής δράσης των παραγόμενων νανοσωματιδίων, πραγματοποιήθηκε μελέτη του τρόπου και της ισχύος της αλληλεπίδρασης με DNA θύμου αδένου (ct-DNA). Μέσω της συγκεκριμένης μελέτης, διερευνήθηκε επιπλέον η ικανότητα των νανοσωματιδίων να προκαλούν σταθεροποίηση ή αποσταθεροποίηση της ελικοειδούς δομής του DNA των ευκαρυωτικών κυττάρων. Στη συνέχεια, ακολούθησε μελέτη αλληλεπίδρασης με πλασμιδιακό DNA (pDNA) μέσω ηλεκτροφόρησης για την ανάλυση του μηχανισμού δράσης των προηγμένων νανοδομών ως φορέων αντιβιοτικών (Giannousi et al., 2014).

Αναφορές

- Giannousi K., Koutroumpis E., Georgiadou V., Karagkounis V. & Dendrinou-Samara C. (2019). Nanoplatfoms of manganese ferrite nanoparticles functionalized with anti-inflammatory drugs. *Eur. J. Inorg. Chem.*, 2019(14), 1895-1903. <https://doi.org/10.1002/ejic.201801539>.
- Giannousi K., Lafazanis K., Arvanitidis J., Pantazaki A. & Dendrinou-Samara C. (2014). Hydrothermal synthesis of copper based nanoparticles: Antimicrobial screening and interaction with DNA. *J. Inorg. Biochem.* 133, 24-32. <https://doi.org/10.1016/j.jinorgbio.2013.12.009>.

**ΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΠΟΛΥΜΕΡΩΝ – ΧΗΜΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ – ΠΡΑΣΙΝΗ
ΧΗΜΕΙΑ – ΥΛΙΚΑ**

Ανάπτυξη νέων σύνθετων υλικών πολυμερικής μήτρας πολυπροπυλενίου ενισχυμένη με παραπροϊόντα της βιομηχανίας καφέ για χρήση τους στην ενεργή συσκευασία τροφίμων

Γ. Κούρτη¹, Α. Ι. Πεταλωτή¹, Ε. Μ. Βάρκα², Δ. Αχιλιάς¹

¹Εργαστήριο Χημείας και Τεχνολογίας Πολυμερών και Χρωμάτων, Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 54124

²AVEK S.A. Ναυπλίου 10-14, Μεταμόρφωση, Αθήνα, 14452
email: georgiadk@chem.auth.gr

Με στόχο την ανάπτυξη της κυκλικής οικονομίας και τη βιωσιμότητα, οι σύγχρονες βιομηχανίες επιδιώκουν την αξιοποίηση βιομηχανικών υπολειμμάτων και αποβλήτων τροφίμων, όπως και τη σύνθεση πολυμερικών προϊόντων από ανανεώσιμες πρώτες ύλες προς αντικατάσταση των συμβατικών πετροχημικών. Σε αυτό το πλαίσιο, πραγματοποιούνται προσπάθειες για τη σύνθεση νέων βιοσύνθετων πολυμερικών προϊόντων με αξιοποίηση των υπέρογκων ποσοτήτων αποβλήτων και παραπροϊόντων καφέ, ο οποίος αποτελεί το δεύτερο μεγαλύτερο εμπορικό αγαθό παγκοσμίως (Bellili et al., 2021; Oliveira et al., 2020). Στην παρούσα μελέτη παρασκευάστηκαν και, στη συνέχεια, χαρακτηρίστηκαν βιοσύνθετα φιλμ πολυμερικής μήτρας πολυπροπυλενίου με πληρωτικό μέσο, παραπροϊόν της βιομηχανίας καφέ, silver skin, για τη χρήση τους στη συσκευασία τροφίμων.

Αρχικά, εκτελέστηκε η παρασκευή 5 διαφορετικών φιλμ με τη μέθοδο χύτευσης σε διάλυμα: φιλμ πολυπροπυλενίου-silver skin σε αναλογίες 95:5, 90:10, 85:15, 80:20, όπως και φιλμ σκέτου πολυπροπυλενίου. Έπειτα, ακολούθησε φυσικοχημικός χαρακτηρισμός, για τον οποίο πραγματοποιήθηκε μέτρηση πάχους των φιλμ, προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε νερό, της διαλυτότητας και του βαθμού διόγκωσής τους, όπως και φασματοσκοπία υπερύθρου με την τεχνική της αποσβένουσας ολικής ανάκλασης (FTIR-HATR). Επιπλέον, μελετήθηκε η διαπερατότητα σε υδρατμούς καθώς και η αντιοξειδωτική ικανότητά τους. Η προσθήκη του πληρωτικού οδήγησε σε αύξηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας. Τέλος, εξετάστηκαν οι οπτικές ιδιότητες των μεμβρανών με τη βοήθεια Ηλεκτρονικού Μικροσκοπίου Σάρωσης (SEM) και Στερεοσκοπικού Μικροσκοπίου.

Αναφορές

- Bellili, N., Djidjelli, H., Boukerrou, A., Dairi, B., & Bendib, R. (2020). Effect of acetylation on composite materials based on polypropylene/coffee husk waste. *Composites: Mechanics, Computations, Applications: An International Journal*, 11(4), 309-322. DOI: 10.1615/CompMechComputApplIntJ.2020033271.
- Oliveira, G., Passos, C. P., Ferreira, P., Coimbra, M. A., & Gonçalves, I. (2021). Coffee by-products and their suitability for developing active food packaging materials. *Foods*, 10(3), 683. <https://doi.org/10.3390/foods10030683>.

Σύνθεση και μελέτη των ιδιοτήτων σύνθετων υλικών ανακυκλωμένου πολυαιθυλενίου υψηλής πυκνότητας/πυρήνων καρπού ελιάς

N. Παρδάλης¹, E. Ξανθοπούλου¹, A. Ζαμπούλη¹, Δ. Ν. Μπικιάρης¹

¹Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 541 24
email: nikospardalis99@gmail.com

Σύμφωνα με το Διεθνές Συμβούλιο Ελιάς, η παραγωγή ελαιόλαδου στην Ευρώπη ξεπερνά τους 2.000.000 τόνους ετησίως, καλύπτοντας περίπου τα 2/3 της παγκόσμιας παραγωγής. Η καλλιέργεια των ελαιόδεντρων και οι διαδικασίες παραγωγής ελαιόλαδου γεννούν ένα μεγάλο όγκο απορριμμάτων που ως επί το πλείστον απορρίπτονται χωρίς περαιτέρω επεξεργασία.

Το πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας (HDPE), ένα ευέλικτο θερμοπλαστικό με βάση το πετρέλαιο, είναι ένα από τα πολυμερή που χρησιμοποιούνται σήμερα σε μεγάλο φάσμα εφαρμογών. Παρά τις πολυάριθμες ιδιότητές, δεν είναι βιοδιασπώμενο, γεγονός που συμβάλλει στη ρύπανση του περιβάλλοντος και στη δημιουργία μικροπλαστικών στους ωκεανούς. Η προφανής λύση είναι η ανακύκλωση του HDPE, ωστόσο ένα μειονέκτημα της ανακύκλωσης είναι η προοδευτική αλλοίωση των ιδιοτήτων του πολυμερούς, ιδιαίτερα των μηχανικών ιδιοτήτων, με αποτέλεσμα σε πολλές περιπτώσεις την υποβάθμιση του.

Η χρήση προσθέτων, και ιδιαίτερα φυσικών προσθέτων, σε πολυμερικές μήτρες έχει χαρακτηριστεί ως μία ελκυστική τεχνική που όχι μόνο μειώνει την περιεκτικότητα πλαστικού στο τελικό υλικό, αλλά προσδίδει νέες ιδιότητες στο πολυμερές. Για την ενίσχυση, λοιπόν, του ανακυκλωμένου HDPE, απόβλητα από την βιομηχανία παραγωγής ελαιόλαδου (πυρήνες καρπού ελιάς με διάμετρο 1mm) χρησιμοποιήθηκαν ως φυσικό πρόσθετο για την παραγωγή σύνθετων υλικών μέσω της τεχνικής ανάμιξης τήγματος.

Τα δομικά χαρακτηριστικά των συντιθέμενων υλικών μελετήθηκαν με εφαρμογή διαφόρων τεχνικών, όπως η περιθλασιμετρία ακτίνων X (XRD), και η φασματοσκοπία υπέρυθρου με μετασχηματισμό Fourier (FTIR), ενώ η διασπορά του πρόσθετου στην πολυμερική μήτρα επιβεβαιώθηκε μέσω της ηλεκτρονικής μικροσκοπίας σάρωσης (SEM). Επιπλέον, οι θερμικές μεταβάσεις των σύνθετων υλικών εξετάστηκαν μέσω της διαφορικής θερμιδομετρίας σάρωσης (DSC). Καθώς οι μηχανικές ιδιότητες παίζουν καθοριστικό ρόλο στις τελικές εφαρμογές των υλικών, πραγματοποιήθηκαν δοκιμές αντοχής στον εφελκυσμό και την κρούση. Τέλος, τα συντιθέμενα υλικά χαρακτηρίστηκαν ως προς την ικανότητα βιοαποικοδόμησης τους και την αντιμικροβιακή τους δράση.

Από τις μελέτες FTIR και XRD διαπιστώθηκε η επιτυχία της σύνθεσης παράλληλα με τη διατήρηση της δομής της πολυμερικής μήτρας. Όσον αφορά τις εικόνες SEM, αυτές επιβεβαίωσαν την ικανοποιητική διασπορά του φυσικού προσθέτου στη μήτρα. Επιπλέον, κατά τη μελέτη των θερμικών μεταβάσεων των σύνθετων υλικών παρατηρήθηκε ότι σε αναλογία 10% wt. προσθέτου, αυτό δρα ως πυρήνας κρυστάλλωσης αυξάνοντας το βαθμό κρυσταλλικότητας του πολυμερούς. Σχετικά με τις μηχανικές ιδιότητες των υλικών, διαπιστώθηκε ενίσχυση του μέτρου ελαστικότητας αυξανόμενης της περιεκτικότητας πυρήνων καρπού ελιάς. Τέλος, τόσο οι αντιμικροβιακή δράση των υλικών όσο και ο βαθμός βιοαποικοδόμησης τους εμφανίζουν προοδευτική αύξηση, καθώς αυξάνεται η αναλογία του πολυμερούς.

Μελέτη βιοαποικοδομησιμότητας και χημικής ανακύκλωσης καινοτόμων συμπολυμερών πολυ(γαλακτικού οξέος)-co-πολυ(αζελαϊκού αιθυλενεστέρα)

P. Ο. Ιωαννίδης, Α. Ζαμπούλη, Ζ. Τερζοπούλου, Ν. Νικολαΐδης, Δ. Ν. Μπικιάρης
Εργαστήριο Χημείας και Τεχνολογίας Πολυμερών και Χρωμάτων, Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο
Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα, 54124
email: rafahliouannidis@gmail.com (P.O.I.), dbic@chem.auth.gr (Δ.Ν.Μ.)

Τα τελευταία χρόνια υπάρχει ένα διαρκώς αυξανόμενο ενδιαφέρον τόσο από την ακαδημαϊκή κοινότητα όσο και τη βιομηχανία, για τα πολυμερή από ανανεώσιμους πόρους. Τα βιοπροερχόμενα πολυμερή αποτελούν μια απάντηση, αφενός στο πρόβλημα της εξάντλησης των ορυκτών πόρων και αφετέρου στο πρόβλημα της ρύπανσης του περιβάλλοντος, καθώς έχουν μειωμένο αποτύπωμα άνθρακα συγκριτικά με τα ομόλογά τους από τους ορυκτούς πόρους. Η ιδανική περίπτωση για την αντικατάσταση των πολυμερών που προέρχονται από το πετρέλαιο είναι η χρήση βιοπροερχόμενων και βιοαποικοδομήσιμων πολυμερών και θεωρείται ότι το πιο σημαντικό παράδειγμα είναι το πολυ(γαλακτικό οξύ) (PLA). Σύμφωνα με τα στατιστικά στοιχεία της Ευρωπαϊκής Ένωσης το 2022 κατείχε τον μεγαλύτερο όγκο παγκόσμιας παραγωγής, ενώ αναφέρεται πως το 2027 θα φτάσει και ενδέχεται να ξεπεράσει ένα αρκετά υποσχόμενο μέγεθος παραγωγής, στους 6.3 εκατομ. τόνους Το PLA δεν έχει μελετηθεί αδικώς τόσο από την ακαδημαϊκή κοινότητα όσο και τη βιομηχανία, διότι κατά την παραγωγή του οι ενεργειακές απαιτήσεις είναι μειωμένες κατά 65% και οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά 68% συγκριτικά με τα πολυμερή που προέρχονται από τους ορυκτούς πόρους (Balla et al., 2021).

Το PLA είναι ένα θερμοπλαστικό πολυμερές το οποίο προέρχεται από ανανεώσιμους πόρους και πιο συγκεκριμένα από το καλαμπόκι, άμυλο, κυτταρίνη αλλά και από απόβλητα. Επειδή χαρακτηρίζεται από πολύ καλές ιδιότητες, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ποικίλες εφαρμογές, όπως ως υπόστρωμα για μεταφορά φαρμάκων στο τομέα της Ιατρικής και Φαρμακευτικής, ως αναλώσιμο υλικό συσκευασίας, υλικό για κατασκευές κτηρίων αλλά και για γεωργική χρήση (Balla et al., 2021). Η παρούσα εργασία έχει ως στόχο να αντιμετωπίσει και να βελτιώσει κάποια αρνητικά χαρακτηριστικά του PLA, όπως είναι ελαττωμένη μηχανική συμπεριφορά του με πολύ μικρή επιμήκυνση κατά τον εφεκτισμό (<3% elongation at break) και πολύ μικρή υδρολιτική ικανότητα, χρειάζοντας ελεγχόμενο περιβάλλον σε βιομηχανικές συνθήκες για να διασπαστεί έπειτα από περισσότερες από 100 μέρες (Luoma et al., 2021).

Στην παρούσα εργασία παρασκευάστηκαν καινοτόμα συμπολυμερή πολυ(γαλακτικού οξέος)-co-πολυ(αζελαϊκού αιθυλενεστέρα) (PLA-co-PEAz) μεγάλου μοριακού βάρους μέσω του πολυμερισμού διάνιξης δακτυλίου (ROP) του l-λακτιδίου. Η μηχανικές αποδόσεις των συμπολυμερών PLA ήταν εμφανή βελτιωμένες καθώς παρουσίασαν σε πειράματα εφεκτισμού επιμήκυνση άνω του 50 %. Η μελέτη της χημικής ανακύκλωσης μέσω αλκαλικής υδρόλυσης με χρήση μικροκυμάτων ανέδειξε πως είναι εφικτό τα υλικά αυτά να υδρολυθούν/διασπαστούν σε πολύ μικρό σύντομο διάστημα αλλά και σε ήπιες συνθήκες θερμοκρασιών, ενώ μέσω χρήσης NMR φάνηκε ότι μπορεί μετά το τέλος της υδρόλυσης να παραλειφθούν τα μονομερή των υλικών, το γαλακτικό οξύ, αιθυλενογλυκόλη και το αζελαϊκό οξύ.

Ευχαριστίες

Η παρούσα εργασία χρηματοδοτήθηκε μέσω του European Union's HORIZON 2020 Research and Innovation Actions Program under Grant Agreement No. 101070556 (Sustain-a-Print Project).

Αναφορές

- Balla E., Daniilidis V., Karlioti G., Kalamas T., Stefanidou M., Bikiaris N.D., Vlachopoulos A., Koumentakou I, Bikiaris D.N. (2021). Poly(lactic Acid): A Versatile Biobased Polymer for the Future with Multifunctional Properties—From Monomer Synthesis, Polymerization Techniques and Molecular Weight Increase to PLA Applications. *Polymers*, 13(11), 1822. <https://doi.org/10.3390/polym13111822>.
- Luoma E., M. Valimaki, T. Rokkonen, H. Sääskilähti & J. Ollila (2021). Oriented and annealed poly(lactic acid) films and their performance in flexible printed and hybrid electronics. *Journal of Plastic Film and Sheeting*, 37(4), 429-462. <https://doi.org/10.1177/8756087920988569>.

Σύνθεση πολυλειτουργικών καινοτόμων αιμοστατικών επιθεμάτων άμεσης δράσης με τη χρήση τροποποιημένης χιτοζάνης και νανοσωματιδίων με ενισχυμένες αντιβακτηριακές ιδιότητες

Δ. Μειμάρογλου¹, Ι. Κουμεντάκου¹, Δ. Ν. Μπικιάρης¹

¹ Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 54124
email: despinameimar@gmail.com

Από την αρχαιότητα, αναζητούνταν τρόποι για τον αποτελεσματικό έλεγχο της αιμορραγίας, ειδικά όταν η φυσιολογική θρόμβωση του ανθρώπινου σώματος ήταν ανεπαρκής για την επίτευξη ικανοποιητικής αιμόστασης. Η αιμόσταση αποτελεί κρίσιμο παράγοντα κατά τη διάρκεια χειρουργικών επεμβάσεων και στο πεδίο μάχης για τις χώρες που βρίσκονται σε πόλεμο. Στην παρούσα διπλωματική εργασία παρασκευάστηκαν και μελετήθηκαν τρία αιμοστατικά προϊόντα τροποποιημένης χιτοζάνης με διαφορετική συγκέντρωση νανοσωματιδίων πολυ(ηλεκτρικού βουτυλενεστέρα) (PBSu) που περιείχαν ενθυλακωμένη τη δραστική ουσία ηπαρίνη, η οποία απελευθερώνεται ως αντιθρομβωτικό φάρμακο των αιμοφόρων αγγείων μετά τη δράση των αιμοστατικών επιθεμάτων με σκοπό την αποτροπή δημιουργίας εκτεταμένου θρόμβου. Η τροποποίηση της χιτοζάνης έγινε με το αμφιτεριόν 2-(N-μορφολίνο) εθανοσουλφονικό οξύ (MES), που προσδίδει στα αιμοστατικά προϊόντα αντιβακτηριακές ιδιότητες. Τα αποτελέσματα FT-IR επιβεβαίωσαν την αντίδραση της χιτοζάνης με το MES και την αλληλεπίδραση της με τα νανοσωματίδια PBSu και την ηπαρίνη. Η σύνθεση των νανοσωματιδίων, το μέγεθός τους και η μορφολογία τους μελετήθηκαν με DLS και SEM. Με τη μέθοδο της DSC μελετήθηκε η θερμική σταθερότητα των προϊόντων. Η μορφολογία του τελικού επιθέματος μελετήθηκε με SEM και XRD αποδεικνύοντας τον άμορφο χαρακτήρα και την πορώδη δομή του τελικού επιθέματος χιτοζάνης. Τέλος, μελετήθηκε η ικανότητα διόγκωσης και η υδρόλυση του επιθέματος χιτοζάνης παρουσιάζοντας ικανοποιητικά αποτελέσματα όσον αφορά την προσρόφιση υγρών και την σταθερότητα του δείγματος. Τα αποτελέσματα της εργασίας μαρτυρούν την επιτυχή παρασκευή αιμοστατικών προϊόντων που οφείλεται στην χρήση τροποποιημένης χιτοζάνης, νανοσωματιδίων PBSu και της ηπαρίνης. Η μορφή του προϊόντος που κρίθηκε πιο αποτελεσματική ήταν η πορώδης σκόνη στοχεύοντας αφενός στην εφαρμογή του σκευάσματος σε όλων των ειδών τα τραύματα και αφετέρου στην μέγιστη ικανότητα προσρόφισης νερού άρα τη συσσωμάτωση των αιμοπεταλίων (αιμόσταση).

Κυανιδίνη από απόβλητα τροφίμων ως πράσινο αντικαρκινικό συμπλήρωμα

Α. Χ. Χαρούση¹, Χ. Δ. Φαντίδου¹

¹Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 54124
email: charousia@chem.auth.gr, fantidou@chem.auth.gr

Στις μέρες μας, ολοένα και περισσότερα κρούσματα καρκίνου εμφανίζονται στην Ελλάδα και σε όλο τον κόσμο. Για την θεραπεία του, χρησιμοποιούνται αρκετά τυπικά αντικαρκινικά φάρμακα, με αρνητικό αντίκτυπο στον άνθρωπο και την ποιότητα ζωής του. Την ίδια στιγμή παράγεται μεγάλος όγκος αποβλήτων από τις φαρμακοβιομηχανίες με αρνητικές συνέπειες στο περιβάλλον.

Σύμφωνα με την διεθνή βιβλιογραφία είναι γνωστή και δεδομένη η αντικαρκινική δράση των ανθοκυανιδίων και ειδικότερα της κυανιδίνης. Η κυανιδίνη αποτελεί μία φυσική οργανική ένωση και χρωστική ουσία που συναντάται σε φρούτα και λαχανικά, κυρίως μούρων που φέρουν κοκκινωπό-μωβ χρώμα. (Safdar et al., 2022). Η απομόνωσή της και η αξιοποίησή της, αποτελεί έναν πρωτοποριακό τρόπο αντιμετώπισης του καρκίνου και κυκλικής οικονομίας.

Μέσω του ερευνητικού προγράμματος ΕΛΙΔΕΚ «Κόμβος διάχυσης αρχών κυκλικής οικονομίας από απόβλητα τροφίμων» και του μαθήματος της Πράσινης Χημείας υπό επίβλεψη των καθηγητών Α. Ζουμπούλη, Ε. Πελέκα, Κ. Τριανταφυλλίδη, μας δίνεται η ευκαιρία να προτείνουμε ένα νέο συμπλήρωμα διατροφής, της κυανιδίνης σε νανοκάψουλες που θα απευθύνεται σε ασθενείς καρκίνου και θα στοχεύει στην παρεμπόδιση μετάστασης καρκινικών κυττάρων (Lin et al., 2016) ενώ ταυτόχρονα η επιστημονική έρευνα ωθείται σε περισσότερο ασφαλή κλινικά «πράσινα» σκευάσματα.

Στο πλαίσιο αυτό, προτείνεται η σύνθεση νανοκάψουλων από ηηκτίνη, μαζί με λυσοζύμες και κατάλληλες ποσότητες κυανιδίνης, μέσω της μεθόδου της αυτοσυναρμολόγησης που προτείνεται από τους Rosales *et al* (Rosales et al., 2023). Με την εφαρμογή λοιπόν μιας πράσινης διαδικασίας που χρησιμοποιεί ως πρώτη ύλη απόβλητα τροφίμων, είναι δυνατόν να βελτιώσουμε σημαντικά την ποιότητα ζωής των καρκινοπαθών αντιμετωπίζοντας τις δυσάρεστες παρενέργειες της κλασικής χημειοθεραπείας.

Ευχαριστίες

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τους επιβλέποντες καθηγητές μας Α. Ζουμπούλη, Ε. Πελέκα και Κ. Τριανταφυλλίδη και το έργο «Κόμβος διάχυσης αρχών κυκλικής οικονομίας από απόβλητα τροφίμων» που πραγματοποιείται μέσω της 3ης Προκήρυξης Δράσης “Επιστήμη και Κοινωνία” - “Κόμβοι Έρευνας, Καινοτομίας και Διάχυσης του ΕΛΙΔΕΚ.

Αναφορές

- Lin, B.-W., Gong, C.-C., Song, H.-F., & Cui, Y.-Y. (2017). Effects of anthocyanins on the prevention and treatment of cancer. *British Journal of Pharmacology*, 174, 1226-1243. doi:<https://doi.org/10.1111/bph.13627>
- Osvaldt Rosales, T., de Freitas Pedrosa, L., Nascimento, K., Fioroto, A., Toniazzo, T., Tadini, C., Purgatto E., Hassimotto N. M. A. & Fabi, J. P. (2023, May). Nanoencapsulated anthocyanins: A new technological approach to increase physical-chemical stability and bioaccessibility. *Food Hydrocolloids*, 139, 108516. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2023.108516>
- Safdar, M. A., Aslam, R. M. N., Shakeel, A., Shiza, Waqar, M., Jmail, A., Memhood M. H. & Gul, H. (2022, November). Cyanidin as potential anticancer agent targeting various proliferative pathways. *Chemical Biology and Drug Design*, 101(2), 438-452. doi:<https://doi.org/10.1111/cbdd.14173>

Καταλυτική υδρογόνωση φουρφουράλης προς παραγωγή χημικών προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας

A. I. Καρράς, A. Μαργέλλου, K. Τριανταφυλλίδης
Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, Θεσσαλονίκη, Θεσσαλονίκη, 54124
email: Kar.alex@outlook.com

Η επικείμενη εξάντληση των ορυκτών καυσίμων και η συνεχόμενη μόλυνση του περιβάλλοντος έχει επιφέρει σημαντικές επιπτώσεις στην υγεία και την ποιότητα ζωής. Η περιβαλλοντική ρύπανση είναι αυξανόμενη τόσο στις ανεπτυγμένες όσο και στις αναπτυσσόμενες χώρες, επηρεάζοντας την βιοποικιλότητα, την πανίδα και την χλωρίδα, προκαλώντας έτσι σοβαρά προβλήματα σε διάφορους τομείς (Srivastava et al., 2021). Στα πλαίσια της απεξάρτησης από τις πετρελαϊκά προερχόμενες πρώτες ύλες, νέες και ανανεώσιμες πηγές βρίσκονται υπό μελέτη. Η βιομάζα αποτελεί την πιο σημαντική πηγή βιο-ανανεώσιμης πρώτης ύλης και είναι πολλά υποσχόμενη ως εναλλακτική λύση έναντι των ορυκτών καυσίμων (Isikgor & Becer, 2015). Πιο συγκεκριμένα, η φουρφουράλη, η οποία μπορεί να παραχθεί μέσω καταλυτικής όξινης αφυδάτωσης σακχάρων της βιομάζας, και ειδικότερα της ξυλόζης, στα πλαίσια ενός ολοκληρωμένου βιοδιυλιστηρίου, αποτελεί μια πολλά υποσχόμενη χημική ένωση (platform chemical) ως πρώτη ύλη για την παραγωγή πληθώρας μονομερών, πολυμερών, καυσίμων και άλλων χρήσιμων προϊόντων. Η απομόνωση της φουρφουράλης μπορεί επίσης να γίνει και στα πρώτα στάδια επεξεργασίας της βιομάζας, κατά υδροθερμική προκατεργασία/κλασμάτωσης της στα επιμέρους συστατικά της ημικυτταρίνης, της κυτταρίνης και της λιγνίνης (Margellou et al., 2023).

