



Newsletter

Χρόνος 11, Τεύχος 18

<http://nn.physics.auth.gr>

Θεσσαλονίκη, Ιούλιος 2014

Περιεχόμενα

1. ΓΙΑ 11 ^η ΧΡΟΝΙΑ Η “NANOTECHNOLOGY 2014” ΣΤΗΝ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ !	1
2. MATCHMAKING EVENT ME ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΕΣ ΑΠΟ 140 ΔΙΜΕΡΕΙΣ ΣΥΝΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΗΝ NANOTECHNOLOGY 2014..5	5
3. MEETING WITH AUTHORITIES AND INDUSTRY REPRESENTATIVES TO DISCUSS THE: “Priorities & Incentives for Sustainable Growth in Greece within ESPA, Smart Specialization and H2020”	6
4. ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΤΟΥ ΔΠΜΣ N&N “Ανάπτυξη και Χαρακτηρισμός Οργανικών Υλικών για Εφαρμογή σε Οργανικά Ηλεκτρονικά”	10
5. ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΤΩΝ ΑΠΟΦΟΙΤΩΝ ΤΟΥ ΔΠΜΣ N&N	
- Ανάπτυξη και χαρακτηρισμός του ZnO:PVP για εκτυπωμένη ανεστραμμένη δομή OPV.....	14
- Ανάπτυξη λεπτών υμενίων με Inkjet printing για Εύκαμπτα Οργανικά Φωτοβολταϊκά	18
- Φασματοσκοπία Raman και τεχνικές AFM για την Ανίχνευση Βιολογικών Δειγμάτων για Εγκληματολογικούς σκοπούς.....	20
- Ανάπτυξη Πολυμερικών Βιοσυμβατών Λεπτών Υμενίων με Φαρμακευτικές Ιδιότητες στην Επιφάνεια Ενδοφακών... ..	25
- Παρασκευή Βιολειτουργικών Ικτριωμάτων από Βιοαποικοδομήσιμα πολυμερή: Ιστική Αναγέννηση & Λειτουργικότητά τους...29	29
- Μελέτη της λιποπρωτεΐνης LDL με τη χρήση Μικροσκοπίας Ατομικής Δύναμης σε παιδιά με Νεανική Ιδιοπαθή Αρθρίτιδα.....	31
6. INTERVIEW with Prof. ROISIN OWENS, Department of Bioelectronics at the Center of Microelectronics in Provence.....	33

1. ΓΙΑ 11^η ΧΡΟΝΙΑ Η “NANOTECHNOLOGY 2014” ΣΤΗΝ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ !

Για 11η συνεχή χρονιά διοργανώθηκε το παγκοσμίου φήμης πολυεγονός “**NANOTECHNOLOGY 2014**” από τις 5 έως τις 12 Ιουλίου 2014 στο Ξενοδοχείο & Συνεδριακό κέντρο Porto Palace, στη Θεσσαλονίκη. Η διοργάνωση NANOTECHNOLOGY 2014 περιλάμβανε τα καθιερωμένα Διεθνή Συνέδρια NN14, ISFOE14, τα Θερινά Σχολεία ISSON14 και την Έκθεση Νανοτεχνολογίας EXPO14 κι έφερε κοντά καινοτόμους από την Ακαδημαϊκή κοινότητα, τα Ερευνητικά κέντρα και τη Βιομηχανία με σκοπό την προαγωγή ερευνητικών και βιομηχανικών συνεργασιών και τη διάδοση των εξελίξεων στον ραγδαία αναπτυσσόμενο τομέα των Νανοτεχνολογιών και των Οργανικών Ηλεκτρονικών. Η NANOTECHNOLOGY 2014 αποτέλεσε μέσο για την ανάδειξη καινοτόμων και επενδυτικών ευκαιριών στη Νοτιοανατολική Ευρώπη και την περιοχή των Βαλκανίων στους τομείς των N&N και των Οργανικών Ηλεκτρονικών.