Με βάσει τα παραπάνω μελετάται η διεργασία της καταλυτικής υδρογόνωσης της φουρφουράλης προς παραγωγή προϊόντων τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως διαλύτες, ως πρόσθετα καυσίμων και ως πρόδρομες ενώσεις για τη σύνθεση πολυμερών. Ειδικότερα, μελετήθηκαν τόσο ο τύπος του καταλύτη (μέταλλο και υπόστρωμα) όσο και οι πειραματικές συνθήκες της αντίδρασης υδρογόνωσης, όπως ο διαλύτης, η συγκέντρωση και η αναλογία της φουρφουράλης προς καταλύτη, η θερμοκρασία και η πίεση, με στόχο τη βελτιστοποίηση της δραστηριότητας της υδρογόνωσης και της εκλεκτικότητας προς τα επιθυμητά προϊόντα. Επίσης, πραγματοποιήθηκε μελέτη εκχύλισης/απομόνωσης της φουρφουράλης από υγρά ρεύματα υδροθερμικής κατεργασίας βιομάζας και μετέπειτα υδρογόνωσή της. Τα αποτελέσματα υδρογόνωσης της εμπορικής φουρφουράλης έδειξαν ότι σε έντονες συνθήκες υδρογόνωσης, υψηλή θερμοκρασία, πίεση υδρογόνου και λόγο καταλύτη/φουρφουράλη, επιτυγχάνεται υψηλός βαθμός μετατροπής της φουρφουράλης προς 2-μεθυλοφουράνιο. Αντίθετα, σε σχετικά ηπιότερες συνθήκες, το κύριο προϊόν είναι η φουρφουριλική αλκοόλη. Σημαντικό ρόλο στη σύσταση του τελικού προϊόντος έπαιξε η επιλογή του καταλύτη. Πιο συγκεκριμένα, το είδος του μετάλλου καθώς και το υπόστρωμα φαίνεται να καθορίζουν τόσο το μηχανισμό της αντίδρασης όσο και τη σύσταση των προϊόντων. Σχετικά με την υδρογόνωση της φουρφουράλης που εκχυλίστηκε από τα υγρά κλάσματα της υδροθερμικής κατεργασίας λιγνοκυτταρινούχας βιομάζας (κουκούτσια βερίκοκου και κουκουνάρια καλαμποκιού), παρατηρήθηκαν σχετικά χαμηλότεροι βαθμοί μετατροπής και αποδόσεις των επιθυμητών προϊόντων.

Βιβλιογραφία

- Isikgor, F. H., & Becer, C. R. (2015). Lignocellulosic biomass: A sustainable platform for the production of bio-based chemicals and polymers. *Polymer Chemistry*, 6(25), 4497–4559. doi: 10.1039/C5PY00263J
- Margellou, A. G., Pappa, C. P., Psochia, E. A., Petala, M. D., & Triantafyllidis, K. S. (2023). Mild isolation and characterization of surface lignin from hydrothermally pretreated lignocellulosic forestry and agro-industrial waste biomass. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 33, 101056. doi: 10.1016/j.scp.2023.101056
- Srivastava, N., Shrivastav, A., Singh, R., Abohashrh, M., R. Srivastava, K., Irfan, S. & Kumar Thakur, V. (2021). Advances in the structural composition of biomass: Fundamental and bioenergy applications. *Journal of Renewable Materials*, 9(4), 615–636. doi: <https://doi.org/10.32604/jrm.2021.014374>

Εκλεκτική ανάκτηση κρίσιμων πρώτων υλών (Au, Pt, Ir, Ta) από απορριπτόμενο ιατρικό υλικό

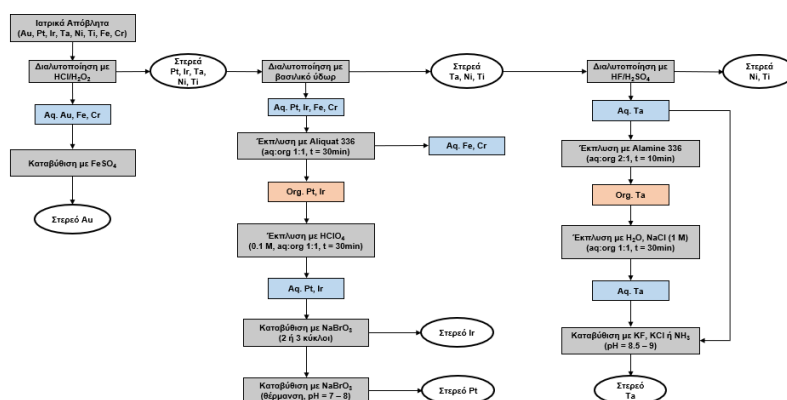
Α. Λάμπου¹, Ε. Κόκκινος¹, Δ. Μεραχτσάκη¹, Χ. Προχάσκα¹, Ε. Πελέκα¹, Α. Ζουμπούλης¹

¹Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 54124

email: angelina.lampou@gmail.com

Ευρέως χρησιμοποιούμενο ιατρικό υλικό/συσκευές περιέχουν σημαντικές ποσότητες πολύτιμων μετάλλων, όπως Au, Pt, Ir και Ta λόγω των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών που αυτά παρουσιάζουν όταν εισέλθουν στον ανθρώπινο οργανισμό. Η αδρανής τους φύση, η βιοσυμβατότητα και η ικανότητά να εντοπίζονται από έναν εξωτερικό παρατηρητή, π.χ. μέσω ακτινογραφιών, είναι μερικά από αυτά (Cowley & Woodward, 2011). Συμβατικά, και για λόγους υγειονομικής ασφάλειας, τα αναφερόμενα ιατρικά υλικά απολυμαίνονται, αποτεφρώνονται και αποτίθενται σε χώρους υγειονομικής ταφής. Ο σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η ανάπτυξη μίας μεθοδολογίας εκλεκτικού διαχωρισμού Au, Pt, Ir και Ta από τα μεταλλικά τμήματα της περιγραφόμενης ροής ιατρικών αποβλήτων. Προς την κατεύθυνση αυτή μελετήθηκαν και εφαρμόστηκαν συνδυαστικά διάφορες τεχνολογίες, όπως η διαλυτοποίηση, η εκχύλιση και η ιζηματοποίηση, των παραπάνω μεταλλικών τμημάτων. Η αξιολόγηση έγινε σύμφωνα με την αποτελεσματικότητα, την εκλεκτικότητα και τις διάφορες παρεμποδίσεις που παρουσιάστηκαν.

Συγκεκριμένα, ως ιατρικά υλικά αναφοράς (ροή αποβλήτων) μελετήθηκαν: ο διαγνωστικός καθετήρας σταθερής καμπύλης (παρουσία Pt/Ir), το αυτοδιαστέλλομενο σύστημα Stent (παρουσία Ta) και το καλώδιο οδηγός (παρουσία Au). Ο αρχικός διαχωρισμός των μετάλλων πραγματοποιήθηκε με εκλεκτική διαλυτοποίηση, εφαρμόζοντας διαφορετικό συνδυασμό οξέων σε κάθε περίπτωση. Εν συνεχεία, ο διαχωρισμός Pt και Ir από λοιπές προσμίξεις στο διάλυμα που προκύπτει από τη διαλυτοποίηση επιτυγχάνεται με εκχύλιση σε οργανικό διάλυμα άλατος τεταρτοταγούς αμιδίου (Aliquat 336). Ομοίως, και στην περίπτωση του Ta, εφόσον απαιτείται, εφαρμόζεται εκχύλιση σε οργανική φάση (Alamine 336). Η παραλαβή των τελικών προϊόντων της διεργασίας έγινε μέσω ιζηματοποίησης, προσθέτοντας τα κατάλληλα αντιδραστήρια για το σχηματισμό των αντίστοιχων αλάτων τους. Για το λόγο αυτό, στις περιπτώσεις Pt/Ir και Ta, η επανεκχύλιση τους σε υδατική φάση κρίθηκε αναγκαία.



Σχήμα 1. Προτεινόμενο διάγραμμα ροής για τον διαχωρισμό των μετάλλων μέσω υδρομεταλλουργίας

Ευχαριστίες

Το έργο που υλοποιήθηκε με τίτλο «Συλλογή, επεξεργασία και μεταλλουργική ανάκτηση κρίσιμων πρώτων υλών (Au, Pt, Ir, Ta) από απορριπτόμενο ιατρικό υλικό» (Κωδικός έργου: KMP6-0084436) στη Δράση «Επενδυτικά Σχέδια Καινοτομίας», του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Κεντρική Μακεδονία 2014-2020» της Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας και συγχρηματοδοτήθηκε από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) και Εθνικούς πόρους στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Κεντρική Μακεδονία» 2014-2020»

Βιβλιογραφία

Cowley, A., & Woodward, B. (2011). A healthy future: Platinum in medical applications platinum group metals enhance the quality of life of the global population. In *Platinum Metals Review* (Vol. 55, Issue 2, pp. 98–107). <https://doi.org/10.1595/147106711X566816>

Φωτοκαταλυτική μερική οξείδωση της 5-υδροξυμεθυλοφουρφουράλης με καταλύτες νανοσωλήνων τιτανίας

Α. Κοτσαρίδου¹, Δ.Α. Γιαννακουδάκης¹, Κ. Τριανταφυλλίδης^{1,2}

¹Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Εργαστήριο Χημικής και Περιβαλλοντικής Τεχνολογίας, Θεσσαλονίκη, 54124

² Κέντρο Διεπιστημονικής Έρευνας και Καινοτομίας (ΚΕΔΕΚ), ΑΠΘ, Θέρμη, 57001, Θεσσαλονίκη
e-mail: akotsa@chem.auth.gr

Η αξιοποίηση και μετατροπή της βιομάζας σε προϊόντα υψηλής αξίας μέσω φιλικών προς το περιβάλλον διεργασιών αποτελεί πλέον βασικό πυλώνα για ένα βιώσιμο μέλλον (Wu et al., 2017). Μεγάλο ερευνητικό ενδιαφέρον έχει προσελκύσει η μετατροπή της κυτταρίνης σε 5-υδροξυμεθυλοφουρφουράλη (HMF) και εν συνεχεία η μερική οξείδωση της σε 2,5-διφορμυλοφουράνιο (DFF), καθώς το DFF χρησιμοποιείται ως βασική πρόδρομη ουσία στη βιομηχανία για τη σύνθεση πληθώρας «πράσινων» χημικών (Giannakoudakis et al., 2021; Kong et al., 2018). Στην εν λόγω ερευνητική εργασία μελετήθηκε η φωτοκαταλυτική μερική οξείδωση της HMF σε DFF σε συνθήκες περιβάλλοντος, χωρίς την προσθήκη αντιδραστηρίων/οξειδωτικών μέσω χρησιμοποιώντας χαμηλής κατανάλωσης δέσμη φωτός. Ως φωτοκαταλύτες χρησιμοποιήθηκαν καινοτόμα υλικά που περιλαμβάνουν νανοσωλήνες οξειδίου του τιτανίου (TiNTbs90), νανοράβδους οξειδίου του μαγγανίου (MnOx-NRds) και ένα νανασύνθετο υλικό νανοσωλήνων οξειδίου του τιτανίου με νανοράβδους οξειδίου του μαγγανίου (TiNTbs90-MnOx). Το εμπορικό υλικό TiO₂ P90, πρόδρομο υλικό της σύνθεσης των νανοσωλήνων, χρησιμοποιήθηκε επίσης ως υλικό αναφοράς για την αξιολόγηση της φωτοδραστικότητας των νανασύνθετων υλικών. Πραγματοποιήθηκε επίσης, μηχανιστική μελέτη για τον καθορισμό των ενεργών ειδών που λαμβάνουν μέρος στον μηχανισμό, μελετήθηκε η χρήση παρεμποδιστών (scavenger) καθώς και το φαινόμενο της αυτοκατάλυσης της HMF κατά την φωτόλυσή της με υπεριώδη ακτινοβολία (370 nm) και του ρόλου του DFF ως καταλύτη φωτοδιάσπασης της HMF.

Ο φυσικοχημικός χαρακτηρισμός των εξεταζόμενων υλικών έγινε με ποροσιμετρία αζώτου, ποτονσιομετρική τιτλοδότηση για την ανάλυση της επιφανειακής χημείας, XRD, TGA, και FTIR, ενώ λήφθηκαν επίσης και εικόνες υψηλής ευκρίνειας ηλεκτρονικής μικροσκοπίας SEM και TEM. Η ανάλυση των φωτοκαταλυτικών δειγμάτων έγινε με αέρια χρωματογραφία (GC-FID). Τα αποτελέσματα της έρευνας φανέρωσαν ότι το μίκτο/σύνθετο υλικό οξειδίων μετάλλων TiNTbs90-MnOx παρουσιάζει τις καλύτερες επιδόσεις, με την εκλεκτικότητα και απόδοση σε DFF να φτάνει 76 % και 67 %, αντίστοιχα, σε χρονικό διάστημα ακτινοβολήσης 2 ωρών, με 88 % μετατροπή της HMF. Από τη μελέτη του μηχανισμού της εκλεκτικής μετατροπής της HMF σε DFF φάνηκε ότι πρόκειται για μία πολυμηχανιστική διεργασία με τα κύρια ενεργά είδη να είναι οι φωτοεπαγόμενες ωπές (h⁺), τα ηλεκτρόνια (e⁻), και η ελεύθερες ρίζες υπεροξειδίου (•O²⁻).

Βιβλιογραφία

- Giannakoudakis, D. A., Vikrant, K., LaGrow, A. P., Lisovytskiy, D., Kim, K. H., Bandosz, T. J., & Colmenares, J. C. (2021). Scrolled titanate nanosheet composites with reduced graphite oxide for photocatalytic and adsorptive removal of toxic vapors. *Chemical Engineering Journal*, 415, 128907. doi:10.1016/j.cej.2021.128907.
- Kong, X., Zhu, Y., Fang, Z., Kozinski, J. A., Butler, I. S., Xu, L., Song H. & Wei, X. (2018). Catalytic conversion of 5-hydroxymethylfurfural to some value-added derivatives. *Green Chemistry*, 20(16), 3657–3682. doi:10.1039/c8gc00234g.
- Wu, Q., He, Y., Zhang, H., Feng, Z., Wu, Y., & Wu, T. (2017). Photocatalytic selective oxidation of biomass-derived 5-hydroxymethylfurfural to 2,5-diformylfuran on metal-free g-C₃N₄ under visible light irradiation. *Molecular Catalysis*, 436, 10–18. doi:10.1016/j.mcat.2017.04.012.

Μελέτη της προσρόφησης αρσενικού από υδατικά διαλύματα, με χρήση σύνθετων υλικών Fe-oxides/βιομάζας φλοιού ρυζιού

N. Λούκουτος^{1*}, Σ. Χατζημιχαλίδου¹, Ι. Κατσογιάννης¹, Γ. Κύζας²
¹ Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα
² Διεθνές Πανεπιστήμιο Ελλάδος, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα
e-mail: loukoutos@chem.auth.gr

Το αρσενικό είναι ένας ρύπος που προκαλεί παγκόσμια ανησυχία διαχρονικά, καθώς έχει την ικανότητα να βιοσυσσωρεύεται, προκαλώντας αρνητικές επιπτώσεις στους οργανισμούς και στο περιβάλλον. Μία από τις πιο αποτελεσματικές μεθόδους απομάκρυνσης είναι η χρήση οξειδίων του σιδήρου.

Στα πλαίσια της παρούσας πτυχιακής εργασίας μελετήθηκε η προσροφητική ικανότητα σύνθετου υλικού οξειδίων του σιδήρου, τα οποία σταθεροποιήθηκαν σε υπόστρωμα φλοιού ρυζιού. Η επιλογή του φλοιού ρυζιού έγινε στα πλαίσια δημιουργίας ενός μοντέλου κυκλικής οικονομίας, στο οποίο το άχρηστο παραπροϊόν των ορυζώνων, θα χρησιμοποιείται στον καθαρισμό του μολυσμένου νερού που παράγουν. Η αποτελεσματικότητα της συγκεκριμένης τεχνολογίας εξετάστηκε με την ισόθερμη και την κινητική μελέτη της αλληλεπίδρασης μεταξύ του προσροφητικού μέσου και διαλυμάτων πεντασθενούς αρσενικού As (V).

Τα αποτελέσματα αποδεικνύουν ότι η χρήση του συγκεκριμένου σύνθετου προσροφητικού, εμφανίζει εξαιρετική αποτελεσματικότητα στην απομάκρυνση αρσενικού από το πόσιμο νερό, ενώ παράλληλα υποστηρίζεται ένα πιο πράσινο μοντέλο ανάπτυξης και διαχείρισης αποβλήτων.

Μελέτη της προσρόφησης ουρανίου από υδατικά διαλύματα, με χρήση σύνθετων υλικών Fe-oxides/βιομάζας φλοιού ρυζιού

Α. Λιανού¹, Σ. Χατζημιχαηλίδου², Ι. Κατσογιάννης³, Φ. Νόλη⁴, Π. Τσάμος⁵, Γ. Κύζας⁶
^{1,2,3,4,5} Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα
⁶ Διεθνές Πανεπιστήμιο Ελλάδος, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα
e-mail: angelikin@chem.auth.gr

Η μόλυνση των νερών με ουράνιο αναδεικνύεται σε σοβαρό περιβαλλοντικό πρόβλημα. Η τοξικότητα του ουρανίου είναι ευρέως γνωστή, καθώς εκτός από ασθενώς ραδιενεργό, το ουράνιο είναι κι ένα τοξικό μέταλλο. Στην παρούσα μελέτη συντέθηκαν σύνθετα υλικά βιομάζας φλοιού ρυζιού και οξειδίων σιδήρου και δοκιμάστηκαν για την ικανότητά τους να απομακρύνουν το U(V) από τα λύματα.

Αρχικά, συντέθηκε και χαρακτηρίστηκε ένα σύνθετο υλικό από οξείδια του σιδήρου και βιομάζα φλοιού ρυζιού. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκαν πειράματα για να εξεταστεί η ικανότητά του να απομακρύνει το U από το νερό, εξετάζοντας διαφορετικά pH και διαφορετικές αναλογίες προσροφητή/προσροφητή, προκειμένου να βρεθούν οι βέλτιστες συνθήκες για τη διαδικασία και να ταιριάζουν όσο το δυνατόν περισσότερο με τις ακριβείς συνθήκες των υπόγειων υδάτων. Τέλος, πραγματοποιήθηκε κινητική μελέτη.

Τα πρώτα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης δείχνουν ήδη ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την επεξεργασία του νερού, καθώς το προτεινόμενο σύνθετο υλικό έδειξε εκτεταμένη αποτελεσματικότητα στην προσρόφηση U, επομένως μπορεί να προσφέρει μια προσέγγιση για κυκλικότητα στην επεξεργασία του νερού.

ΜΕΡΟΣ ΙΙ: ΠΕΡΙΛΗΨΕΙΣ ΑΝΑΡΤΗΜΕΝΩΝ ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΩΝ

**ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ – ΒΙΟΑΝΑΛΥΣΗ – ΑΡΧΑΙΟΜΕΤΡΙΑ – ΈΛΕΓΧΟΣ
ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ**

ΠΟ-1 Χρωματογραφία και Προσβασιμότητα για άτομα με οπτική αναπηρία με τη χρήση απτικο- ακουστικών εικόνων

Β. Σαμανίδου¹, Ν. Μανούση¹, Φ. Ραπτοπούλου¹, L. Isaraj² και Κ. Παπαδόπουλος²

¹ Εργαστήριο Αναλυτικής Χημείας, Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη - samanidu@chem.auth.gr, nmanousi@chem.auth.gr, fraptopo@chem.auth.gr, 2310-997698

² Εργαστήριο Προσβασιμότητας και Υποστηρίξις Ατόμων με Αναπηρία, Τμήμα Εκπαιδευτικής και Κοινωνικής Πολιτικής, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη. lisaisar@uom.edu.gr , k.s.papado@gmail.com , krapado@uom.edu.gr 2310-891389

Με τον όρο χρωματογραφία αναφερόμαστε σε μία ομάδα αναλυτικών τεχνικών που επιτρέπουν τον διαχωρισμό, την ανίχνευση και τον καθαρισμό των συστατικών ενός μίγματος για ποιοτική και ποσοτική ανάλυση με εφαρμογές σε πολλά επιστημονικά πεδία και αναλυτικά εργαστήρια (όπως ανάλυση τροφίμων, φαρμακευτική βιομηχανία, τοξικολογικά εργαστήρια, εργαστήρια περιβαλλοντικής ρύπανσης κ.λπ.).

Αν και η οπτική αναπηρία ή η τύφλωση θα μπορούσαν να θεωρηθούν εμπόδιο για τη χρήση αναλυτικών οργάνων στο εργαστήριο από τους φοιτητές, οι καινοτόμες τεχνολογίες θα μπορούσαν να είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για να ξεπεραστεί αυτό το εμπόδιο.

Στόχος αυτής της εργασίας ήταν να δοθεί πρόσβαση σε εικόνες και διαγράμματα που σχετίζονται με χρωματογραφική ανάλυση, σε μαθητές με σοβαρή οπτική αναπηρία ή τύφλωση, προκειμένου να τους ενθαρρύνει να εμπλουτίσουν τις πρακτικές τους γνώσεις σχετικά με τις εργαστηριακές διαδικασίες και να τους κάνει να αισθάνονται οικεία και άνετα σε ό,τι αφορά στο χειρισμό οργάνων. Για τον σκοπό αυτόν σχεδιάστηκαν και εκτυπώθηκαν έξι εικόνες/διαγράμματα σε απτική μορφή, χρησιμοποιώντας τη συσκευή PIAF. Οι εικόνες αυτές περιλαμβάνουν τα βασικά συστατικά ενός αερίου και ενός υγρού χρωματογραφικού συστήματος, τα δεδομένα που λαμβάνονται από ένα χρωματογραφικό σύστημα και την επεξεργασία δεδομένων των αποτελεσμάτων ενός χρωματογραφικού συστήματος. Επιπλέον, δημιουργήθηκαν εικόνες που περιγράφουν τη διαδικασία για τη βαθμονόμηση του χρωματογραφικού συστήματος.

Εφαρμόζεται μία καινοτόμος μέθοδος, βασισμένη στη νέα τεχνολογία και συγκεκριμένα στη χρήση συγκεκριμένης συσκευής touchpad (IVEO). Απτικές εικόνες, τυπωμένες σε χαρτί με μικροκάψουλες, τοποθετούνται στο touchpad, όπου προστίθενται λεκτικές περιγραφές με την κατάλληλη μεθοδολογία και τη χρήση ειδικού λογισμικού (IVEO creator). Ο χρήστης με τύφλωση αγγίζει τις απτικές εικόνες και ταυτόχρονα λαμβάνει ηχητικά ένα μεγάλο αριθμό λεκτικών πληροφοριών. Αυτή η πολυ-αισθητηριακή προσέγγιση συμβάλλει σημαντικά στην αντίληψη και κατανόηση των εικόνων και διαγραμμάτων από τα άτομα με τύφλωση. Επιπλέον, τα άτομα με χαμηλή όραση μπορούν ταυτόχρονα να χρησιμοποιούν την όρασή τους, στο βαθμό που μπορούν να την αξιοποιήσουν για να αποκωδικοποιήσουν κάποιες πληροφορίες τις οποίες αντιλαμβάνονται μέσω της όρασης.

Το έργο χρηματοδοτήθηκε από την Royal Society of Chemistry (Inclusion and Diversity Fund ('RSC')).