Η NANOTECHNOLOGY 2014 έφερε για περισσότερο από μία εβδομάδα τη Θεσσαλονίκη στο προσκήνιο της διεθνούς επιστημονικής επικαιρότητας φιλοξενώντας πάνω από 1.500 ειδικούς από 57 χώρες, με πληθώρα ευκαιριών, συζητήσεων και αλληλεπιδράσεων μεταξύ τους. Οι σύνεδροι απαρτίζονταν από επιστήμονες, ερευνητές, εκπροσώπους της βιομηχανίας, επενδυτές, εκπροσώπους του χώρου παροχής υπηρεσιών και ειδικούς μεταφοράς τεχνολογίας, οι οποίοι συναντήθηκαν και παρουσίασαν τις ερευνητικές τους δραστηριότητες και τις καινοτομίες τους με περισσότερες από 760 ομιλίες και παρουσιάσεις. Στο NANOTECHNOLOGY 2014 έλαβαν μέρος 140 Ινστιτούτα και Διεθνή Ερευνητικά Κέντρα, 250 Πανεπιστήμια από την Ελλάδα και το εξωτερικό και δεκάδες εταιρείες καινοτόμων προϊόντων από όλο τον κόσμο. Επίσης, 124 νέοι ερευνητές και μεταπτυχιακοί φοιτητές από κάθε γωνιά του κόσμου συμμετείχαν στο Θερινό Σχολείο, ISSON14.

Το **NN14**, το παγκοσμίου εμβέλειας γεγονός στις Νανοεπιστήμες & Νανοτεχνολογίες (N&N), πραγματοποιήθηκε από τις 8 έως τις 11 Ιουλίου 2014. Το NN14 εστίασε στις τελευταίες εξελίξεις στον τομέα των N&N και την προαγωγή ουσιαστικών επιστημονικών αλληλεπιδράσεων μεταξύ ερευνητών από διάφορα πεδία οι οποίοι ενδιαφέρονται για τα νέα επιστημονικά και τεχνολογικά επιτεύγματα που προκύπτουν στην περιοχή των N&N κι εμπεριέχουν τα ηλεκτρονικά, την ενέργεια, το περιβάλλον, την υγεία, τις μεταφορές, την ασφάλεια, την εκπαίδευση κ.α.

Το NN14 περιλάμβανε πέντε παγκοσμίως γνωστά Workshops και ειδικές ενότητες, όπου δόθηκαν ομιλίες από διεθνώς αναγνωρισμένους επιστήμονες και εκπροσώπους της βιομηχανίας.

Πιο συγκεκριμένα, τα Workshops και τα θέματα που αναπτύχθηκαν ήταν:

WORKSHOP 1: Nanoelectronics – Photonics –Phononics -Plasmonics –Energy

- Fundamentals from Electronics to Energy Materials
- Devices & Applications
- Processes & Characterisation
- For better Understanding, Theory & Computations

WORKSHOP 2: Nanomaterials, Nanofabrication, Nanoengineering & Nanoconstruction

- Workshop on Carbon Materials
- Polymer Nanotechnologies
- Nanomaterials, Development, Properties & Characterization
- For better Understanding, Theory & Computations

- Nanoconstruction and Building Materials
- Biomaterials at Nanoscale
- Commercialization in NANO- Materials, Equipment & Processes

WORKSHOP 3: NANOMEDICINE

- Basics related with Medicine, Biology and Nanotechnology
- Nanomaterials in any form
- Clinical Applications
- Update on Preclinical and Clinical trials on Nanomedicine
- Nanotoxicity, Risk Assessment and Ethics
- Commercialization in Nanomedicine

WORKSHOP 4: BIOELECTRONICS

- Fundamentals from Materials to Biology and Medicine
- Biosensors and Bioactuators
- Biological and Clinical Applications
- Commercialization in Biosensors and Diagnostic systems