ΠΟ-2 Speciation of iron using Desferal by simple pH change and a single calibration curve: High-throughput optical sensor based on 96-well plates and an overhead book scanner as detector

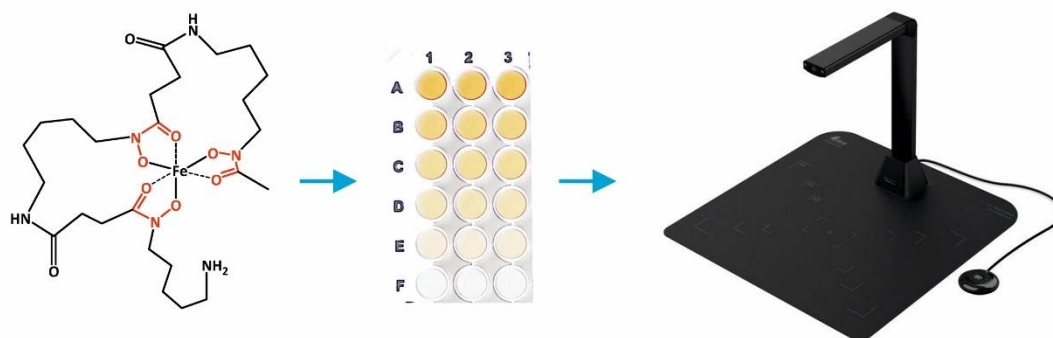
D. Baltzis¹, A. Tsiasioti¹, C. K. Zacharis², P. D. Tzanavaras¹

¹ Laboratory of Analytical Chemistry, School of Chemistry, Faculty of Sciences, Aristotle University of Thessaloniki, Thessaloniki, GR-54124

² Laboratory of Pharmaceutical Analysis, School of Pharmacy, Aristotle University of Thessaloniki, Thessaloniki, GR-54124

email: ptzanava@chem.auth.gr

In the present study we report the development of an advantageous optical sensor for the speciation of Fe(III)/Fe(II). The sensor is based on the selective reaction of Fe(III) with Desferal reagent at pH=2, while both Fe(III) and Fe(II) react with the reagent at pH=5 using acetate/glycine buffer. In this way frequently used extra oxidation (H₂O₂) or reduction (ascorbic acid or hydroxylamine) steps are avoided. Both species can be determined in the range of 25 to 150 μM through a 96-well plate platform and instrumental-free detection of the colored complex by an overhead book scanner. The LOD was 4 μM and a single calibration curve can be utilized for quantitation. The applicability of the sensor was demonstrated by analyzing commercially available pharmaceutical formulations.



ΠΟ-3 Smartphone-based high-throughput fluorimetric assay for histidine quantification in human urine using 96-well plates

D. Baltzis¹, G. Tsogas¹, C. K. Zacharis², P. D. Tzanavaras¹

¹ Laboratory of Analytical Chemistry, School of Chemistry, Faculty of Sciences, Aristotle University of Thessaloniki, Thessaloniki, GR-54124

² Laboratory of Pharmaceutical Analysis, School of Pharmacy, Aristotle University of Thessaloniki, Thessaloniki, GR-54124

email: ptzanava@chem.auth.gr (P.D.T.)

A high-throughput fluorimetric assay for histidine was developed, using a 96-well plates platform. The analyte reacts selectively with o-phthalaldehyde under mild alkaline conditions to form a stable derivative. Instrumental-free detection was carried out using a smartphone after illumination under UV light (365 nm). The method was proved to be linear up to 100 μM histidine, with an LLOQ (lower limit of quantification) of 10 μM. The assay was only prone to interference from glutathione and histamine that exist in the urine samples at levels that are orders of magnitude lower compared to histidine. Human urine samples were analyzed following minimum treatment and were found to contain histidine in the range of 280 to 1540 μM. The results were in good agreement with an HPLC corroborative method.

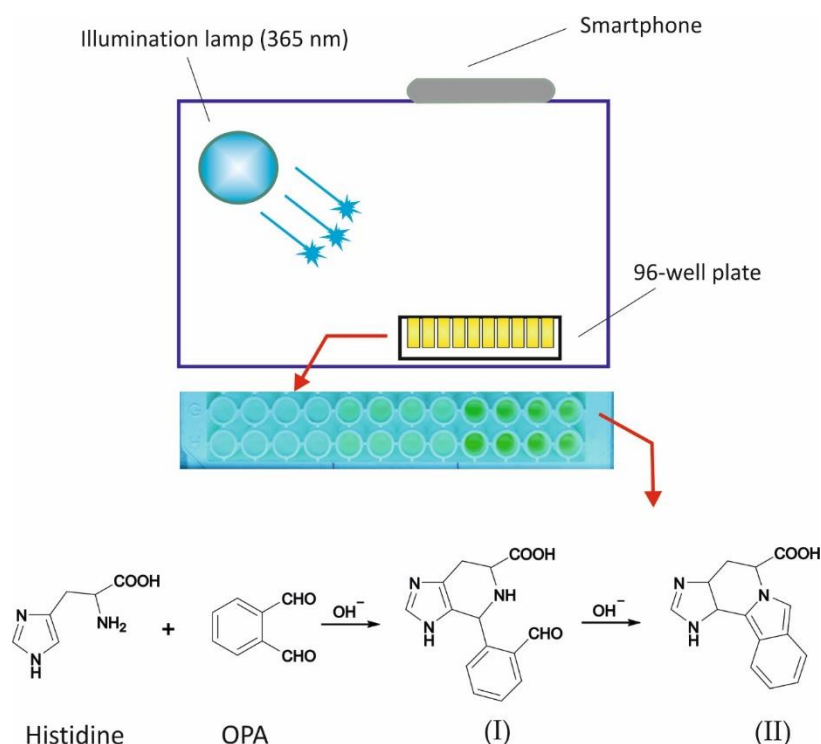


Figure 1. Graphical depiction of the experimental setup for the assay of histidine (including the derivatization reaction)

ΠΟ-4 Ανάπτυξη και επικύρωση μιας χαμηλού κόστους χρωματομετρικής μεθόδου για τον αναλυτικό προσδιορισμό ιόντων χαλκού σε υδατικά δείγματα με χρήση κοινών ηλεκτρονικών συσκευών απεικόνισης

Α. Γ. Γκουλιαμτζή, Β. Χ. Τσαντάρη, Μ. Ταραρά, Γ. Ζ. Τσόγκας
Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 54124
email: gkouargy@chem.auth.gr

Στην εργασία αυτή περιγράφεται μια νέα μέθοδος για τον προσδιορισμό των ιόντων χαλκού σε δείγματα νερού η οποία αξιοποιεί την αντίδραση συμπλοκοποίησης με διαιθυλο-διθειο-καρβαμιδικό νάτριο (DDTC) και χρησιμοποιεί ευρέως διαθέσιμες συσκευές απεικόνισης (επίπεδους σαρωτές ή smartphone) ως ανιχνευτές. Συγκεκριμένα, η προτεινόμενη προσέγγιση βασίζεται στην ικανότητα του DDTC να συμπλέκεται με ιόντα χαλκού και να σχηματίζει ένα σταθερό σύμπλοκο Cu-DDTC με χαρακτηριστικό κίτρινο χρώμα που ανιχνεύεται με την κάμερα ενός smartphone σε ένα μικροπλακίδιο 96 φρεατίων. Η ένταση του χρώματος του σχηματιζόμενου συμπλόκου είναι γραμμικά ανάλογη με τη συγκέντρωση των ιόντων χαλκού, με αποτέλεσμα τον ακριβή χρωματομετρικό προσδιορισμό τους. Η προτεινόμενη αναλυτική διαδικασία για τον προσδιορισμό του Cu^{2+} ήταν εύκολη, γρήγορη και εφαρμόσιμη με φθηνά και εμπορικά διαθέσιμα υλικά και αντιδραστήρια. Βελτιστοποιήθηκαν πολλές παράμετροι που σχετίζονται με έναν τέτοιο αναλυτικό προσδιορισμό και πραγματοποιήθηκε επίσης μελέτη των ιόντων που μπορεί να παρεμποδίζουν και υπάρχουν σε δείγματα νερού. Επιπλέον, ακόμη και τα χαμηλά επίπεδα συγκέντρωσης χαλκού μπορούσαν να παρατηρηθούν με γυμνό οφθαλμό. Η μέθοδος που αναπτύχθηκε, εφαρμόστηκε με επιτυχία στον προσδιορισμό ιόντων Cu^{2+} σε δείγματα ποταμού, βρύσης και εμφιαλωμένου νερού με όριο ανίχνευσης 1,4 μM , καλές ανακτήσεις (89,0–109,6%), ικανοποιητική επαναληψιμότητα (0,6–6,1%) και υψηλή εκλεκτικότητα έναντι άλλων ιόντων που υπάρχουν στα δείγματα νερού.

ΠΟ-5 Ανάπτυξη και επικύρωση μιας φθορισμομετρικής μεθόδου σε μικροαναλυτικές διατάξεις χάρτου για τον εκλεκτικό προσδιορισμό της κινίνης σε δείγματα αναψυκτικών

B. X. Τσαφτάρη, Μ. Ταράρα, Π. Δ. Τζαναβάρας, Γ. Ζ. Τσόγκας
Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 54124
email: tsaftariv@chem.auth.gr

Στην εργασία αυτή περιγράφεται μια απλή φθορισμομετρική μέθοδος που δεν απαιτεί ιδιαίτερο εξοπλισμό και χρησιμοποιεί αναλυτικές συσκευές χάρτου για τον εκλεκτικό προσδιορισμό της κινίνης. Η αναλυτική αυτή μέθοδος βασίζεται στην εκπομπή φθορισμού της κινίνης χωρίς καμία χημική αντίδραση μετά από κατάλληλη ρύθμιση του pH με νιτρικό οξύ, σε θερμοκρασία δωματίου, στην επιφάνεια μιας χάρτινης συσκευής με την εφαρμογή μιας λυχνίας UV στα 365 nm. Οι συσκευές χάρτου κατασκευάστηκαν από χρωματογραφικό χαρτί και φράγματα κεριού και είχαν χαμηλό κόστος. Το αναλυτικό πρωτόκολλο που ακολουθήθηκε ήταν εξαιρετικά εύκολο για τον αναλυτή και δεν απαιτούσε εργαστηριακά όργανα. Σύμφωνα με τη μεθοδολογία, ο χρήστης έπρεπε να τοποθετήσει το δείγμα στην περιοχή ανίχνευσης της συσκευής, να φωτοβολήσει την επιφάνεια με την λυχνία και να μετρήσει με τη βοήθεια μιας κάμερας ενός κινητού τηλεφώνου το φθορισμό που εκπέμπουν τα μόρια της κινίνης. Βελτιστοποιήθηκαν πολλές χημικές παράμετροι και πραγματοποιήθηκε μελέτη των ιόντων που υπάρχουν σε δείγματα αναψυκτικών και θα μπορούσαν να παρεμποδίσουν τον προσδιορισμό της κινίνης. Επιπλέον, μελετήθηκε η χημική σταθερότητα των συσκευών χάρτου σε διάφορες συνθήκες συντήρησης με ικανοποιητικά αποτελέσματα. Το όριο ανίχνευσης που υπολογίστηκε ως 3,3 S/N ήταν $3,6 \text{ mg L}^{-1}$ και η ακρίβεια της μεθόδου ήταν ικανοποιητική καθώς κυμάνθηκε από 3,1% (εντός ημέρας) έως 8,8% (μεταξύ ημερών). Τέλος, αναλύθηκαν επιτυχώς δείγματα αναψυκτικών και συγκρίθηκαν με μία ενόργανη φθορισμομετρική μέθοδο.

ΠΟ-6 Ionic-liquid based capsule phase microextraction combined with post-column derivatization for the HPLC determination of Lanreotide in human urine

M. Ntorkou¹, A. Kabir², K. G. Furton², P. D. Tzanavaras³, C. K. Zacharis^{1*}

¹Laboratory of Pharmaceutical Analysis, Department of Pharmaceutical Technology, School of Pharmacy, Aristotle University of Thessaloniki, Thessaloniki, 54124.

²International Forensic Research Institute, Department of Chemistry and Biochemistry, Florida International University, Miami, USA, 33199.

³Laboratory of Analytical Chemistry, School of Chemistry, Faculty of Sciences, Aristotle University of Thessaloniki, Thessaloniki, 54124.

*Correspondence: czacharis@pharm.auth.gr

This study discusses the employment of capsule phase microextraction as a novel and environmentally friendly sample preparation to extract lanreotide (LAN) from human urine prior to high performance liquid chromatography (HPLC) coupled to post-column derivatization (PCD). For this purpose, an ionic-liquid based sorbent was synthesized and characterized. Capsule phase microextraction combines the stirring and filtration mechanisms in a single unit, simplifying the sample preparation procedure and resulting in fast kinetics and high extraction efficiency. For the development of the CPME protocol, the main experimental parameters (e.g. sample pH and volume, adsorption and elution time, volume of elution solvent) affecting the extraction performance of the CPME protocol were systematically investigated and optimized. (Manousi et al., 2023). Post-column derivatization was performed using *o*-phthalaldehyde and *N*-acetyl cysteine at alkaline medium and the lanreotide derivative was detected spectrofluorometrically ($\lambda_{\text{ext}}/\lambda_{\text{em}} = 340/455$ nm). (Papavasileiou et al., 2023). The PCD parameters were optimized using the Box-Behnken experimental design. The analytical method was thoroughly validated using the total-error concept in terms of linearity, selectivity, precision and accuracy, limit of detection (LOD) and limit of quantification (LOQ). The developed method exhibited good overall performance, and could be applied in bioanalysis for therapeutic drug monitoring, research purposes and quality control.

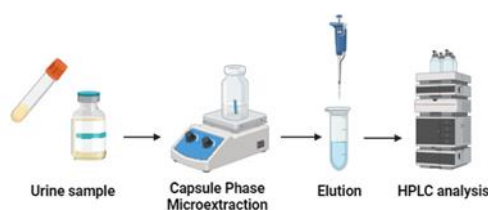


Figure: Schematic representation of CPME protocol

References

- Manousi, N., Ntorkou, M., Tzanavaras, P. & Zacharis, C. (2023). A review of bioanalytical applications of microextraction techniques combined with derivatization. *Bioanalysis*, 15, 937-954. <https://doi.org/10.4155/bio-2023-0121>.
- Papavasileiou, K., Tsiasioti, A., Tzanavaras, P. & Zacharis, C. (2022). HPLC determination of colistin in human urine using alkaline mobile phase combined with post-column derivatization: validation using accuracy profiles. *Molecules*, 27(11), 3489. <https://doi.org/10.3390/molecules27113489>.

ΠΟ-7 Προσδιορισμός της ισταμίνης σε δείγματα τροφίμων έπειτα από αντίδραση μετά τη χρωματογραφική στήλη με μορφή παλμών με το αντιδραστήριο ναφθαλενο-2,3-δικαρβοξαλδεΐδη

A. Τσιασιώτη, Π. Δ. Τζαναβάρας

Τμήμα Χημείας, Εργαστήριο Αναλυτικής Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης,
Θεσσαλονίκη, GR-54124.

email: tsiasioti@chem.auth.gr

Στην παρούσα εργασία, το αντιδραστήριο ναφθαλενο-2,3-δικαρβοξαλδεΐδη (NDA) χρησιμοποιήθηκε ως αντιδραστήριο παραγωγοποίησης με μορφή παλμών (Pulsed-post column derivatization ή Pulsed-PCD) μετά τη χρωματογραφική στήλη. Στο Pulsed-PCD, τα αντιδραστήρια εισάγονται ως παλμός στο έκλουσμα της στήλης έπειτα από ακριβή συντονισμό, επικαλύπτοντας την εκλούμενη ουσία [1]. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα την ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης αντιδραστηρίου και επομένως μπορούν να χρησιμοποιηθούν ακριβά αντιδραστήρια σε συστήματα ροής, όπως είναι το NDA. Για την ανάπτυξη της μεθόδου μελετήθηκαν οι χρωματογραφικές συνθήκες και οι συνθήκες του Pulsed-PCD και η μέθοδος επικυρώθηκε για τον προσδιορισμό της ισταμίνης στη μελιτζάνα και το σπανάκι. Επίσης, αναπτύχθηκαν δύο επιπλέον μέθοδοι που βασίζονται στην αντίδραση της ισταμίνης με την ο-φθαλαλδεΐδη (OPA), δηλαδή η κλασική αντίδραση OPA – πυρηνόφιλη ένωση και η εκλεκτική αντίδραση OPA – ισταμίνης σε αλκαλικό μέσο. Οι μέθοδοι που αναπτύχθηκαν χρησιμοποίησαν παλμό αντιδραστηρίου όγκου 50 μL , μειώνοντας έτσι την κατανάλωση αντιδραστηρίου PCD. Και στις τρεις μεθόδους τα αναλυτικά χαρακτηριστικά ήταν ικανοποιητικά.

Η ερευνητική εργασία υποστηρίχθηκε από το Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας και Καινοτομίας (ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ.) στο πλαίσιο της «3^{ης} Προκήρυξης ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. για Υποψήφιους/ες Διδάκτορες» (Αριθμός Υποτροφίας: 5341).

Αναφορές

Tsiasioti A., Zacharis C.K. & Tzanavaras P. D., (2023). Pulsed-post column derivatization coupled to green liquid chromatography for the determination of glutathione and cysteine based on thioacrylates formation. *J. Chromatogr. A*, 259, 1690. doi: 10.1016/j.talanta.2023.124488.

ΠΟ-8 Προσδιορισμοί Πολυκυκλικών Αρωματικών Υδρογονανθράκων σε φυσικά νερά με τις τεχνικές GC-MS και GC-MS/MS.

Α. Μπεινά¹, Γ. Ζαχαριάδης¹

¹Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, Πανεπιστημιούπολη, Τ.Κ. 54124
email: malexandg@chem.auth.gr

Στην εργασία αυτή γίνεται μια επισκόπηση των μεθόδων Προσδιορισμοί Πολυκυκλικών Αρωματικών Υδρογονανθράκων σε φυσικά νερά με τις τεχνικές GC-MS και GC-MS/MS.

Οι πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες (ΠΑΥ) είναι λιπόφιλες οργανικές ενώσεις που έχουν στο μόριό τους συμπυκνωμένους αρωματικούς δακτυλίου, κυρίως προϊόντα ατελούς καύσης υδρογονανθράκων. Η παρουσία τους στο περιβάλλον μπορεί να οφείλεται σε φυσικές πηγές αλλά κατά κύριο λόγο οφείλεται σε ανθρωπογενείς πηγές και κυρίως σε βιομηχανίες. Δεκαέξι από τους ΠΑΥ έχουν χαρακτηριστεί ρύποι άμεσης προτεραιότητας και πολλοί συνδέονται με καρκινογόνο και μεταλλαξιογόνο δράση. Για τους λόγους αυτούς η ανάπτυξη μεθόδων προσδιορισμού αυτών σε διάφορα υποστρώματα είναι απαραίτητη. (N. Manousi, 2021)

Οι συγκεντρώσεις τους στα νερά είναι μικρές εξαιτίας της υδροφοβικότητάς τους και για αυτό είναι απαραίτητο τουλάχιστον ένα στάδιο προσυγκέντρωσής τους με εκχύλιση. Η εκχύλιση υγρού-υγρού ήταν η πιο συνηθισμένη τεχνική και αυτή που ακολουθείται στις περισσότερες πρότυπες μεθόδους, αλλά αντικαθίσταται τα τελευταία χρόνια από πιο οικολογικές τεχνικές εξαιτίας της χρήσης μεγάλων όγκων δείγματος και διαλυτών και άλλων μειονεκτημάτων. Έδαφος έχει κερδίσει η χρήση στερεών προσροφητικών (κυρίως παραγώγων πυριτίου, αλλά και καινοτόμων νανοσωματιδιακών υλικών) ακολουθούμενη από έκπλυση με κάποιον οργανικό διαλύτη όπως στην εκχύλιση στερεάς φάσης (SPE) ή η μικροεκχύλιση στερεάς φάσης (SPME) και παραλλαγές αυτών. Επειδή οι ΠΑΥ μπορούν να εξατμιστούν χρησιμοποιείται συχνά η εκχύλιση υπερκείμενου χώρου (headspace extraction, HD-SPME) που συνδυάζεται άμεσα με την αέρια χρωματογραφία. Συχνά τα εκχυλίσματα, ειδικά αν τα δείγματα είναι επιβαρυνμένα όπως τα νερά των αποβλήτων, απαιτούν ένα επιπλέον στάδιο καθαρισμού συνήθως με κάποια προσροφητική στήλη. (Soursou Vasiliki, 2023)

Για το στάδιο του προσδιορισμού η αέρια χρωματογραφία με ανιχνευτή φασματογράφο μαζών (GC-MS) χρησιμοποιείται ευρέως στις πρόσφατες έρευνες εξαιτίας της ευαισθησίας και των χαμηλών ορίων ανίχνευσης και ποσοτικοποίησης που μπορεί να επιτύχει ιδιαίτερα αν χρησιμοποιηθούν σύγχρονες τεχνικές πολυδιάστατης χρωματογραφίας, ισοτοπικής αραίωσης και φασματοσκοπίας μαζών σε σειρά (GC-MS/MS).

Ειδικότερα, η τελευταία, αφού θραυσματοποιήσει τους αναλύτες, ξαναδιαχωρίζει επιλεγμένα θραύσματα και τα ταυτοποιεί συγκρίνοντάς τα με βιβλιοθήκες φασμάτων θραυσμάτων. Εξάγει με αυτόν τον τρόπο πιο ακριβή δεδομένα ταυτοποίησης και ποσοτικοποίησης ενώσεων, ειδικά ισομερών, σε πιο περίπλοκα δείγματα. (Puspa L. Adhikari, 2022)

Αναφορές

- N. Manousi, Kabir A., Furton K. G., Rosenberg E. & Zachariadis G. A. (2021). Capsule phase microextraction of selected polycyclic aromatic samples prior to their determination by gas chromatography-mass spectrometry. *Microchemical Journal*, 166, 106210. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2021.106210>.
- Adhikari P. L., Overton E. B., Pangeni D. & Regmi B. P. (2022). Application of individual response factors for accurate quantitation of alkylated PAH homologs in complex environmental samples using gas chromatography/triple quadrupole mass spectrometry (GC-MS/MS). *Microchemical Journal*, 174, 107074. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2021.107074>.
- Soursou Vasiliki, Campo J. & Picò Y. (2023). Revisiting the analytical determination of PAHs in environmental samples: An update on recent advances. *Trends in Environmental Analytical Chemistry*, 37, e00195. <https://doi.org/10.1016/j.teac.2023.e00195>.

ΠΟ-9 Μέθοδοι προκατεργασίας για προσδιορισμό πτητικών και ημι-πτητικών οργανικών ενώσεων σε δείγματα νερού με GC-MS και GC-MS/MS

Γ. Ευστρατιάδης¹, Γ. Ζαχαριάδης¹

¹Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 54124

email: georgioke@chem.auth.gr

Για τον προσδιορισμό πτητικών και ημι-πτητικών ενώσεων σε δείγματα νερού με αέριο χρωματογραφία συζευγμένη με φασματομετρία μάζας (GC-MS) και GC-MS/MS έχουν αναπτυχθεί αρκετές μέθοδοι προκατεργασίας, παραδοσιακές και σύγχρονες. Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται ομάδες ενώσεων όπως υδρογονάνθρακες (ξυλόλιο, τολουόλιο), κετόνες (ακετόνη), αλδεΐδες (φορμαλδεΐδη), καθώς και οξέα (μυρμηκικό, οξικό). Συγκεκριμένα, έχει γίνει προσδιορισμός ημι-πτητικών οργανικών ενώσεων στο νερό με εκχύλιση υγρού-υγρού (LLE) και GC-MS (Liu et al., 2021). Μία άλλη μέθοδος είναι η μικροεκχύλιση στερεάς φάσης (SPME) σε headspace με υποβοήθηση καθαρισμού (purging) σε συνδυασμό με GC-MS για προσδιορισμό χλωροφαινόλων και άλλων κατηγοριών ενώσεων σε δείγματα νερού, η οποία χαρακτηρίζεται από υψηλές ανακτήσεις, μικρές σχετικές τυπικές αποκλίσεις και πολύ χαμηλά όρια ανίχνευσης (Ho et al., 2008). Για την γρήγορη ανάλυση πτητικών οργανικών ενώσεων στο πόσιμο νερό έχει χρησιμοποιηθεί SPME συνδυασμένη με GC/TOF-MS με πολύ μικρούς χρόνους εκχύλισης των ενώσεων (Niri et al., 2008). Παράλληλα, έχουν αναπτυχθεί τεχνικές εκχύλισης στερεάς φάσης (SPE) για την ανάλυση διαφορετικών ειδών ρύπων (Plotka-Wasyłka et al., 2023) ενώ ενδιαφέρον παρουσιάζεται και στην ανάπτυξη μίας καινοτόμας, οικονομικής και <<πράσινης>> μεθόδου που είναι η μικροεκχύλιση διασποράς υγρού-υγρού (DLLME) συνδυασμένη με GC-MS για ανάλυση πτητικών οργανικών ενώσεων σε πόσιμο νερό (Yang et al., 2019).