WORKSHOP 5: GRAPHENE and RELATED MATERIALS

Οι Plenary ομιλίες του NANOTECHNOLOGY 2014 οι οποίες απευθύνονταν σε όλους τους συμμετέχοντες του δόθηκαν από τους διακεκριμένους επιστήμονες Καθ. **Mario Leclerc** και Καθ. **Κώστα Σουκούλη**. Ο Καθηγητής Mario Leclerc από το Τμήμα Χημείας του Université Laval, της πόλης Quebec, του Καναδά χαίρησε την έναρξη εργασιών της NANOTECHNOLOGY 2014 με την ομιλία του: “Conjugated Polymers: From MicroElectronics to Genomics”. Στη συνέχεια, ο Καθηγητής Κώστας Σουκούλης από το Ινστιτούτο Ηλεκτρονικής δομής και Laser του Ιδρύματος Τεχνολογίας & Έρευνας, του Ηρακλείου της Κρήτης και το Τμήμα Φυσικής και Αστρονομίας του Iowa State University των ΗΠΑ μίλησε για: “Recent progress in metamaterials and their applications”.



Στιγμιότυπο από την Κεντρική Εκδήλωση

Κατά τη διάρκεια της NANOTECHNOLOGY 2014 οι εξέχοντες σύνεδροι που έδωσαν **Keynote** ομιλίες ήταν οι Καθηγητές: **Jerome Cornil** από το University of Mons-Hainaut του Βελγίου, **Kazuo Takimiya** από το RIKEN Center for Emergent Matter Science (CEMS) της Ιαπωνίας, **David Lidzey** από το Τμήμα Φυσικής και Αστρονομίας του University of Sheffield της Μ. Βρετανίας, **Denis Andrienko** από το Max Planck Institute for Polymer Research της Γερμανίας, **Ευθύμιος Καξίρας** από το Harvard University των ΗΠΑ, **Marin Soljagic** από το Massachusetts Institute of Technology των ΗΠΑ, **Εμμανουήλ Γιαννέλης** από το Τμήμα Επιστήμης Υλικών και Μηχανικής του Cornell University των ΗΠΑ, **K. Gus Kousoulas** από το Louisiana State University-Tulane NIH Center for Biomedical Research, **Κυριάκος Κομβόπουλος** από το Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών του University of California Berkeley των ΗΠΑ και **Carsten Deibel** από το Julius-Maximilians-University of Wurzburg της Γερμανίας.

Στα πλαίσια του Bioelectronics Workshop πραγματοποιήθηκε **Συζήτηση Στρογγυλής Τραπέζης** με θέμα: **“Τα Βιοηλεκτρονικά στοχεύουν την Κλινική Πρακτική”**, όπου ειδικοί στον τομέα των Βιοηλεκτρονικών συζητήσαν με γιατρούς για τις δυνατότητες που προκύπτουν από τη συνέργεια των δυο αυτών χώρων στην πρόληψη, την έγκαιρη διάγνωση και τη θεραπεία των ανθρώπινων ασθενειών. Ακόμη, παρουσιάστηκαν ιατρικές συσκευές, βιοαισθητήρες και βιοενεργοποιητές που δύνανται να χρησιμοποιηθούν στη μά-

χη ενάντια στον Διαβήτη, σε Μολυσματικές και Φλεγμονώδεις ασθένειες, σε Νευροεκφυλιστικές ασθένειες, στην Επιληψία, την Αρτηριοσκλήρυνση κ.α.

Κατά τη διάρκεια του NN14 πραγματοποιήθηκε επίσημη απονομή Βραβείων για την καλύτερη Προφορική Παρουσίαση και το καλύτερο Poster. Το βραβείο για την καλύτερη Προφορική Παρουσίαση απονεμήθηκε στον Phillip Manley, από το Helmholtz-Zentrum Berlin και για το καλύτερο Poster στον Ιωάννη Αναστασόπουλο από το Πανεπιστήμιο Πατρών - FORTH/ICE-HT. Επίσης, για ακόμη μια χρονιά δόθηκε το Βραβείο για το καλύτερο Poster στο πεδίο **"Nanotoxicology in the Physiological Context"** από την Αυστριακή εταιρεία BioNanoNet Forschungsgesellschaft GmbH στην Helen Andersen από το University of Copenhagen.



“Το Διεθνές Συμπόσιο στα Εύκαμπτα

Οργανικά Ηλεκτρονικά (ISFOE14)”, 7-10 Ιουλίου 2014

Το 7^ο Διεθνές Συμπόσιο στα Εύκαμπτα Οργανικά Ηλεκτρονικά (ISFOE14), που αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα γεγονότα διεθνώς, πραγματοποιήθηκε από τις 7 έως τις 10 Ιουλίου 2014. Στο ISFOE14 συγκεντρώθηκαν διεθνούς φήμης επιστήμονες, μηχανικοί και εκπρόσωποι από βιομηχανίες και αντάλλαξαν ιδέες προκειμένου να λυθούν φλέγοντα ζητήματα στο πεδίο των Οργανικών και Εκτυπωμένων Ηλεκτρονικών.



Οι συμμετέχοντες του ISSON14 την πρώτη ημέρα του Σχολείου

Τα Workshops και οι ειδικές ενότητες του ISFOE14 εστίαζαν στα εξής θέματα:

- ✓ Organic and Large Area Electronic (OLAE) materials
- ✓ Manufacturing Processes & Digital Fabrication and Quality Control for Industrial Applications
- ✓ Organic Photovoltaics
- ✓ Bioelectronics
- ✓ Graphene and related materials
- ✓ OLEDs for Displays and Lighting
- ✓ Laser Technologies
- ✓ Smart Textiles
- ✓ Computational Modelling
- ✓ OTFTs and Circuits
- ✓ Integrated Systems and Sensors

Επιπλέον, κατά τη λήξη του Συνεδρίου δόθηκε το Βραβείο Νέου Ερευνητή για την καλύτερη Προφορική Παρουσίαση στον Alberto Perrotta από το Eindhoven University of Technology.

ISSON14
5-12 July 2014

“8ο Διεθνές Θερινό Σχολείο στις N&N, τα Οργανικά Ηλεκτρονικά και τη Νανοϊατρική (ISSON14)”, 5-12 Ιουλίου 2014

Τα Διεθνή Θερινά Σχολεία **ISSON14** πραγματοποιήθηκαν από τις 5 έως τις 12 Ιουλίου του 2014, συμπεριλαμβανομένης της συμμετοχής στο NN14. Στο ISSON14 έγινε μια ανασκόπηση της τρέχουσας κατάστασης στα ραγδαία αναπτυσσόμενα πεδία των N&N, των Οργανικών Ηλεκτρονικών και της Νανοϊατ-

ρικής με σκοπό την εκπαίδευση της επόμενης γενιάς ερευνητών και επιστημόνων. Οι 124 συμμετέχοντες παρακολούθησαν ομιλίες από διακεκριμένους επιστήμονες για τις νέες εξελίξεις και τις τεχνικές αιχμής των N&N και των Οργανικών Ηλεκτρονικών και πραγματοποιήθηκε επίδειξη των εργαστηριακών εγκαταστάσεων από εταιρείες οργάνων για την ανάπτυξη και το χαρακτηρισμό υλικών στη νανοκλίμακα.

Τα μαθήματα και οι ομιλίες του ISSON χωρίζονταν σε τρεις συμπληρωματικές κατευθύνσεις και οι συμμετέχοντες παρακολούθησαν τις παρακάτω θεματικές:

Κατεύθυνση 1: Νανοεπιστήμες & Νανοτεχνολογίες

- Principles
- Nanomaterials
- Nanoscale Characterization
- Applications

Κατεύθυνση 2: Οργανικά Ηλεκτρονικά

- Materials
- Devices
- Manufacturing
- Applications

Κατεύθυνση 3: Νανοϊατρική

- Nanobiotechnology
- Nanomedicine
- Methods
- Clinical Applications

Στα πλαίσια του ISSON14 οι σπουδαστές παρουσίασαν περισσότερα από 50 Posters και βραβεύτηκαν τα καλύτερα posters των: Τραντάκη Ιωάννη από το ETH Zurich και Karl David Wegner από το Université Paris-Sud.