Πέρα από τις μεθόδους στις οποίες γίνεται προσδιορισμός πτητικών οργανικών ενώσεων με GC-MS έχουν αναπτυχθεί και αρκετές για προσδιορισμό αυτών και με GC-MS/MS. Τέτοιες περιλαμβάνουν την χρήση μεταλλο-οργανικών πλεγμάτων (MOFs) για την εκχύλιση οργανικών ενώσεων από περιβαλλοντικά δείγματα (Manousi et al., 2021). Μία άλλη αξιοσημείωτη μέθοδος είναι η headspace-GC-MS/MS για την εξαιρετικά γρήγορη ανάλυση πτητικών οργανικών ενώσεων στα νερά. Η χρήση της τεχνολογίας MRM βελτιώνει σημαντικά την εκλεκτικότητα και ευαισθησία των προσδιορισμών (Solution for environmental analysis). Τέλος, για τον προσδιορισμό ημι-πτητικών οργανικών ενώσεων σε πόσιμο νερό έχει αναπτυχθεί μέθοδος αυτόματης εκχύλισης στερεάς φάσης με αέριο χρωματογραφία συζευγμένη με τριπλό τετράπολο φασματομετρία μάζας (TQMS) (Wang et al., 2017)..

Βιβλιογραφία

- Ho H. P., Lee R. J. & Lee M. R. (2008). Purge-assisted headspace solid-phase microextraction combined with gas chromatography-mass spectrometry for determination of chlorophenols in aqueous samples. *Journal of Chromatography A*, 1213(2), 245-8. doi: 10.1016/j.chroma.2008.10.056.
- Liu L., Zhang L., Dong X., Chen X. & Zhao C. (2021). Simultaneous determination of 46 semi-volatile organic compounds in water by liquid-liquid extraction-gas chromatography-mass spectrometry. *Chinese Journal of Chromatography*, 39(5), 510-517. doi: 10.3724/SP.J.1123.2020.07006.
- Manousi N., Zachariadis G. A. & Deliyanni E. A. (2021). On the use of metal-organic frameworks for the extraction of organic compounds from environmental samples. *Environmental Science Pollution Research International*, 28(42), 59015-59039. doi: 10.1007/s11356-020-07911-4.
- Niri V. H., Bragg L. & Pawliszyn J. (2008). Fast analysis of volatile organic compounds and disinfection by-products in drinking water using solid-phase microextraction-gas chromatography/time-of-flight mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 1201(2), 222-7. doi: 10.1016/j.chroma.2008.03.062.
- Plotka-Wasyłka J., Jatkowska N., Paszkiewicz M., Caban M., Fares M., Doğan A., Garrigues S., Manousi N., Kalogiouri N., Nowak P., Samanidou V. & Guardia M. (2023). Miniaturized solid phase extraction techniques for different kind of pollutants analysis: State of the art and future perspectives – PART 2. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 165, 117140. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2023.117140>.
- Solutions for Environmental Analysis. Ultra-Fast Analysis of Volatile Organic Compounds in Water By Headspace-GC-MS/MS. https://www.shimadzu.com/an/sites/shimadzu.com/an/files/pim/pim_document_file/applications/application_note/10724/apz18010.pdf
- Wang W., Liang X., Tian L. & Guo R. (2017). Determination of semi-volatile organic compounds in the source of drinking water by gas chromatography triple quadruples mass spectrometry with auto solid phase extraction. *Wei Sheng Yan Jiu*, 46(4), 645-657
- Yang X., Wang C., Shao H. & Zheng Q. (2019). Non-targeted screening and analysis of volatile organic compounds in drinking water by DLLME with GC-MS. *Science of the Total Environment*, 694, 133494. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.07.300>.

ΠΟ-10 Ανάπτυξη και επικύρωση μεθόδου LC-QTOF-MS/MS για τον προσδιορισμό βιοδραστικών ενώσεων σε άνθη

Π. Δ. Μητσικάρης¹, Ι. Μουρτζίνος², Ο. Μενκίσογλου-Σπηρούδη³, Α. Παπαδόπουλος¹, Ν. Π. Καλογιούρη⁴

¹Εργαστήριο Χημικής Βιολογίας, Τμήμα Επιστημών Διατροφής και Διαιτολογίας, Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδος, Σίνδος, Θεσσαλονίκη GR-57400

²Εργαστήριο Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων, Τμήμα Γεωπονίας, ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη, GR-54124

³Εργαστήριο Γεωργικών Φαρμάκων, Τμήμα Γεωπονίας, ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη, GR-54124

⁴Εργαστήριο Αναλυτικής Χημείας, Τμήμα Χημείας, ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη, GR-54124

E-mail: kalogiourin@chem.auth.gr

Στην παρούσα έρευνα πραγματοποιήθηκε ανάπτυξη και επικύρωση μίας μεθόδου LC-QTOF-MS/MS για τον προσδιορισμό βιοδραστικών ενώσεων λουλουδιών που ανήκουν στα είδη *Rosa damascena* (4 διαφορετικοί γονότυποι) και *Rosa Centifolia* (3 διαφορετικοί γονότυποι). Αρχικά, χρησιμοποιώντας το σχεδιασμό αποκριτικών επιφανειών (Response Surface Methodology, RSM), βελτιστοποιήθηκαν ορισμένοι παράμετροι της διαδικασίας εκχύλισης, και συγκεκριμένα η αναλογία μάζας ξηρού δείγματος προς τον όγκο του διαλύτη και η αναλογία μεθανόλης και νερού στο διαλύτη. Οι τιμές απόκρισης που ελέγχθηκαν ήταν το ποσοστό ανάκτησης διαφόρων φαινολικών ενώσεων που ανήκουν σε διαφορετικές υποκατηγορίες (Kalogiouri et al., 2020). Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η βέλτιστη αναλογία μάζας δείγματος προς όγκο διαλύτη είναι 11 mg mL⁻¹, και η βέλτιστη σύσταση του διαλύτη είναι 70:30 v/v MeOH:H₂O. Στη συνέχεια διενεργήθηκαν στοχευμένη, «ύποπτη» και μη-στοχευμένη σάρωση πάνω στα δείγματα. Τα αποτελέσματα της στοχευμένης σάρωσης έδειξαν την παρουσία έντεκα φαινολικών ενώσεων, οι οποίες παρουσίασαν χαμηλά όρια ποσοτικοποίησης (έως και 0.048 ng mg⁻¹) και ικανοποιητικές τιμές ανάκτησης (RE = 85-107 %). Είκοσι οκτώ ενώσεις ταυτοποιήθηκαν μέσω της «ύποπτης» σάρωσης. Τα αποτελέσματα της μη-στοχευμένης σάρωσης αξιοποιήθηκαν για την αξιολόγηση του μεταβολικού αποτύπωματος των δειγμάτων, ενώ η βιβλιοθήκη φυσικών προϊόντων της SCIEX χρησιμοποιήθηκε για την ταυτοποίηση των άγνωστων ενώσεων. Τέλος, αναπτύχθηκαν χημειομετρικά μοντέλα μοντέλα OPLS-DA και O2PLS-DA για την ομαδοποίηση των δειγμάτων ανάλογα με το είδος και το γονότυπό τους αντίστοιχα (Biancolillo et al., 2020). Ο αλγόριθμος VIP (Variance Importance in Projection) χρησιμοποιήθηκε σε συνδυασμό με τη βιβλιοθήκη της SCIEX για την εύρεση χαρακτηριστικών δεικτών για το κάθε είδος (Peña-Herrera et al., 2020).

Ευχαριστίες

Οι συγγραφείς θα ήθελαν να ευχαριστήσουν το Διεπιστημονικό Κέντρο Αγροδιατροφής (ΚΕΑΓΡΟ) του ΑΠΘ για την εξασφάλιση της εισόδου στις εγκαταστάσεις του.

Βιβλιογραφία

- Biancolillo, A.; Marini, F.; Ruckebusch, C. & Vitale, R. (2020). Chemometric Strategies for Spectroscopy-Based Food Authentication. *Appl. Sci.*, 10(18), 6544. <https://doi.org/10.3390/APP10186544>.
- Kalogiouri, N. P.; Aalizadeh, R.; Dasenaki, M. E. & Thomaidis, N. S. (2020). Application of High Resolution Mass Spectrometric Methods Coupled with Chemometric Techniques in Olive Oil Authenticity Studies - A Review. *Anal. Chim. Acta*, 1134, 150–173. <https://doi.org/10.1016/J.ACA.2020.07.029>
- Peña-Herrera, J. M.; Montemurro, N.; Barceló, D. & Pérez, S. (2020). Combining Quantitative and Qualitative Approaches Using Sequential Window Acquisition of All Theoretical Fragment-Ion Methodology for the Detection of Pharmaceuticals and Related Compounds in River Fish Extracted Using a Sample Miniaturized Method. *J. Chromatogr. A*, 1620, 461009. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2020.461009>.

ΠΟ-11 Ανάπτυξη και επικύρωση μεθόδου HPLC-DAD για τον προσδιορισμό τεσσάρων μη στεροειδών αντιφλεγμονωδών φαρμάκων σε δείγματα μητρικού γάλακτος μετά από εκχύλιση στερεάς φάσης με χρήση μοριακά αποτυπωμένων πολυμερών

B. Καυάλη¹, E. Καψούρα¹, K. Abuzar², K. G. Furton², N. Καλογιούρη¹, B. Σαμανίδου¹

¹Εργαστήριο Αναλυτικής Χημείας, Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 54124

²International Forensic Research Institute, Department of Chemistry and Biochemistry, Florida International University, Miami, FL 33199, USA
e-mail: samanidu@chem.auth.gr

Η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στην ανάπτυξη και επικύρωση μίας μεθόδου Υγρής Χρωματογραφίας Υψηλής Πίεσης (HPLC), με ανιχνευτή παράταξης φωτοδιόδων (DAD) για τον προσδιορισμό τεσσάρων αντιφλεγμονωδών ουσιών σε δείγματα ανθρώπινου μητρικού γάλακτος. Οι ενώσεις που μελετήθηκαν ήταν η ιβουπροφαίνη, η κετοπροφαίνη, η ναπροξένη και η δικλοφαινάκη. Η προκατεργασία των δειγμάτων έγινε με εκχύλιση στερεάς φάσης (Solid Phase Extraction - SPE) σε συνδυασμό με μοριακά αποτυπωμένα πολυμερή (Molecularly Imprinted Polymers - MIPs) ως υλικό πλήρωσης (MIPSPE). Η ανάπτυξη της μεθόδου περιλαμβάνει τη βελτιστοποίηση διαφόρων παραμέτρων τόσο στην προκατεργασία του δείγματος, όσο και στην ανάλυση. Μελετήθηκαν και βελτιστοποιήθηκαν: η μάζα του προσροφητικού υλικού, ο χρόνος φόρτωσης δείγματος, ο όγκος φόρτωσης του δείγματος, ο τύπος του διαλύτη έκλουσης, ο όγκος του διαλύτη έκλουσης, η ταχύτητα ροής της έκλουσης, όπως και ο τρόπος προκατεργασίας του γάλακτος. Τα αποτελέσματα της επικύρωσης δείχνουν ότι η αναπτυχθείσα μέθοδος HPLC-DAD είναι ακριβής και ευαίσθητη. Ένα από τα μεγαλύτερα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι η εκλεκτικότητα που επιτυγχάνεται με τη χρήση των MIP κατά την προκατεργασία. Τα ποσοστά ανάκτησης των ενώσεων από το υπόστρωμα του μητρικού γάλακτος είναι ικανοποιητικά, υποδεικνύοντας την αποτελεσματικότητα της SPE. Τέλος, τα MIPs δίνουν τη δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης, πράγμα που καθιστά τη μέθοδο και οικονομική. Η μέθοδος εφαρμόστηκε σε πραγματικά δείγματα.

ΠΟ-12 Ο ρόλος του ηλεκτροδίου φιλμ βισμούθιου (BiFE) στην ηλεκτροανάλυση βαρέων μετάλλων (Cd, Pb) σε αστικά εδάφη – Προβλήματα και προοπτικές

B. Κεραμάρη¹, Ο. Δ. Κάντζου², Χ. Ξαγοράρης², Ε. Ε. Γκόλια², Σ. Γηρούση¹

¹Εργαστήριο Αναλυτικής Χημείας, Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 54124

²Εργαστήριο Εδαφολογίας, Τμήμα Γεωπονίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 54124

Η ρύπανση του εδάφους των αστικών βαρέων μετάλλων (HMs) αποτελεί παγκόσμια σημαντική περιβαλλοντική ανησυχία. Για την παρακολούθηση της ρύπανσης του εδάφους στην πόλη της Θεσσαλονίκης, συλλέχθηκαν δείγματα επιφανειακού εδάφους από αστικούς χώρους πρασίνου το 2021-2022. Δύο αναλυτικές τεχνικές χρησιμοποιήθηκαν για τον ποσοτικό προσδιορισμό των HMs: φασματοσκοπία ατομικής απορρόφησης (AAS) και φούρνος φλόγας και γραφίτη και ανοδική βολταμετρία απογύμνωσης (ASV). Από το έτος 2000, τα ηλεκτρόδια μεμβράνης βισμούθιου (Bi-FEs) έχουν γίνει ένα ελκυστικό νέο αντικείμενο ηλεκτροανλυτικής έρευνας ως πιθανή αντικατάσταση των ηλεκτροδίων υδραργύρου (Wang et al., 2000). Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το βισμούθιο είναι ένα φιλικό προς το περιβάλλον στοιχείο, με πολύ χαμηλή τοξικότητα (όπως ονομάζεται «πράσινο μέταλλο») (Wang et al. 2000). Οι Bi-FE έχουν αυξανόμενη ζήτηση ως μεταλλικοί αισθητήρες, όχι μόνο για το ευρύ φάσμα περιβαλλοντικών και κλινικών εφαρμογών τους αλλά και για την υψηλή ευαισθησία τους, αλλά και την ευνοϊκή ικανότητα διαχωρισμού των κορυφών για διαφορετικά μέταλλα (Anastasiadou et al., 2011). Για όλα αυτά τα πλεονεκτήματα, το πεδίο εφαρμογής τους στον προσδιορισμό ανόργανων και οργανικών χημικών οντοτήτων διευρύνεται συνεχώς. Προκειμένου να ξεπεραστεί η παρεμβολή μεταξύ των HMIs, μια μελλοντική τάση μπορεί να είναι η τροποποίηση της επιφάνειας του ηλεκτροδίου με την εφαρμογή νανοσωματιδίων. Αυτά τα ηλεκτρόδια βασίζονται στην τροποποίηση ενός αγώγιμου υποστρώματος και στοχεύουν στην παραγωγή ενός ηλεκτροδίου κατάλληλου για μια συγκεκριμένη εφαρμογή. Τα παραγόμενα ηλεκτρόδια έχουν διαφορετικές ιδιότητες από εκείνες των αρχικών, μη τροποποιημένων υποστρωμάτων. Η ανίχνευση του Cd και του Pb μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω τροποποιημένων επιφανειών ηλεκτροδίων που βασίζονται σε νανοσωματίδια, όπως ο χρυσός (AuNPs), ο κασσίτερος (SnNPs) ή το μαγγάνιο (IV) (MnCo₂O₄ NPs) (Simona et al., 2020; Vesna et al., 2019).

Στην παρούσα μελέτη επικυρώνεται μια ευαίσθητη βολταμετρική μέθοδος, για τον βολταμετρικό προσδιορισμό χωρίς παρεμβολές, απογύμνωσης Cd και Pb σε αστικά εδάφη, στο BiFE. Τα αποτελέσματα και των δύο μεθόδων AAS και ASV συσχέτιστηκαν ικανοποιητικά και έδειξαν ότι η συγκέντρωση και των δύο μετάλλων είναι χαμηλότερη από τις οριακές τιμές, αλλά με αυξητική τάση. Ως εκ τούτου, η συνεχής παρακολούθηση των επιπέδων μετάλλων στο πολεοδομικό συγκρότημα της πόλης είναι απαραίτητη και θέμα μεγάλης σημασίας.

Λέξεις κλειδιά: HMs, Ηλεκτρόδιο φιλμ βισμούθιου, Νανοσωματίδια

Αναφορές

- Anastasiadou Z. D., Sipaki I., Jannakoudakis P. D. & Girousi S. T., (2011). Square-Wave Anodic Stripping Voltammetry (SWASV) for the Determination of Ecotoxic Metals, Using a Bismuth-Film Electrode. *Analytical Letters*, 44(5), 761-77. <https://doi.org/10.1080/00032711003790023>.
- Sawan S., Maalouf R., Errachid A. & Jaffrezic-Renault N. (2020). Metal and metal oxide nanoparticles in the voltammetric detection of heavy metals: A review. *TrAC*, 131, 116014. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2020.116014>.
- Antunović V., Ilić M., Baošić R., Jelić D. & Lolić A., (2019). Synthesis of MnCo₂O₄ nanoparticles as modifiers for simultaneous determination of Pb(II) and Cd(II). *Public Library of Science*, 14(2), e0210904. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0210904>.
- Wang, J., Lu, J., Hocevar, S. B., Farias, P. A. M. & Ogorevc, B., (2000). Bismuth-coated carbon electrodes for anodic stripping voltammetry. *Anal. Chem.*, 2(14), 3218-22. <https://doi.org/10.1021/ac000108x>.

ΠΟ-13 Μικροεκχύλιση στατινών από δείγματα ούρων με κάψουλα στηριζόμενη στο σύνθετο προσροφητικό υλικό sol-gel Carbowax 20M-αμφοτεरिकό ιοντικό υγρό πριν από την ανάλυση με HPLC

A. Κεχαγιά¹, N. Μανούση¹, A. Kabir², K. G. Furton², K. K. Ζαχαρής¹

¹ Εργαστήριο Φαρμακευτικής Ανάλυσης, Τμήμα Φαρμακευτικής, ΑΠΘ, Ελλάδα.

² Τμήμα Χημείας και Βιοχημείας, Διεθνές Πανεπιστήμιο της Φλόριντα, Μαϊάμι, ΗΠΑ
email: nmanousi@chem.auth.gr

Στη βιοανάλυση, η προκατεργασία δείγματος αποτελεί βασικό στάδιο της αναλυτικής πορείας για την προσυγκέντρωση των επιθυμητών ενώσεων και την απομάκρυνση των παρεμποδίσεων από τα βιολογικά υγρά. Ωστόσο, λόγω της υψηλής κατανάλωσης χημικών αντιδραστηρίων, το στάδιο αυτό έχει σημαντικό αντίκτυπο στο περιβάλλον. Έτσι, τα τελευταία χρόνια έχει γίνει ανάπτυξη διάφορων τεχνικών προκατεργασίας δείγματος με στόχο την αύξηση της αποτελεσματικότητάς τους και την μείωση της κατανάλωσης οργανικών διαλυτών. Μία καινοτόμα τεχνική προκατεργασίας δείγματος αποτελεί η μικροεκχύλιση με κάψουλα κατά την οποία η εκχύλιση των προσδιοριζόμενων ενώσεων λαμβάνει χώρα με τη βοήθεια μίας πορώδους κάψουλας που περιέχει ένα sol-gel προσροφητικό υλικό και έναν κυλινδρικό μαγνήτη, ενσωματώνοντας τους μηχανισμούς ανάδευσης και διήθησης.

Στη συγκεκριμένη μελέτη συντέθηκε και χρησιμοποιήθηκε μία νέα πλατφόρμα μικροεκχύλισης με κάψουλα με βάση το σύνθετο προσροφητικό υλικό sol-gel Carbowax 20M/3-[(3-χολαμιδοπροπυλ)διμεθυλαμμωνιο]-1-προπανοσουλφονικό άλας για την εκχύλιση τεσσάρων στατινών (πραβαστατίνη, ροσουβαστατίνη, πιταβαστατίνη, και ατορβαστατίνη) από δείγματα ούρων. Το νέο σύνθετο αποτελείται από το αμφοτεरिकό ιοντικό υγρό, και από το ουδέτερο, πολικό πολυμερές Carbowax 20M. Αυτή η ειδική ιδιότητα του σύνθετου προσροφητικού υλικού εξαλείφει την αναγκαιότητα της ρύθμισης του pH του δείγματος και κατά συνέπεια απλοποιεί τη συνολική πορεία κατά την προκατεργασία των δειγμάτων. Η αναλυτική μέθοδος βελτιστοποιήθηκε ώστε να επιτευχθεί η μέγιστη δυνατή απόδοση εκχύλισης των προσδιοριζόμενων ενώσεων και κατόπιν επικυρώθηκε ως προς τη γραμμικότητα, την ακρίβεια, την επαναληψιμότητα, τα όρια ανίχνευσης και τα όρια ποσοτικοποίησης (LOQ). Για όλες τις προσδιοριζόμενες ουσίες, το LOQ ήταν 0,10 μg mL⁻¹. Οι σχετικές ανακτήσεις ήταν αποδεκτές και κυμαίνονταν μεταξύ 83,4 – 116 % σε όλες τις περιπτώσεις, και επαναληψιμότητα της μεθόδου ήταν καλύτερη από 10,4%. Σύμφωνα με τον δείκτη ComplexGAPI, η προτεινόμενη μέθοδος εμφανίζει πράσινο χαρακτήρα.

ΠΟ-14 Ανάπτυξη καινοτόμων αυτόματων συστημάτων εκχύλισης στερεάς φάσης για τον προσδιορισμό μετάλλων σε περιβαλλοντικά δείγματα

N. Μανούση¹, A. Kabir², K. G. Furton², Γ. Α. Ζαχαριάδης¹, Α. Ανθεμίδης¹

¹ Εργαστήριο Αναλυτικής Χημείας, Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 54124, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα

² Τμήμα Χημείας και Βιοχημείας, Διεθνές Πανεπιστήμιο της Φλόριντα, Μαϊάμι, ΗΠΑ
email: anthemid@chem.auth.gr

Η ανάπτυξη αυτόματων συστημάτων ανάλυσης εμφανίζει πολλά πλεονεκτήματα όπως η μείωση της κατανάλωσης οργανικών διαλυτών και αποβλήτων, η μείωση της έκθεσης του χειριστή σε τοξικά αντιδραστήρια και η αποφυγή ανθρώπινου σφάλματος καθώς επίσης η βελτίωση των χαρακτηριστικών απόδοσης των αναλυτικών μεθόδων. Τα τοξικά μέταλλα όπως ο μόλυβδος και το κάδμιο μπορεί να προκαλέσουν ανεπιθύμητες επιπτώσεις τόσο στην ανθρώπινη υγεία όσο και στο οικοσύστημα. Συνεπώς, ο ποσοτικός προσδιορισμός τους σε περιβαλλοντικά δείγματα είναι ιδιαίτερα σημαντικός. Επειδή οι συγκεντρώσεις των μετάλλων στα περιβαλλοντικά δείγματα είναι συνήθως ιδιαίτερα χαμηλές και συνεπώς απαιτείται κάποιο στάδιο προσυγκέντρωσης πριν από τον προσδιορισμό τους με φασματοσκοπικές τεχνικές όπως η φασματομετρία ατομικής απορρόφησης φλόγας (FAAS) και η φασματομετρία ατομικής εκπομπής επαγωγικά συζευγμένου πλάσματος (ICP-AES). Οι σύγχρονες τάσεις της αναλυτικής χημείας είναι προς την ανάπτυξη καινοτόμων προσροφητικών υλικών με υψηλή συγγένεια ως προς τις προσδιοριζόμενες ενώσεις και υψηλή αποτελεσματικότητα. Σε αυτή την εργασία συνοψίζονται ορισμένες πρόσφατες εξελίξεις στην ανάπτυξη αυτόματων συστημάτων για τον προσδιορισμό μετάλλων σε περιβαλλοντικά δείγματα.

Στην εργασία αυτή παρουσιάζονται τέσσερα πρωτότυπα αυτόματα συστήματα βασισμένα στην πλατφόρμα Lab-In-Syringe (LIS) για τον προσδιορισμό τοξικών μετάλλων. Ειδικότερα αναπτύχθηκε για πρώτη φορά σύστημα μικροεκχύλισης LIS με αφρό πολυουρεθάνης για την εκχύλιση Cd και Pb σε συνδυασμό με FAAS, μια πλατφόρμα LIS για την αυτόματη εκχύλιση με δίσκους υφάσματος σε συνδυασμό της τεχνικής της οπισθεκχύλισης μετάλλων σε συνδυασμό με ICP-AES και τέλος ένα νέο σύστημα προσυγκέντρωσης στήλης με έγχυση σε ροή βασισμένο σε προσροφητικό υλικό με βάση το πυρίτιο τροποποιημένο με sol-gel θειοκυανοπρότυλο ομάδες για τον πολυστοιχειακό προσδιορισμό τοξικών μετάλλων σε συνδυασμό με ICP-AES και επίσης για τον προσδιορισμό του Cd, Co, Cu και Pb σε συνδυασμό με FAAS.