EXPO14
7-11 July 2014

“4η Διεθνής Έκθεση στις Νανοτεχνολογίες & τα Οργανικά Ηλεκτρονικά (NANOTECHNOLOGY2014 Expo)”, 7-11 Ιουλίου 2014

Η 4^η **NANOTECHNOLOGY Expo** πραγματοποιήθηκε από τις 7 έως τις 11 Ιουλίου 2014 και φιλοξένησε περισσότερους από 30 εκθέτες από 16 χώρες, οι οποίοι παρουσίασαν τις τελευταίες εξελίξεις στα:

- ✓ Materials & Chemicals
- ✓ Manufacturing & Synthesis processes
- ✓ Metrology & Instrumentation Systems
- ✓ Applications
- ✓ Devices
- ✓ Services



Στιγμιότυπο από την EXPO14

Η NANOTECHNOLOGY 2014 Έκρο αποτέλεσε μια εξαιρετική ευκαιρία συνάντησης επιστημόνων και ερευνητών με τους ανθρώπους της παραγωγής των εφαρμογών και της Βιομηχανίας.

Πιο συγκεκριμένα, συμμετείχαν σε αυτή εταιρείες που δραστηριοποιούνται στους τομείς της Νανοτεχνολογίας

ας και των Οργανικών Ηλεκτρονικών και Ακαδημαϊκά και Ερευνητικά Ιδρύματα που επιθυμούν να αξιοποιήσουν τα αποτελέσματα της έρευνας τους.

Η NANOTECHNOLOGY 2014 διοργανώθηκε από το Εργαστήριο Λεπτών Υμενίων Νανοσυστημάτων & Νανομετρολογίας LTFN, του Α.Π.Θ. και υποστηρίχθηκε από Θεματικό Δίκτυο NANONET, τα Πανεπιστήμια BERKLEY, BORDEAUX, πολλά Ευρωπαϊκά Ερευνητικά Προγράμματα, τη Ζώνη Καινοτομίας Θεσσαλονίκης, και άλλους φορείς.

Πληροφορίες σχετικά με τη NANOTECHNOLOGY2014 μπορούν να βρεθούν στην Ιστοσελίδα <http://www.nanotecnology.com>.

Φοίβη Λογοθετίδη

Απόφοιτος Φαρμακευτικής Σχολής ΑΠΘ

2. MATCHMAKING EVENT ΜΕ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΕΣ ΑΠΟ 140 ΔΙΜΕΡΕΙΣ ΣΥΝΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΗΝ NANOTECHNOLOGY 2014

Στο πλαίσιο της NANOTECHNOLOGY 2014 την Τετάρτη 9 Ιουλίου το Δίκτυο ΠΡΑΞΗ και η EBETAM A.E., μέλη του Enterprise Europe Network – Hellas, σε συνεργασία με το Εργαστήριο Λεπτών Υμενίων Νανοσυστημάτων & Νανομετρολογίας (LTFN) διοργάνωσαν την εκδήλωση τεχνολογικών και επιχειρηματικών συναντήσεων Matchmaking event, η οποία ολοκληρώθηκε με ιδιαίτερη επιτυχία.



Στο Matchmaking Event συμμετείχαν 68 εκπρόσωποι πανεπιστημίων, ερευνητικών κέντρων και επιχειρήσεων οι οποίοι πραγματοποίησαν περισσότερες από 140 προγραμματισμένες διμερείς

συναντήσεις. Ο στόχος των συζητήσεων ήταν η διερεύνηση των προοπτικών συνεργασίας σε ερευνητικό και επιχειρηματικό επίπεδο. Οι συμμετέχοντες φορείς προέρχονταν σε ποσοστό περίπου 50% από την Ελλάδα, ενώ οι υπόλοιποι κυρίως από την Ιταλία, τη Γερμανία, τη Μ. Βρετανία και τις Η.Π.Α.

Η πρωτοβουλία της εκδήλωσης αυτής κρίθηκε πολύ θετικά από τους συμμετέχοντες, οι οποίοι είτε είχαν την ευκαιρία να εντάξουν στο έντονο πρόγραμμα του συνεδρίου μία προσωπική ατζέντα συναντήσεων ή συμμετείχαν στην NANOTECHNOLOGY 2014 αποκλε-

ιστικά για το Matchmaking Event. Μάλιστα, η πλειοψηφία τους δήλωσε ότι πραγματοποίησε ιδιαίτερα ενδιαφέρουσες συναντήσεις με μεγάλη πιθανότητα σύναψης μιας μελλοντικής τεχνολογικής ή επιχειρηματικής συνεργασίας.

Vaya Piteli - Physicist
Technology Transfer Consultant
PRAXI Network

3. MEETING WITH AUTHORITIES AND INDUSTRY REPRESENTATIVES TO DISCUSS THE: "Priorities & Incentives for Sustainable Growth in Greece within ESPA, Smart Specialization and H2020"

On Friday 11 July 2014 at Porto Palace Hotel the meeting on the "**Priorities & Incentives for Sustainable Growth in Greece within ESPA, Smart Specialization and H2020**" in the end of the event NANOTECHNOLOGY 2014 took place between the local authorities and members of the local industry. The agenda of the meeting involved seven presentations with topics, covering the most important technological and entrepreneurial subjects for the Central Macedonia region.

Among the attendants were Prof. S. Logothetidis, LTFN, AUTH, Greece, Dr. S. Papalexiou, Ptolemeo SA, Greece, Dr. H. Binder, BTC Technologies GmbH, Germany, Dr. P. Giannoules, g/t cons, Germany, Stylianos G. Neophytides, FORTH/ICE-HT, Greece, Prof. K. Gus Kousoulas, Associated Vice Cancellor Louisiana State University, USA, T. Makrantonaki, Vice Governor of Central Macedonia, K. Parthenopoulos, General Director of Ministry for Macedonia & Thrace, Loufakis, President and CEO of

"Loufakis Chemicals SA" and president of the Exporters' Association of Northern Greece (SEBE), Charles Mouratides, President of CHI, Chicago, E. Vlachogiannis, Vice President of Commerce & Industry Chamber of Thessaloniki, V. Thomaidis, President & CEO of Compucon S.A., Thessaloniki, K. Tramantzas, Development Manager of Alexander Innovation Zone S.A., N. Komninos, Prof. of Urban Development and Innovation Policy at the AUTH, Dr Nico Meyer, Coatema Germany, Dr G. Darliski, COPT NRW Cluster, Germany, Paul Karasso, Entrepreneur and many others. In the end, discussion and comments from the participants followed.



Moments from the meeting

At the beginning of the meeting, Professor of AUTH S. Logothetidis welcomed all the participants to the event and gave information about the themes and the program of the meeting.



Professor Stergios Logothetidis (AUTH)

In the first presentation: **‘Organic & Printed Electronics: Building the New Industry in Greece’** Professor of AUTH S. Logothetidis referred to the opportunities that Greece can provide. After presenting the dynamics of Organic Electronics and the possibilities opened up by the market, he described briefly the research activities of the Lab of Nanosystems & Nanometrology (LTFN) through already existing and new research programs. He also presented the results of LTFN research on the geographical distribution of companies in Greece that are active in nanotechnology, the nanotechnology industry sectors by