ΠΟ-15 Ανάπτυξη συστήματος lab-in-syringe για τον αυτόματο προσδιορισμό υδραργύρου με CVAAS βασισμένο σε εκχύλιση με αφρό πολυουρεθάνης

N. Μανούση¹, Α. Ανθεμίδης¹

¹ Εργαστήριο Αναλυτικής Χημείας, Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 54124

email: anthemid@chem.auth.gr

Ο υδράργυρος είναι ένα μέταλλο με πολύ υψηλή τοξικότητα και η έκθεση του ανθρώπου σε αυτόν μπορεί να προκαλέσει από σοβαρές νευρολογικές διαταραχές έως και θάνατο. Ως εκ τούτου, υπάρχει μια συνεχής ανάγκη παρακολούθησης των επιπέδων του υδραργύρου σε περιβαλλοντικά δείγματα, τρόφιμα αλλά και βιολογικά δείγματα. Λόγω των εξαιρετικά χαμηλών ορίων συγκέντρωσης του υδραργύρου που έχουν θεσπιστεί από τους διεθνείς οργανισμούς, συνήθως απαιτείται ένα βήμα διαχωρισμού και/ή προσυγκέντρωσης πριν τον τελικό προσδιορισμό του ώστε να επιτευχθεί κατάλληλη ευαισθησία και ακρίβεια. Σε αυτή την εργασία αναπτύχθηκε μια αυτόματη πλατφόρμα Lab-In-Syringe (LIS) βασισμένη στην εκχύλιση στερεάς φάσης και τη φασματομετρία ατομικής απορρόφησης ψυχρού ατμού (CVAAS) για τον προσδιορισμό του ανόργανου υδραργύρου. Η μέθοδος βασίζεται στον on-line σχηματισμό συμπλόκου με κατάλληλο αντιδραστήριο και την προσρόφηση του σε αφρό πολυουρεθάνης (PUF) που τοποθετήθηκε στο εσωτερικό της σύριγγας του συστήματος LIS. Η έκλυση και αναγωγή του προσροφημένου υδραργύρου έγινε με αναρρόφηση μιας ποσότητας SnCl₂ σε διάλυμα HCl. Οι ατμοί υδραργύρου που προέκυψαν οδηγήθηκαν στην κυψελίδα της ατομικής απορρόφησης με την εισαγωγή ρεύματος αέρα μέσω του PUF. Το σύστημα βελτιστοποιήθηκε για την επίτευξη της υψηλότερης δυνατής αποτελεσματικότητας και η μέθοδος επικυρώθηκε ως προς τη γραμμικότητα, την ακρίβεια, την επαναληψιμότητα, το όριο ανίχνευσης και το όριο ποσοτικής αποτίμησης. Τέλος, πραγματοποιήθηκε εφαρμογή της μεθόδου σε περιβαλλοντικά δείγματα.

ΑΝΟΡΓΑΝΗ ΚΑΙ ΒΙΟΑΝΟΡΓΑΝΗ ΧΗΜΕΙΑ – ΝΑΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

ΠΟ-16 Δομή και βιολογική δράση συμπλόκων ενώσεων του δημητρίου(III) με μη-στεροειδή αντιφλεγμονώδη φάρμακα (ΜΣΑΦ)

Β. Χρυσουλίδης¹, Σ. Περόντσης, Α. Χατζηδημητρίου, Γ. Ψωμάς
Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 54124
email:vladchrys@gmail.com

Τα μη-στεροειδή αντιφλεγμονώδη φάρμακα (ΜΣΑΦ) αποτελούν μία κατηγορία φαρμάκων μεταξύ των πιο συχνά χρησιμοποιούμενων στο εμπόριο και είναι γνωστά για την αναλγητική, αντιφλεγμονώδη και αντιυπερική τους δραστηριότητα. Ο κύριος τρόπος δράσης τους συνίσταται στην εμπόδιση του σχηματισμού των προσταγλανδινών, ο οποίος διαμεσολαβείται από την κυκλοοξυγενάση (COX). Παράλληλα με αυτές τους τις ιδιότητες, τα ΜΣΑΦ επιδεικνύουν και αντικαρκινικές ιδιότητες μέσω της πρόκλησης του αποπτωτικού θανάτου καρκινικών κυτταρικών σειρών ή μέσω της συνεισφοράς τους στη δράση κάποιων συγκεκριμένων αντικαρκινικών φαρμάκων. Πιθανότατα εκφράζουν αυτή τους τη δραστηριότητα με μηχανισμούς ανεξάρτητους από την COX, ρυθμίζοντας τον πολλαπλασιασμό και το θάνατο των καρκινικών κυττάρων με έλλειψη της COX, και με απόπτωση δια της ενεργοποίησης των κασπασών ή με μηχανισμούς στους οποίους συμμετέχουν ελεύθερες ρίζες (Psomas et al., 2013). Έχει παρατηρηθεί ότι όταν τα ΜΣΑΦ συμπλοκοποιούνται με μεταλλικά ιόντα αποκτούν θεραπευτικές ιδιότητες μεγαλύτερης ισχύος από αυτές των φαρμάκων καθεαυτών (Banti et al., 2016). Οι ενώσεις συναρμογής των λανθανίδων(III) έχουν προσελκύσει το ενδιαφέρον των επιστημόνων λόγω των διαφόρων βιολογικών τους ιδιοτήτων, όπως της αντιβακτηριακής, αντικαρκινικής, αντιφλεγμονώδης και αντιπηκτικής δράσης (Kusrini et al., 2020).

Σε αυτό το πλαίσιο, παρασκευάστηκαν και απομονώθηκαν σύμπλοκες ενώσεις του δημητρίου(III) με διάφορα ΜΣΑΦ. Τα σύμπλοκα χαρακτηρίστηκαν δομικά και φασματοσκοπικά και η βιολογική τους δράση αξιολογήθηκε *in vitro* μέσω της αλληλεπίδρασης με το calf-thymus DNA, της συγγένειας για την ανθρώπινη και βόεια αλβουμίνη και της αντιοξειδωτικής του δράσης έναντι των ελευθέρων ριζών 1,1-diphenyl-picrylhydrazyl (DPPH), και 2,2'-azinobis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS).

Η παρούσα μελέτη αποτελεί μέρος της μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας του Β. Χρυσουλίδη, σύμφωνα με το πρόγραμμα σπουδών του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών «Ανόργανη Βιολογική Χημεία» που λειτουργεί στο Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων σε συνεργασία με τα Τμήματα Χημείας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, του Εθνικού Καποδιστριακού Πανεπιστημίου, του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου, του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, του Πανεπιστημίου Πατρών, του Πανεπιστημίου Κρήτης και του Πανεπιστημίου Κύπρου.

Αναφορές

- Banti, C.N. & Hadjikakou, S.K. (2016). Non-Steroidal Anti-Inflammatory Drugs (NSAIDs) in Metal Complexes and Their Effect at the Cellular Level. *European Journal of Inorganic Chemistry*, 2016(19), 3048–3071. <https://doi.org/10.1002/ejic.201501480>
- Kusrini E., Hashim F., Saleh M. I., Adnan R., Usman A., Zakaria I. N., Prihandini W. W., Putra N. & Prasetyanto E. A. (2020). *J. Mat. Sci.*, 55, 9795-9811. <https://doi.org/10.1007/s10853-020-04793-2>.
- Psomas G. & Kessissoglou D. P. (2013). Quinolones and non-steroidal anti-inflammatory drugs interacting with copper(II), nickel(II), cobalt(II) and zinc(II): structural features, biological evaluation and perspectives. *Dalton Trans.*, 42, 6252-6276. <https://doi.org/10.1039/C3DT50268F>

ΠΟ-17 Eu³⁺ And Ligand-Doped Metal-Organic Frameworks for White-Light Emission

A. Psalti¹, A. Pournara², M. J. Manos², A. Hatzidimitriou¹, T. Lazarides¹

¹Laboratory of Inorganic Chemistry, Department of Chemistry, Aristotle University of Thessaloniki, Thessaloniki, 54124

²Laboratory of Inorganic Chemistry, Department of Chemistry, University of Ioannina, Ioannina, 45110
email: aepsalti@chem.auth.gr

Luminescent lanthanide ions (Ln³⁺), with their unique luminescence characteristics including sharp atomic-like emission spectra and long lifetimes reaching the order of milliseconds, are favourable luminophores for a wide range of applications spanning the fields of telecommunications, sensors and lighting. (Binnemans, 2015; Bünzli et al., 2005) In this contribution we present a series of mixed-lanthanide and mixed-ligand MOFs featuring the same bridging ligand within three different structural types, showing structure-dependent emissions across the visible region, thereby constituting favorable platforms for white-light luminescence. We investigated the effect of different doping levels in both the red emitting Eu³⁺ and the blue-green emitting amino derivative of the bridging ligand, into the parent frameworks. Detailed photophysical studies reveal emission quantum yields of up to 87%, for Eu³⁺-doped materials, and up to 17% for Eu³⁺-and-ligand-doped materials. Time resolved measurements at both room temperature and 77 K, show strong evidence of thermally activated energy transfer pathways within the frameworks. Furthermore, we carry out fine tuning of the emission profiles by careful adjustment of ligand-and-metal doping levels to achieve white-light luminescence. Overall, this work demonstrates the ability to fine tune the combined emission characteristics of a collection of chromophores by their incorporation in different structural platforms.

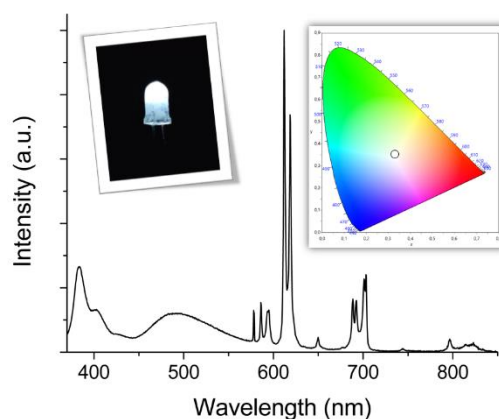


Figure 1. Emission spectrum, chromaticity diagram (right inset) and coated UV-LED bulb of the white light-emitting material ($\lambda_{exc} = 365$ nm).



The research work was supported by the Hellenic Foundation for Research and Innovation (HFRI) under the 3rd Call for HFRI PhD Fellowships (Fellowship Number 06322).

References

- Binnemans, K. (2015). Interpretation of europium(III) spectra. *Coordination Chemistry Reviews*, 295, 1–45. <https://doi.org/10.1016/j.ccr.2015.02.015>
- Bünzli, J.-C. G., & Piguet, C. (2005). Taking advantage of luminescent lanthanide ions. *Chemical Society Reviews*, 34(12), 1048–1077. <https://doi.org/10.1039/B406082M>.

ΠΟ-18 Σύμπλοκες ενώσεις του Co(II) και Zn(II) με μη-στεροειδή αντιφλεγμονώδη φάρμακα. Σύνθεση, χαρακτηρισμός και βιολογική δράση

Δ. Κόκκαλης¹, Α. Χατζηδημητρίου¹, Γ. Ψωμάς¹

¹Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 54124.
email: dakokkal@chem.auth.gr, gepsomas@chem.auth.gr

Ο κύριος βιολογικός ρόλος του Co εντοπίζεται στο ενεργό κέντρο της βιταμίνης B12 που αποτελεί συμπράγοντα στον μεταβολισμό των λιπαρών οξέων και αμινοξέων αλλά και στην σύνθεση του DNA (Yamada, 2013). Από την άλλη πλευρά, ο Zn μπορεί να βρεθεί σε μία πληθώρα ενζύμων όπως η καρβονική ανυδράση, η καρβοξυπεπτιδάση-A και η σουπεροξειδική δισμουτάση Cu-Zn. Ο ψευδάργυρος είναι απαραίτητος για την ανάπτυξη σε όλες τις μορφές ζωής και έχει προταθεί ότι έχει ευεργετικά και θεραπευτικά αποτελέσματα σε μολυσματικές ασθένειες (Crichton, 2019).

Τα μη-στεροειδή αντιφλεγμονώδη φάρμακα (ΜΣΑΦ) αποτελούν μία από τις μεγαλύτερες εμπορικά διαθέσιμες κατηγορίες φαρμάκων και χρησιμοποιούνται για να θεραπεύσουν τον πόνο, τον πυρετό και τη φλεγμονή. Ακόμη, πολλά από αυτά έχουν δείξει και αντιπολλαπλασιαστικές ιδιότητες για τα κύτταρα. Τα ΜΣΑΦ λόγω των ιοντιζόμενων μορφών τους στο πλάσμα μπορούν και προσδένουν στις πρωτεΐνες του πλάσματος και εμφανίζουν αμφιφιλικές ιδιότητες. Τα ΜΣΑΦ κατηγοριοποιούνται σε διάφορες κατηγορίες και περιέχουν υδροφιλικές ομάδες, π.χ. καρβοξυλική ομάδα, και λιποφιλικές ομάδες, π.χ. αρωματικοί δακτύλιοι (Banti et al., 2016). Παράγωγα του 2-φαινυλπροπιονικού οξέος, όπως η φαινοπροφαΐνη, η φλουριβιπροφαΐνη και η κετοπροφαΐνη, χρησιμοποιούνται για τη θεραπεία της ρευματοειδούς αρθρίτιδας ενώ η λοξοπροφαΐνη χρησιμοποιείται ως προφάρμακο και είναι μη-εκλεκτικός αναστολέας των ενζύμων COX (Malis et al., 2021; Gouda et al. 2019).

Στην παρούσα εργασία, παρουσιάζεται η σύνθεση, ο χαρακτηρισμός και η βιολογική δράση συμπλόκων ενώσεων του Co(II) και Zn(II) με ΜΣΑΦ. Τα σύμπλοκα χαρακτηρίστηκαν με φασματοσκοπικές μεθόδους, όπως φασματοσκοπία IR, UV-Vis και κρυσταλλογραφία ακτίνων-X μονοκρυστάλλου. Διερευνήθηκε η αλληλεπίδραση των συμπλόκων ενώσεων αυτών με βιομόρια, όπως CT-DNA, HSA και BSA, και εκτιμήθηκε η αντιοξειδωτική δράση αυτών.

Αναφορές

- Banti, C.N. & Hadjikakou, S.K. (2016). Non-Steroidal Anti-Inflammatory Drugs (NSAIDs) in Metal Complexes and Their Effect at the Cellular Level. *European Journal of Inorganic Chemistry*, 2016(19), 3048–3071. <https://doi.org/10.1002/ejic.201501480>
- Crichton, R. R. (2019). Zinc – Lewis Acid and Gene Regulator. *Biological Inorganic Chemistry (3rd ed.)*, 339–362. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811741-5.00012-6>.
- Gouda, A.M., Beshr, E.A., Almalki, F.A., Hisham, H., Taj, B.F., Alnafaei, A.F. & Halawah, M.S. (2019). Arylpropionic acid-derived NSAIDs: New insights on derivatization, anticancer activity and potential mechanism of action. *Bioorganic Chemistry*, 92, 103224. <https://doi.org/10.1016/j.bioorg.2019.103224>.
- Malis, G., Geromichalou, E., Geromichalos, G.D., Hatzidimitriou, A.G. & Psomas, G. (2021). Copper(II) complexes with non-steroidal anti-inflammatory drugs: Structural characterization, in vitro and in silico biological profile. *Journal of Inorganic Biochemistry*, 224, 111563. <https://doi.org/10.1016/j.jinorgbio.2021.111563>
- Yamada, K. (2013). Cobalt: Its Role in Health and Disease. Interrelations Between Essential Metal Ions and Human Diseases, *Met. Ions Life Sci.*, 13, 295–320.

ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ

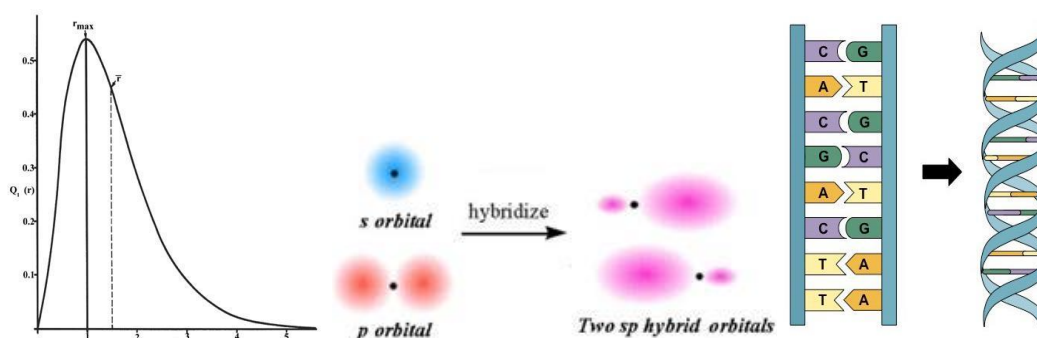
ΠΟ-19 Μια εικόνα χίλιες λέξεις, αλλά ποια εικόνα;

Δ. Τσολάκη¹, Σ. Γκούζου¹, Π. Δ. Ακρίβος¹

¹ Εργαστήριο Ανόργανης Χημείας, Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, Θεσσαλονίκη, 541 24
email: dimtsolaki@yahoo.gr

Η έκφραση είναι γνωστή και αναφέρεται στην παραστατική δύναμη μιας εικόνας, ή ενός σχήματος σε σχέση με ένα κείμενο που περιγράφει το ίδιο αντικείμενο. Πολύ περισσότερο ισχύει στην περίπτωση των σύγχρονων οπτικοακουστικών μέσων, για τα οποία προφανώς ένα διάγραμμα περιέχει περισσότερες πληροφορίες από μια απλή εικόνα. Το πρόβλημα προκύπτει στις περιπτώσεις κατά τις οποίες είτε από αβλεψία είτε από παράληψη (θεωρητικής κατάρτισης ή πρακτικής εφαρμογής) η εικόνα ή το διάγραμμα δημιουργούν κάποιες λανθασμένες εντυπώσεις και ειδικότερα στην περίπτωση που οι απεικονίσεις αυτές βρίσκονται σε ένα διδακτικό σύγγραμμα που αποτελεί τροφοδότη πληροφοριών για νέους μαθητές. Στη συνέχεια δίνονται, με την κοινά υιοθετημένη απεικόνισή τους, μερικά σημεία από τη θεωρητική περιγραφή αντικειμένων της Χημείας, η παρουσίαση των οποίων μπορεί να οδηγήσει σε λανθασμένες αντιλήψεις των μαθητών/φοιτητών. Τα παραδείγματα δίνονται όπως λήφθηκαν από δικτυακές πηγές της διεθνούς βιβλιογραφίας.

Στην εικόνα 1α παρουσιάζεται η τυπική καμπύλη της ολικής πιθανότητας εύρεσης του ηλεκτρονίου που περιγράφεται από την κυματική συνάρτηση του 1s τροχιακού ως συνάρτηση της απόστασης του ηλεκτρονίου από τον πυρήνα. Το σημαντικό σημείο είναι πολύ κοντά στον πυρήνα. Η καμπύλη συναντά τον κατακόρυφο άξονα στο 0 ή όχι; Η γενική ιδέα είναι πως ναι, αλλά αυτό θα σήμαινε κατάργηση μιας βασικής ιδιότητας της 1s κυματοσυνάρτησης η οποία δεν περιλαμβάνει κανένα κομβικό σημείο. Στην εικόνα 1β παριστάνεται ένα υβριδισμένο τροχιακό τύπου sp. Εξ ορισμού η περιγραφή του περιλαμβάνει στοιχεία και των δύο τύπων ατομικών κυματοσυναρτήσεων. Ο p χαρακτήρας είναι εμφανής από την ύπαρξη περιοχών με διαφορετική φάση καθώς και τη μεταξύ τους κομβική περιοχή.



Εικόνα 1. Τυπικές παραστάσεις της κατανομής της πιθανότητας εύρεσης του 1s ηλεκτρονίου ως προς την απόστασή του από τον πυρήνα του ατόμου (αριστερά) του σχηματισμού ενός sp υβριδισμένου τροχιακού (κέντρο) και του σχηματισμού της διπλής έλικας στο μόριο του DNA.

Οι πηγές των πιθανών παρανοήσεων με βάση τις απεικονίσεις συνεχίζονται σε όλη την έκταση της συζήτησης σχετικά με τους χημικούς δεσμούς και περιλαμβάνουν τόσο το σχηματισμό διαμοριακών δεσμών υδρογόνου όσο και τον «ιοντικό» δεσμό. Στην εικόνα 1γ δίνεται η τυπική παράσταση της προσέγγισης δύο συμπληρωματικών αλυσίδων για τη δημιουργία της διπλής έλικας του μορίου του DNA, όπου δημιουργείται η εντύπωση της επαφής μεταξύ των ομάδων που στηρίζουν την έλικα αυτή. Ένα επιπλέον πρόβλημα που ελάχιστα αντιμετωπίζεται επειδή δεν γίνεται πολύ εμφανές, είναι η κατανόηση της αρχής VSEPR που σχετίζεται με τις απώσεις ζευγών ηλεκτρονίων, καθώς η «κομψή» παράσταση των υβριδισμένων τροχιακών ελάχιστα υποδεικνύει τον πραγματικό χώρο που καταλαμβάνουν στην περιοχή κοντά στον πυρήνα του ατόμου στο οποίο αναφέρονται.

Η «διόρθωση» των απεικονίσεων αυτών, καθώς και αρκετών άλλων που σχετίζονται με την παράσταση των χημικών αντιδράσεων με εξισώσεις ή με τη θερμοδυναμική, είναι κάτι που μπορεί να πραγματοποιηθεί με σχετικά απλά μέσα και μπορεί να βοηθήσει στην καλύτερη κατανόηση εννοιών και αντικειμένων της επιστήμης της Χημείας, σε όλη της την έκταση και σε όλα τα επίπεδα διδασκαλίας της, ξεκινώντας από τα πρώτα στάδια παρουσιάσής της στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση.

ΠΟ-20 Κατανόηση του βασικού χαρακτήρα της αμμωνίας από μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης

Α. Ιωαννίδου¹, Ε. Καμνιώτη¹, Π. Δ. Ακρίβος¹

¹Εργαστήριο Ανόργανης Χημείας, Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, Θεσσαλονίκη, 541 24
email: anastasii@chem.auth.gr

Στο σύνολο των εκπαιδευτικών συστημάτων τόσο στη δευτεροβάθμια όσο και στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, η αναφορά στις κατηγορίες των οξέων και τις ιδιότητές τους είναι εκτενέστατη ενώ συνήθως ακολουθείται από ένα μικρό σε έκταση κείμενο, όπου περιγράφονται οι ιδιότητες των βάσεων, κυρίως των υδροξειδίων των μετάλλων. Με την έννοια αυτή θεμελιώνεται ήδη από μικρή ηλικία, η αντίληψη ότι βάσεις είναι οι ενώσεις που δεν είναι οξέα, κάτι που κερδίζει σε βαρύτητα από τη στιγμή κατά την οποία θα γίνει αναφορά στην τυπική αντίδραση εξουδετέρωσης οξέος από βάση. Στη μελέτη που πραγματοποιήσαμε, τέθηκε σε μαθητές Λυκείου το ερώτημα να διευκρινίσουν για ποιο λόγο το μόριο της αμμωνίας κατατάσσεται στις βάσεις, σύμφωνα με τις γνωστές θεωρίες περί οξέων και βάσεων. Η διατύπωση του ερωτήματος, καθώς και οι οδηγίες που δόθηκαν από τους επιβλέποντες καθηγητές ήταν πως πρέπει οι θεωρίες να αναφερθούν ονομαστικά και η διευκρίνιση να συνοδευτεί, εφόσον είναι δυνατόν, από χημική εξίσωση που να περιγράφει το περιεχόμενο του ορισμού.

Για τους μαθητές της Γ τάξης του Λυκείου, που θεωρητικά έχουν διδαχθεί και κατανοήσει και τις τρεις θεωρίες περί οξέων και βάσεων, τα γενικά στοιχεία της στατιστικής επεξεργασίας των απαντήσεών τους έχουν ως εξής: Λιγότερο από 40% είναι το ποσοστό που γνωρίζει ή αναφέρει ονομαστικά κάποια από τις θεωρίες αυτές. Ενώ θα αναμενόταν η θεωρία του Arrhenius που έχει διδαχθεί από τα πρώτα στάδια του εκπαιδευτικού προγράμματος της Χημείας να έχει ενσωματωθεί εντονότερα στο γνωστικό τους υπόβαθρο, η θεωρία Bronsted αναφέρεται ονομαστικά σε ελαφρά μεγαλύτερο ποσοστό (38,4% έναντι 35,4%) ενώ η πιο πρόσφατα διδαχθείσα θεωρία Lewis μόνο κατά 8,1%. Η θεωρία Bronsted προηγείται και όσον αφορά την ορθή αναφορά του ορισμού της βάσης, καθώς απαντά ορθά ένα ποσοστό 42,4% έναντι μόνο 26,3% για τη θεωρία Arrhenius. Και στις δύο περιπτώσεις, ένα ποσοστό περίπου 50% των μαθητών αποφεύγει να δώσει ορισμό, είτε θεωρώντας τον περιττό είτε μη γνωρίζοντας την ακριβή διατύπωση. Πάντως από τη διατύπωση του ερωτήματος προκύπτει η ανάγκη να δοθεί ο ορισμός καθώς ζητείται να ερμηνευτεί ο βασικός χαρακτήρας και κατά συνέπεια αυτό δεν μπορεί να γίνει χωρίς την επίκληση του σχετικού ορισμού. Προφανώς, το 7,1% που δίνει ορθή απάντηση όσον αφορά τον ορισμό κατά Lewis δεν αποτελεί έκπληξη. Αναμενόμενο είναι επίσης, με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα, το γεγονός ότι μικρότερος αριθμός μαθητών από αυτούς που ορθά δίνουν έναν ορισμό, μπορούν να δώσουν μια χημική εξίσωση που να αναφέρεται στον ορισμό αυτό. Συγκεκριμένα, τα ποσοστά είναι 22% για τη θεωρία Arrhenius και 29% για τη θεωρία Bronsted. Το αντίστοιχο ποσοστό για τη θεωρία Lewis είναι μηδενικό. Αυτό αποδίδεται στο γεγονός ότι, παρόλη την πρόβλεψη για διδασκαλία της θεωρίας, αυτό σπάνια συμβαίνει λόγω της τοποθέτησης του συγκεκριμένου κεφαλαίου σε ενότητα του διδακτικού συγγράμματος που διδάσκεται προς το τέλος της σχολικής χρονιάς.

Αποτελέσματα σε μαθητές Α Λυκείου, για τους οποίους η σχετική με τα οξέα και τις βάσεις γνώση προκύπτει από το πρόγραμμα σπουδών του Γυμνασίου, έδειξε ότι η εκπαίδευση όσον αφορά τη συγκεκριμένη ενότητα είναι περιορισμένη. Φυσικά, στην περίπτωση αυτή το ερώτημα διαφοροποιήθηκε ελαφρά επειδή στο γνωστικό τους υπόβαθρο υπάρχει μόνο η θεωρία του Arrhenius. Επιπλέον τα αποτελέσματα διερευνήθηκαν μόνο ως προς αυτή τη θεωρία. Δυστυχώς η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι υπάρχει μεγάλη ασάφεια ως προς τη σχετική γνώση καθώς ποσοστό μικρότερο από 10% έδειξε να θυμάται το όνομα του εισηγητή της θεωρίας και ακόμη μικρότερο τη διατύπωση του σχετικού ορισμού. Αναμενόμενο ήταν το εξαιρετικά μικρό ποσοστό εκείνων που προσπάθησαν να περιλάβουν στην απάντησή τους μια σχετική χημική εξίσωση. Στο σημείο αυτό προφανώς έχει επίδραση ο τρόπος διδασκαλίας της Χημείας στο Γυμνάσιο, όπου η προσέγγιση στοχεύει περισσότερο την παρατήρηση και τη γενική συζήτηση για τη Χημεία στον κόσμο παρά στο υπομικροσκοπικό περιβάλλον του ατόμου.

Η έρευνα συνεχίζεται με στόχο την περιλήψη στο δείγμα ενός αριθμού από σχολικές μονάδες που θα αποδίδουν κατά το δυνατόν απόλυτα τη διαστρωμάτωση των σχολικών μονάδων της χώρας, περιλαμβάνοντας σχολεία σε μη αστικές περιοχές, μικρά και μεγάλα αστικά κέντρα καθώς και πειραματικά, ειδικά και ιδιωτικά σχολεία.

ΠΟ-21 Περιγραφή του βασικού χαρακτήρα της αμμωνίας από φοιτητές του τμήματος Χημείας

Ε. Καμινιώτη¹, Α. Ιωαννίδου¹, Π.Δ. Ακρίβος¹

¹Εργαστήριο Ανόργανης Χημείας, Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, Θεσσαλονίκη, 541 24
email: elenakaminioti@gmail.com

Είναι γνωστή η περιορισμένη αναφορά στις βάσεις στα εκπαιδευτικά προγράμματα Χημείας σε κάθε χώρα και χρονική περίοδο και σε κάθε βαθμίδα εκπαίδευσης. Επιπλέον, ο βασικός χαρακτήρας σχετίζεται συνήθως με την απουσία όξινου χαρακτήρα μιας ουσίας (με βάση την έντονη αναφορά στην αντίδραση εξουδετέρωσης) ή την ύπαρξη ομάδων OH στο μόριό της, καθώς η θεωρία του Arrhenius περιγράφεται σε μεγάλη έκταση και συχνά χωρίς να δίνονται παραδείγματα άλλων βάσεων εκτός των υδροξειδίων των αλκαλιμετάλλων.

Οι φοιτητές των τμημάτων Χημείας, έρχονται σε επαφή με τις βάσεις από το πρώτο εξάμηνο σπουδών τους, όπου αναφέρονται όλες οι τρέχουσες θεωρίες περί οξέων και βάσεων, ενώ σίγουρα γίνεται αναφορά και στις περιπτώσεις όπου η εφαρμογή κάθε θεωρίας πρέπει να χρησιμοποιηθεί ή να αποφευχθεί.

Ωστόσο, σε μια «απλή» ερώτηση που ζητά να διευκρινιστεί ο λόγος για τον οποίο η αμμωνία αντιμετωπίζεται ως βάση από τις θεωρίες αυτές, παρουσιάζονται προβλήματα, όσον αφορά την κατανόηση του βασικού χαρακτήρα της ένωσης. Επεξεργασία των αποτελεσμάτων των απαντήσεων στην παραπάνω απλή ερώτηση έδειξε ότι οι αντιλήψεις των φοιτητών εμφανίζουν διακύμανση με το χρόνο φοίτησής τους στο τμήμα. Αξιοσημείωτο και απογοητευτικό είναι το γεγονός ότι υπάρχουν φοιτητές που απαντούν αρνητικά στη διατύπωση του βασικού χαρακτήρα της αμμωνίας, επειδή στο μόριό της δεν εμφανίζεται ομάδα OH! Αυτό προδίδει μια εμμονή στη χρήση αποκλειστικά της θεωρίας του Arrhenius, η οποία είναι και η πρώτη χρονικά με την οποία έρχονται σε επαφή οι μαθητές της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. Η διαπίστωση αυτή επιβεβαιώνεται έμμεσα από το γεγονός ότι στα τελευταία έτη σπουδών, οι φοιτητές δεν αναφέρονται ονομαστικά στη θεωρία ενώ δίνουν πολύ ορθά το σχετικό ορισμό και χρησιμοποιούν σε ικανοποιητικό βαθμό τη σχετική χημική εξίσωση που επικυρώνει, σύμφωνα με τη θεωρία, το βασικό χαρακτήρα της ένωσης. Ακόμη, μια συνηθισμένη λανθασμένη αντίληψη εμφανίζεται στην περιγραφή της θεωρίας του Bronsted, όπου συχνά ο ρόλος της βάσης ως δέκτη πρωτονίων συγχέεται με το ρόλο της στη θεωρία του Lewis ως δότη ηλεκτρονίων. Συχνά λοιπόν αναφέρεται στην περιγραφή της θεωρίας Bronsted ότι η βάση πρέπει να είναι δέκτης ηλεκτρονίων, παρόλο που στο παράδειγμα που δίνεται (από αυτούς που απαντούν το ερώτημα) γίνεται φανερό το αντίθετο. Ένα φαινόμενο που καταγράφηκε επίσης είναι η χρήση του αυτού παραδείγματος χημικής εξίσωσης για τις θεωρίες Arrhenius και Bronsted. Το παράδειγμα είναι η αντίδραση υδρόλυσης της αμμωνίας, δυστυχώς όμως, ο τρόπος με τον οποίο διατυπώνεται το ερώτημα δεν επιτρέπει να διευκρινιστεί αν αυτό σημαίνει ότι δεν έχει γίνει κατανοητός ο μηχανισμός δράσης της βάσης σύμφωνα με τη θεωρία Bronsted ή πρόκειται για απλή εφαρμογή της αντίληψης περί της ελάσσονος προσπάθειας. Η αλήθεια είναι ότι η αντίδραση που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να γίνει φανερός ο βασικός χαρακτήρας της αμμωνίας είναι κοινή στις δύο αυτές θεωρίες, ωστόσο ο λόγος για τον οποίο το μόριο θεωρείται ως βάση στηρίζεται σε διαφορετική παρατήρηση. Συγκεκριμένα, και σύμφωνα με τον ορισμό των δύο θεωριών, στη θεωρία Arrhenius προκύπτει στα προϊόντα ιόν OH⁻ ενώ στη θεωρία Bronsted έχει σχηματιστεί το ιόν NH₄⁺ όπου γίνεται φανερή η πρόσληψη ενός H⁺ από το μόριο της αμμωνίας.

Πίνακας 1. Καταγραφή σε ποσοστό επί τοι εκατό του συνόλου, των ορθών απαντήσεων στις επιμέρους απαιτήσεις του ερωτήματος. Δίνονται χαρακτηριστικά τα αποτελέσματα που αφορούν φοιτητές του πρώτου και του τετάρτου έτους σπουδών.

	Arrhenius			Bronsted-Lowry			Lewis		
	1 ^ο	4 ^ο	σύνολο	1 ^ο	4 ^ο	σύνολο	1 ^ο	4 ^ο	σύνολο
όνομα	72,4	45,2	69,0	86,0	64,5	81,8	83,2	51,6	77,7
ορισμός	61,6	38,7	61,6	71,9	41,9	64,9	76,8	41,9	71,5
όνομα+ορισμός	58,9	25,8	52,9	70,3	22,6	60,7	75,1	35,5	68,6
παράδειγμα	39,5	42,0	39,7	31,9	32,3	32,2	5,4	3,2	5,8
πλήρες	36,8	22,6	34,3	31,9	19,4	30,2	5,4	3,2	5,8

ΠΟ-22 Η στοιχειομετρία στα διαλύματα και τη χημική ισορροπία. Η άποψη των μαθητών της Γ Λυκείου

Χ. Ν. Παπαδόπουλος¹, Σ. Γκούζου¹, Α. Ιωαννίδου¹, Π. Δ. Ακρίβος¹
¹Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, Θεσσαλονίκη, 541 24
 email: christosnp@chem.auth.gr

Η στοιχειομετρία είναι ένας από τους στυλοβάτες της διαμόρφωσης σωστών αντιλήψεων στη Χημεία, επειδή έχει ευρύτατη εφαρμογή από τη γραφή των μοριακών και λοιπών τύπων έως και την περιγραφή των χημικών αντιδράσεων. Στοιχειομετρικοί υπολογισμοί πραγματοποιούνται σε κάθε περίπτωση διερεύνησης της πορείας και κυρίως του αποτελέσματος μιας χημικής αντίδρασης. Βασικό στοιχείο της κατανόησης της πορείας των χημικών αντιδράσεων είναι το γεγονός ότι άσχετα από τις αρχικές ποσότητες των αντιδρώντων σωμάτων, η αντίδραση πραγματοποιείται σύμφωνα με τη στοιχειομετρία της ενώ η σύσταση του τελικού προϊόντος σχετίζεται με τη σταθερά ισορροπίας, στην περίπτωση που υπάρχει.

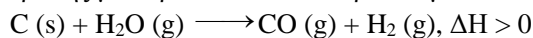
Η μελέτη που περιγράφεται πραγματοποιήθηκε στα τέλη της περασμένης σχολικής χρονιάς με τη μορφή ερωτηματολογίων που διανεμήθηκαν σε μαθητές Γ Λυκείου σε ένα σύνολο από σχολικές μονάδες κυρίως της Βόρειας Ελλάδας. Το σύνολο των απαντητικών δελτίων που συγκεντρώθηκαν είναι ως αυτή τη στιγμή 165.

Καταγράφεται μια αναμενόμενη εξαιρετική επίδοση όσον αφορά τον υπολογισμό του μοριακού βάρους μιας ουσίας (94,5% ορθές απαντήσεις) και του υπολογισμού της συγκέντρωσής της σε διάλυμα (89,1%) ωστόσο υπάρχει δυσκολία στην εκτίμηση της περιεκτικότητας σε mol/L ενός καθαρού υγρού. Αυτό μπορεί να σχετίζεται με την ελλιπή κατανόηση της χρήσης της πυκνότητας ή με τη δυσκολία της αντιμετώπισης του καθαρού υγρού.

Η γραφή μιας χημικής εξίσωσης που να περιγράφει μια απλή αντίδραση αντικατάστασης πραγματοποιείται σε ικανοποιητικό ποσοστό (73,9%) ωστόσο ο υπολογισμός της απαιτούμενης ποσότητας αντιδραστήριων αντιμετωπίζει κάποια προβλήματα (65,5%) ενώ λίγο πιο δύσκολο φαντάζει να εκτιμηθεί ποιο αντιδρών βρίσκεται σε έλλειμμα ή περίσσεια (60,6%). Συνολικά ορθή απάντηση στο ερώτημα που περιλάμβανε και τα τρία παραπάνω υπο-ερωτήματα έδωσε μόνο το 51,5% των μαθητών.

Η εφαρμογή των αρχών της στοιχειομετρίας στη μελέτη αντιδράσεων που οδηγούν σε θέση χημικής ισορροπίας είναι κάτι που διδάσκεται εκτενώς στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση. Σε ένα σχετικά απλό παράδειγμα αντίδρασης όπου όλοι οι στοιχειομετρικοί συντελεστές είναι ίσοι με 1, μπορεί η χρήση της σταθεράς ισορροπίας να βοηθήσει στον υπολογισμό της απόδοσης της αντίδρασης ενώ και το αντίθετο μπορεί επίσης να ζητηθεί. Σε σχετικό ερώτημα, για μια δεδομένη απόδοση 90% ένα ικανοποιητικό ποσοστό μαθητών (72,7%) προέβλεψε ορθά την τιμή της σταθεράς της χημικής ισορροπίας της αντίδρασης. Ωστόσο φάνηκε ότι η αντίστροφη διαδικασία είναι νοητικά πιο δύσκολη καθώς για μια δεδομένη σταθερά ισορροπίας ίση με 1 η σωστή απόδοση εκτιμήθηκε μόνο από το 60% των μαθητών. Συνδυαστικά, και στα δύο ερωτήματα τις ορθές απαντήσεις έδωσε μόνο το 55,8% των μαθητών.

Τέλος, δόθηκε και ένα ερώτημα όπου έπρεπε να διερευνηθεί το αποτέλεσμα στην ταχύτητα της αντίδρασης και στο ποσό του παραγόμενου προϊόντος, διαφόρων παραγόντων στη θέση της χημικής ισορροπίας μιας ετερογενούς αντίδρασης με κύρια συστατικά αέρια σώματα. Η αντίδραση ήταν η



και οι παράγοντες που εξετάστηκαν ήταν

Αύξηση του όγκου του δοχείου, μείωση αρχικής ποσότητας αντιδρώντος, μεταβολή ποσότητας του ετερογενούς παράγοντα, έμμεση απομάκρυνση αντιδρώντος και διπλασιασμός του αερίου αντιδρώντος και διπλασιασμός του όγκου του δοχείου. Μεγαλύτερη ευκολία παρατηρείται στην περίπτωση κατά την οποία ζητείται η μεταβολή στην ποσότητα του προϊόντος, ενώ σε ελάχιστες περιπτώσεις το ποσοστό των ορθών απαντήσεων ήταν χαμηλότερο από το 50%.

Η συνολική διδασκαλία του αντικειμένου, δηλαδή η συσχέτιση της στοιχειομετρίας με τη χημική ισορροπία κρίνεται ως ικανοποιητική με βάση τη συνολική μέση επίδοση των μαθητών που είναι 12,8 στην 20βάθμια κλίμακα του Λυκείου.

Η έρευνα συνεχίζεται με στόχο την περιλήψη στο δείγμα ενός αριθμού από σχολικές μονάδες που θα αποδίδουν κατά το δυνατόν απόλυτα τη διαστρωμάτωση των σχολικών μονάδων της χώρας, περιλαμβάνοντας σχολεία σε μη αστικές περιοχές, μικρά και μεγάλα αστικά κέντρα καθώς και πειραματικά, ειδικά και ιδιωτικά σχολεία.

ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ – ΦΥΣΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ

ΠΟ-23 Harnessing artificial monooxygenase ability to access sesquiterpenoid lactones

K. Gennaiou¹, A. Zografos¹

¹ Department of Chemistry, Aristotle University of Thessaloniki, University Campus, Thessaloniki, 54124
email: gennaiouk@chem.auth.gr

Sesquiterpene lactones (SLs) are C₁₅ terpenoids and constitute a major class of plant secondary metabolites. Although some of them present a broad range of biological activities beneficial to human health, such as anti-inflammatory, anti-cancer, and anti-malaria, their chemo- and stereoselective synthesis still remain a highly challenging task. Major part of this challenge is grounded on the lack of efficient oxidative methodologies.

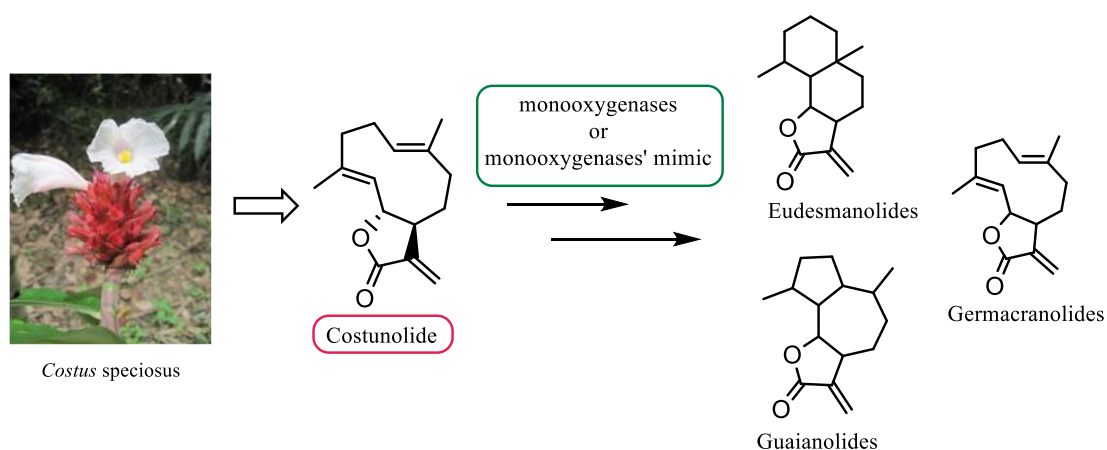


Figure 1. Natural sesquiterpenoid lactone costunolide as the common precursor in biosynthesis and total synthesis of related SLs.

While the detailed structure of SLs varies, their backbones are constrained to a limited set of core skeletons, such as germacranolide, eudesmanolide and guaianolide. For all these types of sesquiterpene lactones costunolide is generally considered the parent material. The oxidative decoration of this common precursor leads to the natural complexity that the class comprises. Based on this biosynthetic hint, and inspired by Nature's powerful machinery of monooxygenases, we report our effort to mimic part of the oxidase phase used at costunolide pathway to achieve the total syntheses of related sesquiterpenoid lactones by utilizing dioxygen as the terminal oxidant in these processes.

ΠΟ-24 Σχεδιασμός και σύνθεση πρωτεολυτικών χιμαιρών (PROTACs) που στοχεύουν τις πρωτεΐνες Myc και Aurora B

Χ. Σιώκατας¹, Ε. Σφλακίδου¹, Γ. Λεονίδης¹, Ε. Φόρογλου¹, Δ. Βλησσάρη¹, Β. Σαρλή¹

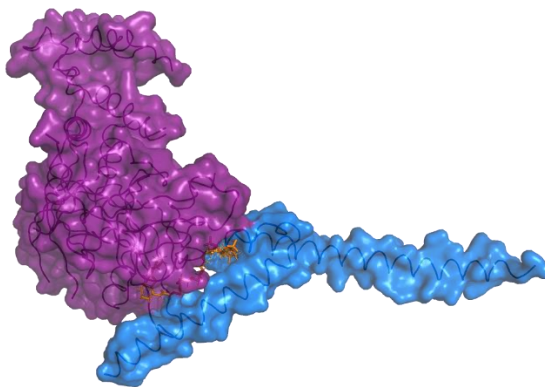
¹Εργαστήριο Οργανικής Χημείας, Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 54124
email: siokatas@chem.auth.gr

Η σύγχρονη Ιατρική διαθέτει στο οπλοστάσιό της πληθώρα προσεγγίσεων για την αντικαρκινική θεραπεία όπως η χημειοθεραπεία, η ακτινοθεραπεία αλλά και οι χειρουργικές επεμβάσεις. Σημαντικό πρόβλημα αποτελεί η ανάπτυξη ανθεκτικότητας απέναντι στα φάρμακα (drug resistance), μια ανθεκτικότητα η οποία παρατηρείται ακόμα και μετά από αλλαγή της φαρμακευτικής αγωγής. Συνεπώς, η ανάγκη για την εύρεση νέων τρόπων εκλεκτικής στόχευσης πρωτεϊνών, των οποίων η απορρύθμιση είναι άμεσα συνδεδεμένη με διάφορους τύπους καρκίνου είναι επιτακτική.

Την τελευταία δεκαετία, μια νέα τεχνολογία στόχευσης πρωτεϊνών με διάφορους αναστολείς έχει αρχίσει να λαμβάνει ιδιαίτερη προσοχή. Η τεχνολογία αυτή, εκμεταλλεύεται τον κυτταρικό μηχανισμό της πρωτεόλυσης μέσω του πρωτεασώματος. Για να συμβεί αυτό, απαιτείται η ανάπτυξη μορίων τα οποία αποτελούνται από δύο διαφορετικά τμήματα ενωμένα μεταξύ τους σταθερά με κατάλληλους συνδέτες. Από τη μια, φέρουν έναν αναστολέα της πρωτεΐνης-ενδιαφέροντος (Protein Of Interest, POI) που προσδένεται σε αυτή, ενώ από την άλλη αποτελείται από ένα μόριο που αναγνωρίζει και προσδένεται σε μια E3 λιγάση (Cereblon, VHL), ενεργοποιώντας τον μηχανισμό της πρωτεόλυσης. Τα υβριδικά αυτά μόρια ονομάζονται πρωτεολυτικές χιμαιρες (**PROTACs**) (Békés et al., 2022).

Η κινάση Aurora B επιτελεί σημαντικό ρόλο στον έλεγχο του ορθού σχηματισμού της μιτωτικής ατράκτου, τη λειτουργία των κεντροσωμάτων, του κυτταροσκελετού και της κυταροκίνησης (Broad et al., 2020). Η Myc από την άλλη, είναι υπεύθυνη για πολύ σημαντικές λειτουργίες του κυτταρικού πολλαπλασιασμού αλλά και αναστολής αντιπολλαπλασιαστικών παραγόντων και βρίσκεται σε αυστηρό έλεγχο από το κύτταρο (Han et al., 2019). Έτσι, υπερέκφραση ή μετάλλαξη των πρωτεϊνών αυτών, είναι συνδεδεμένη με διάφορους τύπους καρκίνου όπως καρκίνος του πνεύμονα, καρκίνος του προστάτη, καρκίνο του στήθους και των ωοθηκών και άλλα.

Στην παρούσα εργασία, παρουσιάζεται ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη χειμερικών μορίων που στοχεύουν τις πρωτεΐνες Aurora B και Myc. Μέσα από τη διαδικασία πειραμάτων μοριακής πρόσδεσης (*in silico* molecular docking) σχεδιάστηκαν τα υποσχόμενα PROTACs τα οποία στη συνέχεια μέσα από κατάλληλες διαδικασίες οργανικής χημείας, συντέθηκαν τα μόρια-στόχοι, καθαρίστηκαν και χαρακτηρίστηκαν ενώ η βιολογική τους αξιολόγηση είναι σε εξέλιξη.



Εικόνα 1. Οπτική απεικόνιση του τριμερούς συμπλόκου Cereblon (μωβ)-PROTAC (πορτοκαλί)-Myc (μπλε).

Βιβλιογραφία

- Békés, M., Langley D. R. & Crews C. M. (2022). PROTAC targeted protein degraders: the past is prologue. *Nat. Rev. Drug Discov.*, 21, 181–200. <https://doi.org/10.1038/s41573-021-00371-6>.
- Broad A. J. & DeLuca J. G. (2020). The right place at the right time: Aurora B kinase localization to centromeres and kinetochores. *Essays Biochem.*, 64(2), 299-311. <https://doi.org/10.1042/EBC20190081>.
- Han, H. et al. (2019); Small-Molecule MYC Inhibitors Suppress Tumor Growth and Enhance Immunotherapy. *Cancer Cell*, 36(5), 483-497. <https://doi.org/10.1016/j.ccell.2019.10.001>.

ΦΥΣΙΚΗ – ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ –ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ

ΠΟ-25 Εύκαμπτα ηλεκτρόδια οξειδίων μετάλλων για εφαρμογές σε υπερπυκνωτές

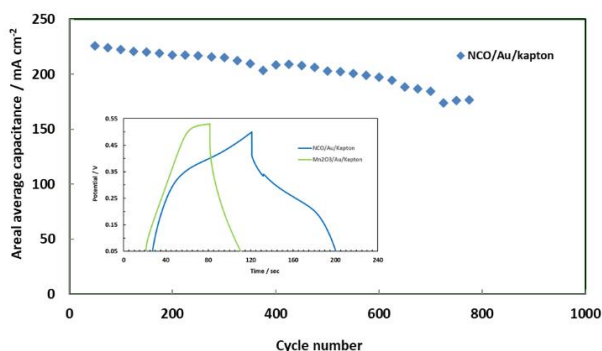
Α. Μπαντή¹, Ε. Μάντσιου^{1,2}, Π. Παρδάλης¹, Μ. Χαραλαμπάκης², Β. Μπίνας^{1,2}, Σ. Σωτηρόπουλος¹

¹ Εργαστήριο Φυσικής Χημείας, Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 54124

² Ινστιτούτο Ηλεκτρονικής Δομής και Λείψερ, Ίδρυμα Έρευνας και Τεχνολογίας, Ηράκλειο, 70013
email: el.mantsiou@iesl.forth.gr

Εύκαμπτα ηλεκτρόδια για συσκευές αποθήκευσης ενέργειας όπως οι υπερπυκνωτές, αποτελούν υποσχόμενα συστατικά τους στο πλαίσιο της ραγδαίας αύξησης των εφαρμογών τους σε φορητές και ηλεκτρονικές συσκευές (Alshangleh et al., 2023). Ιδιαίτερα ενεργά υλικά ηλεκτροδίων των υπερπυκνωτών αποτελούν τα οξείδια μετάλλων μετάπτωσης (Transition Metal Oxides, TMOs) λόγω της υψηλής ψευδοχωρητικότητας και της καλής ηλεκτρονικής αγωγιμότητας τους (Forouzandeh et al., 2020)

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκαν υμένα οξειδίων μαγγανίου (Mn_2O_3) και μικτών οξειδίων νικελίου-κοβαλτίου ($NiCo_2O_4$) σε εύκαμπτο πολυμερικό υπόστρωμα (PolyImide, PI – KaptonTM), τυπικής φόρτισης 0.5 mg cm^{-2} , με ενδιάμεση επίστρωση Au, προκειμένου να αυξηθεί η ηλεκτρονική αγωγιμότητά τους. Η απόθεση των οξειδίων πραγματοποιήθηκε με την χαμηλού κόστους και υψηλής ευελιξίας τεχνική της εκτύπωσης με μελάνι (inkjet printing). Η μορφολογία και η κρυσταλλικότητα των οξειδίων, που προετοιμάστηκαν υδροθερμικά (Banti et al., 2023) προσδιορίστηκε μέσω SEM και XRD. Ο ηλεκτροχημικός χαρακτηρισμός έγινε σε υγρό ηλεκτρολύτη 0.1 M NaOH μέσω κυκλικής βολταμετρίας (Cyclic Voltammetry, CV), καμπυλών φόρτισης-εκφόρτισης (Galvanostatic Charge Discharge, GCD) και φασματοσκοπίας ηλεκτροχημικής εμπέδησης (Electrochemical Impedance Spectroscopy, EIS). Η κυκλική βολταμετρία επιβεβαίωσε την ψευδοχωρητική συμπεριφορά, όπως και η μορφή των καμπυλών GCD από τις οποίες προέκυψε ιδιαίτερα υψηλή ειδική κατά επιφάνεια χωρητικότητα 150 mF cm^{-2} για την περίπτωση του NCO/Au/Kapton και σχετικά χαμηλή $\sim 12 \text{ mF cm}^{-2}$ για το Mn_2O_3 /Au/Kapton (για πυκνότητα ρεύματος φόρτισης-εκφόρτισης 1 mA cm^{-2}). Οι γαλβανοστατικές καμπύλες φόρτισης-εκφόρτισης αποκαλύπτουν την ικανοποιητική σταθερότητα της χωρητικότητας (78 % της αρχικής), ακόμη και μετά από 800 κύκλους για το NCO/Au/Kapton (Σχήμα 1), ενώ χαμηλή σταθερότητα επέδειξε το οξείδιο του μαγγανίου. Από τα αποτελέσματα αυτά προκύπτει ότι το NCO αποτελεί ένα πολλά υποσχόμενο υλικό ηλεκτροδίου για εύκαμπτους ηλεκτροχημικούς υπερπυκνωτές, ενώ υπάρχουν περιθώρια βελτιστοποίησης της συμπεριφοράς του Mn_xO_y με τροποποίηση της αρχιτεκτονικής δομής και μορφολογίας του.



Σχήμα 1. Μεταβολή της χωρητικότητας του NCO/Au/Kapton κατά τους κύκλους φόρτισης-εκφόρτισης. Γαλβανοστατικές καμπύλες φόρτισης-εκφόρτισης των NCO/Au/Kapton και Mn_2O_3 /Au/Kapton σε 0.1 M NaOH (εσωτερικό).

Βιβλιογραφία

- Alshangleh, A., Albiss, B. A., Aljawrneh, B., Alrousan S., Al-Othman A. & Megdadi H. (2023). Novel and flexible asymmetric supercapacitors based on $NiCo_2O_4$ nanosheets coated on Al and Cu tapes for wearable devices. *SN Applied Sciences*, 5, 120. <https://doi.org/10.1007/s42452-023-05341-8>.
- Forouzandeh, P., Kumaravel V. & Pillai S. C. (2020). Electrode Materials for Supercapacitors: A Review of Recent Advances. *Catalysts*, 10(9), 969. <https://doi.org/10.3390/catal10090969>.
- Banti, A., Charalampakis M., Pardalis P., Prochaska C., Sotiropoulos S. & Binas V. (2023). Electrochemical Studies of Inkjet Printed Semi-Transparent $NiCo_2O_4$ /ITO Supercapacitor Electrodes. *Catalysts*, 13(7), 1110. <https://doi.org/10.3390/catal13071110>

ΠΟ-26 Si_vGe_μX_κL_λ (ν,μ=35–186; λ=1–4) Κβαντικές τελείες: Επίδραση της υποκατάστασης με ligand και της επιφανειακής αδρανοποίησης με αλογόνα στις οπτικο-ηλεκτρονικές ιδιότητες

Γ. Κ. Εμμανουηλίδης¹, Μ. Χατζηνικολάου², Μ. Π. Σιγάλας¹, Π. Καραμάνης³, Ε. Ν. Κουκάρας¹

¹Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 54124

²Σχολή Επιστημών & Τεχνολογίας, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα, 26222

³E2S UPPA, CNRS, IPREM, Université de Pau et des Pays de l'Adour, FR-64053 Pau, Γαλλία
email: koukarase@chem.auth.gr

Οι ναοκρύσταλλοι με βάση το πυρίτιο και το γερμάνιο παρουσιάζουν οπτοηλεκτρονικές ιδιότητες εξαρτώμενες από το μέγεθος που μπορούν να προσαρμοστούν περαιτέρω με πολλαπλά μέσα. Η φωταύγεια αυτών των κβαντικών τελειών (Quantum Dots ή QDs), έχει λάβει σημαντική ερευνητική προσοχή (Cotta, 2020; Li et al., 2016). Προσφέρουν σημαντικά πλεονεκτήματα που τα διακρίνουν από άλλους τύπους κβαντικών τελειών, όπως είναι η χημική και θερμική σταθερότητα και κυρίως η βιοσυμβατότητα και με χαμηλό κόστος λόγω της υψηλής διαθεσιμότητας των πρώτων υλών. Η μηχανική των οπτικο-ηλεκτρονικών ιδιοτήτων τους επιτυγχάνεται αποτελεσματικά με προσαρμογή α) του μεγέθους (διάμετρος ναοκρυστάλλων), β) της στοιχειομετρίας γ) της επιφανειακής αδρανοποίησης, καθώς και μέσω δ) της επιλεκτικής πρόσδεσης ligands στην επιφάνεια των dots. Αυτές οι προσαρμογές μεταβάλλουν τις οπτικές και ηλεκτρονικές ιδιότητες των δομών και οδηγούν στην εκδήλωση των κβαντικών φαινομένων περιορισμού και την απόκριση μεταφοράς φορτίου υπό φωτισμό. Συνολικά, ο εύκολος τρόπος προσαρμογής των ιδιοτήτων τους και της δομής τους, καθώς οι τεχνικές μεταβολής των οπτικών και ενεργειακών ιδιοτήτων τους σε επιθυμητές τιμές, καθιστά τις δομές ικανές υποψηφίους για μια μεγάλη ποικιλία εφαρμογών και σε ποικίλους τομείς, όπως οπτοηλεκτρονική, φωτονική, φωτοβολταϊκά, βιοαπεικόνιση και μεταφορά φαρμάκων (Zhou et al., 2017).

Σε αυτή την εργασία, μελετήσαμε λεπτομερώς την επίδραση που έχουν στο ενεργειακό και οπτικό χάσμα διάφορες παράμετροι όπως είναι η χημική σύσταση των δομών, ο αριθμός των ligand στην επιφάνειά των, η σύσταση της και ο βαθμός της επιφανειακής αδρανοποίησης καθώς και την χημική σύσταση που πρέπει να έχουν τα ligand ώστε να επιτυγχάνεται μεταφορά φορτίου. Η μελέτη πραγματοποιήθηκε με υπολογισμούς που βασίζονται στη θεωρία συναρτησιακού ηλεκτρονιακής πυκνότητας (Density Functional Theory-DFT) και στη χρόνο εξαρτώμενη θεωρία συναρτησιακού ηλεκτρονιακής πυκνότητας (Time-Dependent DFT). Συγκρίνουμε και συζητάμε τα ευρήματά μας με βάση το φαινόμενο του κβαντικού περιορισμού.

Έχουμε αποδείξει αποτελεσματικά ότι αυξάνοντας τον αριθμό των ligand, μπορούμε να επιφέρουμε σημαντικές αλλαγές στην τιμή του ενεργειακού χάσματος. Η χημική φύση των αλογόνων έχει μικρό αντίκτυπο, αλλά μάλλον η πυκνότητα των επιφανειακών ατόμων αλογόνου έχει ισχυρότερη επίδραση καθώς και συγκεκριμένα ligand είναι πιο κατάλληλες λειτουργικές ομάδες για ρύθμιση του ενεργειακού χάσματος ζώνης.

Λέξεις-κλειδιά: Κβαντικές τελείες, Οπτικο-ηλεκτρονικές ιδιότητες, Μεταφορά φορτίου

Ευχαριστίες

Αναγνωρίζουμε την "Direction du Numérique" του "Université de Pau et des Pays de l'Adour" για τις παρεχόμενες υπολογιστικές εγκαταστάσεις. Υπολογιστικοί πόροι παραστέθηκαν και από την Υπολογιστική Υποδομή Υψηλών Επιδόσεων του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.

Αναφορές

- Cotta, M. (2020). Quantum Dots & their applications: What Lies Ahead? *Appl. Nano Materials*, 3(6), 4920-4924. <https://doi.org/10.1021/acsanm.0c01386>
- Li, Q., Luo, T.-Y., Zhou M., Abroshan H., Huang J., Kim H. J., Rosi N. L., Shao Z. & Jin R. (2016). Silicon nanoparticles with surface nitrogen. *ACS Nano*, 10(9), 8385-8393. <https://doi.org/10.1021/acs.nano.6b03113>.
- Zhou, J., Liu, Y., Tang, J. et al. (2017). Surface ligands engineering of semiconductor quantum dots for chemosensory and biological applications. *Materials Today* 20, 360. <https://doi.org/10.1016/j.mattod.2017.02.006>

ΤΟΞΙΚΟΛΟΓΙΑ – ΚΛΙΝΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ

ΠΟ-27 Ανάπτυξη και επικύρωση μεθόδου προσδιορισμού με HPLC επτά λιπόφιλων και υδρόφιλων δραστικών σε γαλάκτωμα

Γ. Καμάρης, Α. Μαρκοπούλου
Εργαστήριο Φαρμακευτικής Ανάλυσης, Τμήμα Φαρμακευτικής, ΑΠΘ, Ελλάδα.
email: gkamaris9@gmail.com

Η επιδείνωση της μορφολογίας και της φυσιολογίας του δέρματος είναι το πρώτο και πιο προφανές σύμπτωμα της διαδικασίας της γήρανσης που εκδηλώνεται προοδευτικά με την αύξηση της ηλικίας. Έτσι, στην βιομηχανία των αντιγηραντικών προκύπτει αβίαστα η ανάγκη της παρασκευής ασφαλών, αποτελεσματικών και εγκεκριμένων σκευασμάτων.

Στην παρούσα μελέτη, παρασκευάσθηκε και αναλύθηκε ένα καλλυντικό νανο-γαλάκτωμα (o/w) επτά ουσιών (χλωρογενικό οξύ, καφεΐνη, ρουτίνη, εσπεριδίνη, κουερσετίνη, βιταμίνη Α και βιταμίνη Ε) με αντιγηραντικές ιδιότητες. Η μορφοποίηση του σκευάσματος σε νανοσωματίδια αποσκοπούσε στην σταθερότητα των λιπόφιλων δραστικών σε μια ελαϊκή φάση (έλαιο jojoba) ενώ οι υδατοδιαλυτές διαλύθηκαν στην υδατική (γλυκερίνη / νερό). Ως βέλτιστος επιφανειοδραστικός παράγοντας επιλέχθηκε, κατόπιν διερεύνησης, το Span 20. Ο καθορισμός της σύστασης των εκδόχων έγινε με την βοήθεια πειραματικού σχεδιασμού χρησιμοποιώντας ως αποκρίσεις το μέγεθος και το ζ-δυναμικό των σωματιδίων του γαλακτώματος. Η ποσοτικοποίηση των ουσιών πραγματοποιήθηκε με HPLC συζευγμένη με UV ανιχνευτή φωτοδιόδων. Κατόπιν διερεύνησης, ως βέλτιστες χρωματογραφικές συνθήκες επιλέχθηκαν μια φαίνυλ στήλη για στατική φάση και μίγμα βαθμιδωτής έκλουσης 2 διαλυτών (Α: ακετονιτρίλιο με 0,2% φορμικό οξύ και Β: νερό με 0,2% φορμικό οξύ) για κινητή. Οι δραστικές αφού παραλήφθηκαν από το υπόστρωμα με εκχύλιση υγρού/υγρού (με την χρήση μεθανόλης/φορμικού οξέος 0,2%) καταψύχθηκαν, φυγοκεντρήθηκαν και αναλύθηκαν. Η επικύρωση της αναλυτικής μεθόδου ελέγχθηκε ως προς τη γραμμικότητα ($R^2 > 0,997$), την ακρίβεια, την επαναληψιμότητα ενώ καθορίστηκαν τα όρια ανίχνευσης (LOD) και ποσοτικοποίησης (LOQ) των ουσιών.

ΠΟ-28 Ανάπτυξη μεθόδου χρωματογραφικού προσδιορισμού πέντε λιπόφιλων δραστικών ουσιών σε κρέμα με αναπλαστικές ιδιότητες

Α. Καραβαλάση¹, Α. Δαλαβίτσου¹, Α. Μαρκοπούλου¹

¹ Εργαστήριο Φαρμακευτικής Ανάλυσης, Τμήμα Φαρμακευτικής, ΑΠΘ, Ελλάδα.
email: akaraval@pharm.auth.gr

Η ραγδαία αύξηση της χρήσης καλλυντικών προϊόντων, αποτελούμενων από ένα μεγάλο εύρος συστατικών, δημιουργεί την ανάγκη για εύρεση επικυρωμένων αναλυτικών μεθόδων για τον έλεγχο της ασφάλειάς τους. Η παρούσα έρευνα στοχεύει στην ανάπτυξη και επικύρωση αναλυτικής μεθόδου για τον προσδιορισμό πέντε λιπόφιλων συστατικών, με αναπλαστικές ιδιότητες (της ρεσβερατρόλης, του φερουλικού οξέος, της κουερσετίνης, της ρετινόλης και της α-τοκοφερόλης), σε καλλυντική κρέμα. Για την παρασκευή του σκευάσματος δόθηκε ιδιαίτερη βαρύτητα στην παραλαβή με εκχύλιση της ρεσβερατρόλης, από υπόστρωμα σταφυλίων, και στη συνέχεια στην ενσωμάτωσή της στη κρέμα .

Η μέθοδος προσδιορισμού των δραστικών ήταν η χρωματογραφία υγρού υψηλής απόδοσης (HPLC), συζευγμένη με ανιχνευτή υπεριώδους, όπου το μήκος κύματος ανίχνευσης ορίστηκε στο μέγιστο απορρόφησης της κάθε ουσίας. Για τον προσδιορισμό των δραστικών χρησιμοποιήθηκε ως στατική φάση μια στήλη phenyl ACE (150 X 4.6mm) 5μm και βαθμιδωτή έκλυση με ροή 1ml/min. Η κινητή φάση περιείχε Ακετονιτρίλιο/Φορμικό οξύ 0,2% και Η₂O/Φορμικό οξύ 0,2%. Τα δείγματα στην τελική τους αραιώση διαλύθηκαν σε Μεθανόλη/Ακετονιτρίλιο/Φορμικό οξύ 0,2%.

Η επεξεργασία των δειγμάτων για την ανάκτηση των ουσιών από την κρέμα διερευνήθηκε με πειραματικό σχεδιασμό. Ως παράγοντες υπό διερεύνηση ορίστηκαν ο χρόνος παραμονής του δείγματος στους υπερήχους, ο χρόνος κατάψυξης-φυγοκέντρωσης του, ενώ παράλληλα μελετήθηκε και η χρήση διαφορετικών διαλυτών ανάκτησης των ουσιών από την κρέμα (μεθανόλη και ακετονιτρίλιο). Η αναλυτική μέθοδος επικυρώθηκε διεξοδικά, χρησιμοποιώντας την έννοια του συνολικού σφάλματος, σύμφωνα με τις κατευθυντήριες οδηγίες της ICH Q2(R2). Αξιολογήθηκε η παράμετρος της γραμμικότητας, της επιλεκτικότητας, της ακρίβειας, της επαναληψιμότητας, το όριο ανίχνευσης (LOD), το όριο ποσοτικοποίησης (LOQ) και το εύρος. Τα αποτελέσματα έδειξαν καλή απόδοση και αξιοπιστία.

Λέξεις κλειδιά: καλλυντικό προϊόν, ρεσβερατρόλη, φερουλικό οξύ, κουερσετίνη, ρετινόλη, α-τοκοφερόλη, επικύρωση μεθόδου, πειραματικός σχεδιασμός

ΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΠΟΛΥΜΕΡΩΝ

ΠΟ-29 Ανάπτυξη και μελέτη ιδιοτήτων μεμβρανών φιλικών προς το περιβάλλον με βάση φυτικά άλευρα για χρήση τους στη συσκευασία τροφίμων

Σ. Μακρή¹, Α. Ι. Πεταλωτή¹, Δ. Αχλιιάς^{1*}

¹Εργαστήριο Χημείας και Τεχνολογίας Πολυμερών και Χρωμάτων, Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 54124
email: stellamak28@gmail.com

Μεγάλο ενδιαφέρον έχει αποκτήσει στις μέρες η ανάπτυξη εδώδιμων μεμβρανών από φυσικά πολυμερή φυτικής και ζωικής προέλευσης προκειμένου να αντικαταστήσουν την πλαστική συσκευασία. Η αυξημένη χρήση συνθετικών μεμβρανών στη συσκευασία έχουν οδηγήσει σε σοβαρά οικολογικά προβλήματα λόγω της δύσκολης βιοαποικοδόμησης τους. (Tharanathan, 2003) Έτσι η ανάπτυξη εδώδιμων μεμβρανών συμβάλλει στην μείωση της περιβαλλοντικής ρύπανσης ενώ έχουν και το πλεονέκτημα να μπορούν να καταναλωθούν μαζί με το τρόφιμο που συσκευάζουν μειώνοντας έτσι τα απόβλητα (Borghesi et al., 2016). Στην παρούσα ερευνητική εργασία, χρησιμοποιήθηκε ως πρώτη ύλη, για την παρασκευή των εδώδιμων μεμβρανών, αλεύρι σίτου, το οποίο αποτελεί ένα μίγμα από άμυλο, λιπίδια, πρωτεΐνες και φυτικές ίνες, μαζί με γλυκόζη ως πλαστικοποιητή (Drakos et al., 2018). Συγκεκριμένα, παρασκευάστηκαν τρεις μεμβράνες οι οποίες διέφεραν ως προς την περιεκτικότητα τους σε γλυκόζη. Ο χαρακτηρισμός των μεμβρανών πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια φασματοσκοπίας FTIR-ATR, και με Ηλεκτρονική Μικροσκοπία Σάρωσης (SEM). Εξετάστηκαν επίσης, επιπλέον ιδιότητες, όπως το πάχος, η περιεκτικότητα τους σε νερό, η διαλυτότητα, ο βαθμός διόγκωσης, η αντιοξειδωτική τους ικανότητα, καθώς και η διαπερατότητα τους σε υγρασία και αέρια (O₂, CO₂). Η αύξηση της περιεκτικότητας του πλαστικοποιητή οδήγησε στην αύξηση της ελαστικότητας και μείωση της ευθραυστότητας των μεμβρανών, ενώ παρατηρήθηκε και αύξηση της αντιοξειδωτικής τους ικανότητας. Τέλος, μελετήθηκε η βιοαποικοδόμηση τους στο έδαφος, καταγράφοντας το βάρος και την εικόνα των μεμβρανών σε διάστημα 27 ημερών.

Αναφορές

- Borghesi, D., Molina, F., Guerra, M., Gabriela, M., & Campos, N. (2016). Biodegradation Study of a Novel Poly-Caprolactone-Coffe Husk Composite Film. *Materials Research*, 19(4), 752. <https://doi.org/10.1590/1980-5373-MR-2015-0586>.
- Drakos, A., Pelava, E., & Evageliou, V. (2018). Properties of flour films as effected by the flour's source and particle size. *Food Research International*, 107, 551-558. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.03.005>.
- Tharanathan, R. (2003). Biodegradable films and composite coatings: past, present and future. *Trends in Food Science & Technology*, 14(3), 71-78. [https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(02\)00280-7](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(02)00280-7).

ΠΟ-30 Πυρόλυση Μιγμάτων Στυρενικών Πολυμερών με Στόχο την Θερμοχημική Ανακύκλωσή τους

Ε.Ν. Αλεξοπούλου*, Δ.Σ. Αχιλιάς, Μ.Α. Χαριτοπούλου
Εργ. Χημείας και Τεχνολογίας Πολυμερών, Τμ. Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης,
Θεσσαλονίκη, 54124

*email: elenalexopoulou2@gmail.com

Η συσσώρευση τόνων πλαστικών απορριμμάτων και η ανησυχία των επιστημόνων περί περιβαλλοντικής καταστροφής και ασυδοσίας των ανθρώπων έχει οδηγήσει τα τελευταία χρόνια στην ανάγκη ανακύκλωσης των πλαστικών απορριμμάτων. Γενικά, η ανακύκλωση πλαστικών πολυμερικών μειγμάτων είναι μια δύσκολη και πολύπλοκη διαδικασία καθώς αυτά απαρτίζονται από διαφορετικά υλικά και ιδιότητες που απαιτούν ειδικό χειρισμό (Charitopoulou et al., 2021).

Τα πολυμερικά μείγματα (polymer blends) είναι από τα πλέον δύσκολα μείγματα ως προς την επιτυχή ανακύκλωσή τους καθώς είναι πολύ περίπλοκος -συχνά και αδύνατος- ο διαχωρισμός τους στα επιμέρους πολυμερή. Ένας από τους στόχους των ερευνητών είναι η εύρεση κατάλληλων μεθόδων ανακύκλωσης των πολυμερικών μειγμάτων με ταυτόχρονη παραγωγή χρήσιμων πρώτων υλών. Η πιο αποδοτική μέθοδος ανακύκλωσης, στην παρούσα φάση, είναι η πυρόλυση καθώς μέσω της θερμοχημικής αποικοδόμησης των μακρομοριακών αλυσίδων επιτυγχάνεται ανάκτηση τόσο των μονομερών όσο και δευτερογενών πολύτιμων συστατικών (La Mantia et al., 2017).

Η παρούσα εργασία, εστιάζει στην πυρόλυση πολυμερικών μειγμάτων στυρενικής φύσης. Πιο συγκεκριμένα, επιλέχθηκαν ως πολυμερή το πολυστυρένιο (PS), το πολυστυρένιο υψηλής αντοχής σε κρούση (HIPS) και το συμπολυμερές ακρυλονιτριλίου-βουταδιενίου- στυρενίου (ABS), μιας και αποτελούν ορισμένα από τα συχνότερα χρησιμοποιούμενα πολυμερή σε πολλές διαφορετικές εφαρμογές. Με αυτά τα πολυμερή παρασκευάστηκαν με τη χρήση διαλύτη (solution casting) πολυμερικά μείγματα διαφορετικών αναλογιών.

Για τη μελέτη της θερμικής αποικοδόμησης τόσο των πολυμερών όσο και των μειγμάτων τους εφαρμόστηκε η τεχνική Evolved Gas Analysis (EGA), όπου κάθε δείγμα θερμαίνονταν από τους 100 μέχρι τους 700°C, με ρυθμό θέρμανσης 20°C/min, υπό ροή ηλίου. Με τη μέθοδο αυτή λήφθηκαν χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με το θερμοκρασιακό εύρος αποικοδόμησης των πολυμερών και των μειγμάτων τους. Έπειτα, μελετήθηκε η πυρόλυση τους χρησιμοποιώντας πυρολύτη σε συστοιχία με αέριο χρωματογράφο/φασματογράφο μαζών (Pyr-GC/MS), για να προσδιοριστούν τα προϊόντα πυρόλυσης. Για το σκοπό αυτό, τα χρωματογραφήματα που λαμβάνονταν αναλύονταν με το λογισμικό της Shimadzu.

Εξετάστηκαν τρεις διαφορετικές θερμοκρασίες πυρόλυσης: 400, 440 και 500°C, προκειμένου να αξιολογηθεί η επίδραση της θερμοκρασίας στα λαμβανόμενα προϊόντα. Στις περισσότερες περιπτώσεις λαμβάνονταν ως κύριο προϊόν το μονομερές στυρένιο, ολιγομερή καθώς και διάφορες άλλες αρωματικές ενώσεις – που αποτελούν χρήσιμες πρώτες ύλες για την χημική βιομηχανία.

Αναφορές

- Charitopoulou, M. A., Alexopoulou, E., Alexiou, P., & Achilias, D. S. (2022). Waste material recycling in the circular economy. *Current topics in plastic recycling*, in IntechOpen eBooks. <https://doi.org/10.5772/intechopen.101575>
- La Mantia, F. P., Morreale, M., Botta, L., Mistretta, M. C., Ceraulo, M., & Scaffaro, R. (2017). Degradation of polymer blends: A brief review. *Polymer Degradation and Stability*, 145, 79–92. <https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2017.07.011>

ΠΟ-31 Υδροκατεργασία εμπορικής πολυστρωματικής συσκευασίας τροφίμων με σκοπό τον διαχωρισμό των φιλμ κι ανακύκλωσή της.

Π. Β. Αλεξίου*, Ε. Χ. Βουβούδη, Δ. Σ. Αχιλιάς

Εργ. Χημείας και Τεχνολογίας Πολυμερών, Τμ. Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 54124

*e-mail: panal6977@gmail.com

Οι πολυστρωματικές συσκευασίες –αν και από τα πιο συχνά απορρίμματα συσκευασίας– είναι αρκετά δύσκολες στην ανακύκλωσή τους. Αυτό γιατί η παρουσία διαφορετικών υλικών δυσκολεύει την κατεργασία τους συμβατικά με μια μονάχα μέθοδο (Charitopoulou et al., 2021). Συνεπώς χρήσιμη κρίνεται η ανάπτυξη αποτελεσματικών τεχνικών διαχωρισμού κι αποικοδόμησης των εμπορικών πολυστρωματικών συσκευασιών που βρίσκουμε σε τρόφιμα και ροφήματα, τύπου Tetra-Pak®. Το κύριο προτέρημα της συσκευασίας Tetra Pak®, που την κάνει τόσο διαδεδομένη, είναι η εξοικονόμηση ενέργειας λόγω απουσίας ψύξης κι επίσης η ασφαλής μεταφορά των τροφίμων σε μεγάλες αποστάσεις.

Η παρούσα εργασία παρουσιάζει τα πειραματικά αποτελέσματα έρευνας σχετικά με την εύρεση των ευνοϊκότερων συνθηκών για διαχωρισμό των στρωμάτων των συσκευασιών και την ακόλουθη αποικοδόμησή τους με σκοπό την περιβαλλοντική διαχείριση των απορριμμάτων.

Ο διαχωρισμός των στρωμάτων συνέβη με υδροκατεργασία σε αλκαλικό περιβάλλον (NaOH) και στη συνέχεια έγινε ταυτοποίηση και ανάλυση των πολυμερικών φιλμ που παρελήφθησαν μέσω FT-IR, TGA και DSC. Με την μέθοδο αυτή το χαρτί διογκώνεται και απομακρύνεται εύκολα (λόγω διαφοράς πυκνότητας), αφήνοντας πίσω φιλμ Al και φιλμ LDPE (Georgiopoulou et al., 2021). Η θερμική και μηχανική υποβόηθηση του μείγματος είναι αποτελεσματική. Έπειτα, ακολούθησε πυρόλυση των απομονωμένων στρωμάτων πολυμερούς (LDPE) και ανάλυση των θραυσμάτων του πολυμερικού στρώματος με GC/MS.

Από τη TGA προκύπτει ότι το Tetra Pak® διασπάται σε δυο στάδια, το πρώτο με μέγιστο στους 370 και έπειτα στους 445 °C, αφήνοντας ένα υπόλειμμα περί τα 24%. Το ποσοστό του πολυμερούς επίσης ανέρχεται στα 24%.

Παρόλο που και η έσω και η έξω επίστρωση του Tetra Pak® αποτελείται από το ίδιο πολυμερές, LDPE, μακροσκοπικά μπορεί κανείς να διαχωρίσει τα τεμάχια που ανήκουν σε κάθε πλευρά λόγω υπολειμμάτων χρώματος. Από την διαδικασία της υδροκατεργασίας παραμένουν προσφυμένα στην επιφάνεια των φιλμ LDPE ίνες κυτταρίνης καθώς και άλλα πρόσθετα και επιμολύνσεις, όπως κόλλα και χρώμα. Οι ουσίες αυτές θα μπορούσαν να είναι ανασταλτικός παράγων για την παραγωγή συγκεκριμένων επιθυμητών κλάσεων ενώσεων κατά την πυρόλυση. Όμως, τα παράγωγα που ταυτοποιήθηκαν περιλαμβάνουν υδρογονάνθρακες μεγάλου MB, κυρίως γραμμικούς και λιγότερο υποκατεστημένους με C4-C18. Συμπερασματικά, το LDPE που απομακρύνεται από τη πολυστρωματική συσκευασία μπορεί να εισαχθεί σε διαδικασίες επεξεργασίας/ανακύκλωσης όπως κάθε άλλο προϊόν LDPE. Το χαρτί κι Al είναι υλικά φιλικότερα προς το περιβάλλον και μπορούν να ακολουθήσουν άλλες οδούς.

Αναφορές

- Charitopoulou, M. A., Alexopoulou, E., Alexiou, P., & Achilias, D. S. (2022). Waste material recycling in the circular economy. *Current topics in plastic recycling*. In IntechOpen eBooks. <https://doi.org/10.5772/intechopen.101575>
- Georgiopoulou, I., Pappa, G. D., Vouyiouka, S., & Magoulas, K. (2021). Recycling of post-consumer multilayer Tetra Pak® packaging with the Selective Dissolution-Precipitation process. *Resources, Conservation and Recycling*, 165, 105268. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105268>

ΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΠΟ-32 Εμπλουτισμός παρθένου αβοκαντελαίου με φύλλα αβοκάντο: Μία βιώσιμη λύση για την ενίσχυση της οξειδωτικής του σταθερότητας

Σ. Στεφανίδης¹, Ι. Πύρκα¹, Σ. Α. Ορδούδη¹, Ν. Νενάδης¹, Κ. Ζηνοβιάδου²

¹Εργαστήριο Χημείας και Τεχνολογίας Τροφίμων, Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 54124, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα.

²Αμερικάνικη Γεωργική Σχολή, Κολλέγιο Περρωτής, 57001 Θεσσαλονίκη, Ελλάδα
email: steord@chem.auth.gr; niknen@chem.auth.gr

Το Παρθένο Αβοκαντέλαιο (ΠΑ) αποτελεί μία εξαιρετική περίπτωση εδώδιμου φυτικού ελαίου που παραλαμβάνεται αποκλειστικά με φυσικές διεργασίες από φρούτα αβοκάντο (*Persea americana* Mill.). Παρότι είναι πλούσιο σε μονοακόρεστα λιπαρά οξέα και άλλες βιοδραστικές ενώσεις είναι ιδιαίτερα ευοξειδωτο λόγω της φτωχής σύστασής του σε πολικές φαινολικές ενώσεις (Στεφανίδης et al., 2020). Στην παρούσα εργασία, διερευνάται η δυνατότητα ενίσχυσης της οξειδωτικής σταθερότητας αυτού του ελαίου μετά από εμπλουτισμό της σύστασής του σε φαινόλες που παραλαμβάνονται από φύλλα του ίδιου του δέντρου, ως υπο-προϊόντα της συγκομιδής/τυποποίησης. Η μελέτη περιελάμβανε παραλαβή ελαίου από φρούτα κατάλληλης ωριμότητας (cv. Fuerte) σε πιλοτικό ελαιολαδοειδούς τύπου Αβενκοκ και μια σειρά από δοκιμές εμπλουτισμού με εκχυλίσματα φύλλων αβοκάντο της ίδιας ποικιλίας. Όλα τα πειραματικά δείγματα ελαίου υποβλήθηκαν σε έλεγχο ποιότητας με πρότυπες μεθόδους, φασματοσκοπικές και χρωματογραφικές τεχνικές. Οι δοκιμές εμπλουτισμού έγιναν με απευθείας προσθήκη εκχυλίσματος και χρήση ή όχι κατάλληλου γαλακτωματοποιητή αλλά και με εμβάπτιση αποξηραμένων φύλλων σε τρία διαφορετικά επίπεδα προσθήκης (5, 10, 20 % w/w) και απευθείας εκχύλιση με τη χρήση υπερήχων (80 % ισχύς, 30 min, T≤35 °C). Ως δείγματα αναφοράς χρησιμοποιήθηκαν το αντίστοιχο μη εμπλουτισμένο ΠΑ και ένα εξαιρετικά παρθένο ελαιόλαδο πλούσιο σε φαινόλες. Ανεξάρτητα από το επίπεδο και την τεχνική εμπλουτισμού, οι τιμές αριθμού υπεροξειδίων όσο και οξύτητας των εμπλουτισμένων ελαίων παρέμειναν χαμηλές (PV≤2.9 meq O₂/kg ελαίου, FFA≤0.4%). Το έλαιο που αντιστοιχούσε στο υψηλότερο επίπεδο προσθήκης (ΠΑ-20) φάνηκε να είναι το πιο αποτελεσματικό σε συνθήκες επιταχυνόμενης οξείδωσης (Rancimat, 110 °C, 20 L/h) καθώς παρουσίασε τη μεγαλύτερη περίοδο επαγωγής (IP=24.3 h) και σε σχέση με το μη εμπλουτισμένο δείγμα ΠΑ (IP=19.4 h) ενώ παρουσίασε και ισχυρή ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (DPPH, 1.66 mmol TE / kg ελαίου). Βρέθηκε ωστόσο λιγότερο σταθερό σε σχέση με το δείγμα παρθένου ελαιολάδου (IP=35 h). Στο μεγαλύτερο επίπεδο προσθήκης παρατηρήθηκε επίσης μέγιστη συγκέντρωση σε ολικές τοκοφερόλες (577.6 mg/kg) και φαινόλες (230.1 mg/kg), αποτελούμενες κυρίως από υδροξυκιναμωμικά οξέα (42.53 mg/kg ελαίου) και φλαβονοειδή (14.26 mg/kg ελαίου). Τα ευρήματά μας καταδεικνύουν ότι ο εμπλουτισμός παρθένων αβοκαντελαίων με φαινόλες προερχόμενες από φύλλα αβοκάντο μπορεί να αποτελέσει μια εναλλακτική, οικολογική και βιώσιμη πρακτική για την προστασία τους από φαινόμενα τάγγισης και την επιμήκυνση της διάρκειας ζωής τους. Η έρευνα βρίσκεται σε εξέλιξη καθώς απαιτείται αξιολόγηση και άλλων ποιοτικών παραμέτρων (π.χ. οργανοληπτικά χαρακτηριστικά) για την βελτιστοποίηση της τεχνολογίας εμπλουτισμού και την ανάδειξη της εμπορικής σημασίας των νέων προϊόντων παρθένου αβοκαντελαίου.

Ευχαριστίες

Ευχαριστούμε θερμά την Δρ. Θηρεσία-Τερέζα Τζατζάνη (Ινστιτούτο Ελιάς Υποτροπικών Φυτών και Αμπέλου Χανίων, Κρήτης) για την ευγενική προμήθεια φυτικού υλικού πιστοποιημένης βοτανικής προέλευσης.

Βιβλιογραφικές αναφορές

Στεφανίδης Σ. (2020). Πτυχιακή εργασία, Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
Codex Alimentarius Commission, CXS 210-1999

ΧΗΜΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ – ΠΡΑΣΙΝΗ ΧΗΜΕΙΑ - ΥΛΙΚΑ

ΠΟ-33 Ferromagnetic 2D van der Waals Cr_xTe_y grown by Chemical Vapor Deposition

E. Symeonidou^{1,3}, A. Lintzeris^{2,3}, A. Dimoulas³

¹School of Chemistry, Aristotle University of Thessaloniki, 54124 Thessaloniki, Greece

²Department of Physics, School of Applied Mathematical and Physical Sciences, NTUA, 15780 Zografou, Greece

³Institute of Nanoscience and Nanotechnology, N.C.S.R. “Demokritos”, 15310 Agia Paraskevi, Greece
email: evgsymioa@chem.auth.gr

2D van der Waals ferromagnets are promising materials in the field of spintronics. However, controllable and large-scale growth of such materials is still considered a challenge (Meng et al., 2021). Ferromagnetic 1T-CrTe₂ is reported to have a Curie temperature above 300K (Sun et al., 2020). However, this material is prone to Cr-intercalation happening in between the van der Waals layers, giving rise to different possible phases (Niu et al., 2023). Therefore, precise control of the growth parameters (precursors, pressure, temperature, heating/cooling rates, substrates, carrier gas) is essential in order to obtain the desired 1T-CrTe₂ phase. Chemical Vapor Deposition (CVD) is a versatile and industrially compatible method, suitable for the large-scale growth of high-quality films, that has been widely employed for the growth of 2D materials and their heterostructures (Guo et al., 2021). Aim of the present work is the controlled growth and characterization of Cr_xTe_y ferromagnet by CVD. For this purpose, several growth conditions are investigated and the grown materials are characterized in terms of phase and structure, morphology and magnetic properties.



Figure 1. Optical microscope image of the as-synthesized material

Acknowledgments

This work is funded by H2020 Marie Skłodowska-Curie ITN “SMART-X” (grant agreement No. 860553). The authors would like to thank Konstantina Tourlouki for the profilometry measurements.

References

- Guo, Y., Kang, L., Yu, S., Yang, J., Qi, X., Zhang, Z., & Liu, Z. (2021). CVD Growth of Large-scale and Highly Crystalline 2D Chromium Telluride Nanoflakes. *ChemNanoMat*, 7(3), 323–327. <https://doi.org/10.1002/CNMA.202000650>
- Meng, L., Zhou, Z., Xu, M., Yang, S., Si, K., Liu, L., Wang X., Jiang H. Li B., Qin P., Zhang P., Wang J., Liu Z., Tang P., Ye. Y., Zhou W., Bao L., Gao H. J & Gong, Y. (2021). Anomalous thickness dependence of Curie temperature in air-stable two-dimensional ferromagnetic 1T-CrTe₂ grown by chemical vapor deposition. *Nature Communication*, 12, 809. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-21072-z>
- Niu, K., Qiu, G., Wang, C., Li, D., Niu, Y., Li, S., Kang L., Cai Y., Han M. & Lin, J. (2023). Self-Intercalated Magnetic Heterostructures in 2D Chromium Telluride. *Advanced Functional Materials*, 33(2), 2208528. <https://doi.org/10.1002/ADFM.202208528>
- Sun, X., Li, W., Wang, X., Sui, Q., Zhang, T., Wang, Z., ... Zhang, Z. (2020). Room temperature ferromagnetism in ultra-thin van der Waals crystals of 1T-CrTe₂. *Nano Research*, 13, 3358–3363. <https://doi.org/10.1007/S12274-020-3021-4/METRICS>

ΠΟ-34 Σύνθεση και χαρακτηρισμός εποξειδικών βιοπροερχόμενων μονομερών και πολυμερών

Ζ. Α. Κουτσογιαννη¹, Χ. Παππά¹, Κ. Τριανταφυλλίδης^{1,2}

¹Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Εργαστήριο Χημικής και Περιβαλλοντικής Τεχνολογίας, Θεσσαλονίκη, 54124

² Κέντρο Διεπιστημονικής Έρευνας και Καινοτομίας (ΚΕΔΕΚ), ΑΠΘ, Θέρμη, 57001, Θεσσαλονίκη
e-mail: koutsogiannizl@gmail.com

Τα τελευταία χρόνια, έχει δοθεί μια αυξανόμενη προσοχή στην ανάπτυξη βιο-βασισμένων πολυμερών από ανανεώσιμες πηγές όπως η βιομάζα, τόσο λόγω της εξάντλησης των ορυκτών πρώτων υλών όσο και λόγω του αυξανόμενου ενδιαφέροντος για δημιουργία φιλικών προς το περιβάλλον προϊόντων. Παρόλο που η μεγαλύτερη προσοχή προς αυτήν την κατεύθυνση έχει δοθεί στα θερμοπλαστικά, τα θερμοσκληρυνόμενα, και ιδιαίτερα τα εποξειδικά πολυμερή, είναι επίσης σημαντικά. Τα εποξειδικά πολυμερή βρίσκουν ευρεία εφαρμογή σε επιστρώσεις, κόλλες και μονωτικά λόγω των ευέλικτων ιδιοτήτων τους. Ωστόσο, ο διγλυκιδυλαιθέρας της δισφαινόλης Α (DGEBA), που είναι η πλέον χρησιμοποιούμενη πρόδρομη ένωση για την Παρασκευή εποξειδικών πολυμερών, έχει οιστρογονικές ιδιότητες, κεντρίζοντας το ενδιαφέρον για εναλλακτικές που βασίζονται σε βιοπροερχόμενα προϊόντα. Ενώ έχει διεξαχθεί εκτεταμένη έρευνα σε εποξειδικές ρητίνες που προέρχονται από φυτικά έλαια, όπως η σόγια, ο λιναρόσπορος και το καστορέλαιο, οι μεγάλες αλειφατικές αλυσίδες που περιέχουν στο μόριό τους, περιορίζουν την ικανότητά τους να αντικαταστήσουν αποτελεσματικά τα δίκτυα που βασίζονται σε DGEBA. Από την άλλη πλευρά, τα μονομερή που προέρχονται από βιομάζα, τα οποία είναι χαμηλού κόστους και άφθονα, έχουν κερδίσει την προσοχή για τη σύνθεση εποξειδικών προπολυμερών. Σε αυτή τη μελέτη, χρησιμοποιήσαμε τον ισοσορβίτη, ένα παραπροϊόν υψηλής προστιθέμενης αξίας ως πρόδρομη ένωση για την σύνθεση νέων βιοπροερχόμενων εποξειδικών προπολυμερών. Ο ισοσορβίτης έχει ενδιαφέρουσες χημικές ιδιότητες, είναι βιοαποικοδομήσιμο και μοιράζεται μια δομική ομοιότητα με το BPA, καθιστώντας το ένα πιθανό υποκατάστατο στη σύνθεση εποξειδικής ρητίνης. Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται η σύνθεση του διγλυκιδυλαιθέρα του ισοσορβίτη μέσω της καταλύομενης από βάση αντίδρασης ισοσορβίτη και επιχλωροϋδρίνης. Η επιτυχής σύνθεση του εποξειδικού προπολυμερούς επιβεβαιώθηκε με φασματοσκοπικές μεθόδους NMR και FTIR (ATR) ενώ επιπλέον πραγματοποιήθηκε η μελέτη της προόδου της αντίδρασης και ο προσδιορισμός των βέλτιστων συνθηκών αντίδρασης. Επιπλέον, διεξήχθησαν προκαταρκτικά πειράματα τόσο στον θερμικό όσο και στον υπεριώδη φωτοπολυμερισμό και οδήγησαν σε διασταυρούμενα δίκτυα που χαρακτηρίστηκαν από μεθόδους DSC, TGA, FTIR. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν υπόσχονται μια φιλική προς το περιβάλλον εναλλακτική λύση στα συμβατικά εποξειδικά πολυμερή.

Ευχαριστίες

This project has received funding from the European Union's Horizon 2021 research and innovation programme under Grant Agreement No. 101058699.

Βιβλιογραφία

- Pascault, J. P., & Williams, R. J. (Eds.). (2009). Epoxy polymers: new materials and innovations. John Wiley & Sons.
- Shen, L., Haufe, J., & Patel, M. K. (2009). Product overview and market projection of emerging bio-based plastics PRO-BIP 2009. Report for European polysaccharide network of excellence (EPNOE) and European bioplastics, 243, 1-245
- Rogers, J. A., Metz, L., & Yong, V. W. (2013). Endocrine disrupting chemicals and immune responses: A focus on bisphenol-A and its potential mechanisms. *Molecular immunology*, 53(4), 421-430. <https://doi.org/10.1016/j.molimm.2012.09.013>.
- Ma, S., Li, T., Liu, X., & Zhu, J. (2016). Research progress on bio-based thermosetting resins. *Polymer International*, 65(2), 164-173. <https://doi.org/10.1002/pi.5027>.

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ – ΈΛΕΓΧΟΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ

ΠΟ-35 Προσδιορισμός μικροπλαστικών στην επικαθήμενη σκόνη εσωτερικών χώρων

Χ. Ρόιδου¹, Α. Μαργκά¹, Α. Κούρας¹, Ε. Τσακίρη², Λ. Μαλλετζίδου³ και Κ. Σαμαρά – Κωνσταντίνου¹,

¹Εργαστήριο Ελέγχου Ρύπανσης Περιβάλλοντος, Τμήμα Χημείας, Σχολή Θετικών Επιστημών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 54124

²Εργαστήριο Συστηματικής Βοτανικής & Φυτογεωγραφίας, Τομέας Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 54124

³Εργαστήριο Προηγμένων Υλικών και Διατάξεων, Τμήμα Φυσικής, Σχολή Θετικών Επιστημών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 54124

Τα πλαστικά είναι συνθετικά υλικά που χρησιμοποιούνται ευρέως λόγω των μοναδικών φυσικοχημικών ιδιοτήτων τους, όπως η ανθεκτικότητα στη διάβρωση και στο χρόνο, το σχετικά χαμηλό βάρος τους κ.α. Ως μικροπλαστικά ορίζονται τα πλαστικά το μέγεθος των οποίων κυμαίνεται από 1 μm έως 5 mm και μπορεί να βρεθούν άμεσα στο περιβάλλον σε αυτή τη μορφή, καθώς εμπεριέχονται σε συνθετικά ρούχα, ελαστικά αυτοκινήτων αλλά και σε προϊόντα προσωπικής φροντίδας. Μπορούν ακόμη να προέρχονται από κατάτμηση μεγαλύτερων πλαστικών αντικειμένων, όπως πλαστικές σακούλες ή μπουκάλια. (Mohammad Javad Nematollahi a, 2022). Τα μικροπλαστικά έχουν βρεθεί σε όλα τα περιβαλλοντικά διαμερίσματα. Σε σύγκριση με την πληθώρα μελετών για τα μικροπλαστικά στο θαλάσσιο και στο χερσαίο περιβάλλον, η έρευνα για τα μικροπλαστικά στην ατμόσφαιρα έχει μόλις πρόσφατα κερδίσει την προσοχή. Η ατμόσφαιρα είναι μια σημαντική οδός μέσω της οποίας πολλά αιωρούμενα υλικά μεταφέρονται σε περιφερειακό ή ακόμη και σε παγκόσμιο επίπεδο (Zhang et al., 2020).

Στην παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε ο προσδιορισμός, καθώς και ο χαρακτηρισμός των μικροπλαστικών σε σπίτια και χώρους εργασίας. Η προκατεργασία των ατμοσφαιρικών μικροπλαστικών περιλαμβάνει κοσκίνιση, πέννη, διαχωρισμό πυκνότητας, διήθηση και τέλος ξήρανση (Luo et al., 2022) τεχνικές της στερεο-μικροσκοπίας και φασματοσκοπίας υπερύθρου (μFTIR) χρησιμοποιήθηκαν για την ταυτοποίηση και ποσοτικοποίηση των μικροπλαστικών.

Αναφορές

- Luo, X., Wang, Z., Yang, L., Gao, T. & Zhang Y. (2022). A review of analytical methods and models used in atmospheric microplastic research. *Science of the Total Environment*, 828, 154487. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.154487>.
- Nematollahi M. J., Zarei F., Keshavarzi B., Zarei M., Moore F., Busquets R. & Kelly F. J. (2022). Microplastic occurrence in settled indoor dust in schools. *Science of the Total Environment*, 807(Part 3), 150984. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150984>.
- Zhang, K., Gong W., Lv J., Xiong X. & Wu C. (2015). Accumulation of floating microplastics behind the Three Gorges Dam. *Environmental Pollution*, 204, 117-123. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2015.04.023>.
- Zhang, Y., Kang S., Allen, S., Allen D., Gao T. & Sillanpää M. (2020, April). Atmospheric microplastics: A review on current status and perspectives. *Earth-Science Reviews*, 203, 103118. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2020.103118>.