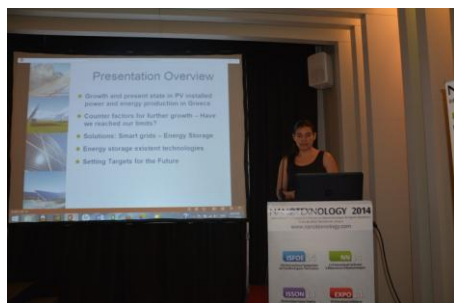
applications and the nanotechnology startup / spin off companies. He also emphasized that according to the Endeavor Greece (June 2014), 90% of the existing Greek companies cannot create jobs in Greece, and only the 0.5%, (3000 companies) can create jobs. The evolution of Greek Nanotech companies and their sigmoidal evolution started about 2002 with two circles of investment was also presented and it was revealed that the saturation, about 230 Nanotech companies in Greece, will be around 2021. However, if we want to increase this picture and to contribute to the Greek sustainable growth then a new strategy, the proper incentives and specific targets are urgently needed to be taken during the plan period of the coming National Program (New ESPA). Finally, he stressed on the necessity the Smart Specialization (RIS3) should be also structured as a national priority and a tool for regional development.



Professor Stergios Logothetidis (AUTH)

Then Dr. S. Papalexioiu, Ptolemeo SA, Greece presented the topic **‘Energy Storage extends PV Penetration Limits’** and mentioned the milestones and the present state of commercial and industrial scale PV. She reported that June 2006 was the beginning of PV era, in June 2010 the targets were set and in May 2013 the FiT collapsed. She referred also to the wind energy and PV growth for 2012-2014, she compared the energy production to energy consumption and mentioned that the development of power storage systems is very important. It was also referred that the demand for energy was 8.5 GW in June 2008 and that stochastic energy sources have their limits. She emphasized that the demand consists of regulated

production and stochastic production and the solution is energy storage. She also mentioned that 99% of the energy storage is performed by hydropower and that there is also a reference project in Ikaria. She reported also that in the US the energy storage issues are concerned as 'Holy Grail' of RES usage. She also referred to fuel cells and batteries and the research in storage technology that takes place in Greek research institutes, clever networks and the importance of energy storage.



*Dr. Sofia
Papalexiou,
Ptolemeo SA*



*Dr. H. Binder, BTC
Technologies GmbH*

Afterwards, Dr. H. Binder, BTC Technologies GmbH, Germany talked about '**Global PV & Storage Technology—an Opportunity for Greece**'.

He reported that energy storage solutions should be existed with highly sophisticated decentralised systems and a combination of energy sources, such as electricity and heat (heat and steam) is very crucial. He also mentioned that there is an energy mix in Greece: oil, RES, natural gas, lignite and he emphasized that the goal is intelligent storage systems. He also reported that there is a proposal for Thessaloniki, many applications for hydrogen and wind turbines and a solar park could be made.

Then, Dr. P. Giannoules, g/t cons, Ludwigsbourg, Germany gave a talk about the topic '**Building the**

New Industry: The case of Brazil' and he mentioned that the landscape of the high-tech manufacturing comprises of several components. He emphasized that building a new technology requires a core and of course know-how. He also mentioned the efforts and actions that were taken by the Brazilian Government to build a technology ecosystem and the market response. Finally, he summarized the SIX semiconductors technology, the scope of this factory and the partners, R&D projects, manufacturing, marketing and sales.

Subsequently, Dr. Stylianos G. Neophytides, FORTH/ICE-HT, Greece talked about '**Regenerative PEM Fuel Cells**' and mentioned that fuel cells and hydrogen are the means for sustainable energy production and hydrogen economy. He emphasized the importance of electrolysis storage and electrochemical oxidation of hydrogen PEM and made a sort description of MEA and the development of new nanostructured electrodes. He reported also that the used materials have been patented from the start up company Advent and gave some examples about financing support. Finally, he mentioned the importance of the collaboration with the Advent Company.



*Dr. Stylianos G.
Neophytides,
FORTH/ICE-HT*



*Dr. P. Giannoules,
g/t cons*

The next speaker was Prof. K. Gus Kousoulas, Associated Vice Cancellor Louisiana State University,

USA, who described the topic **‘Strategic Economic Development Plan in Louisiana State’** and said that it is an energy rich state and multiple initiatives have been involved. He reported that material science is a very important sector and science technology engineering could provide 5.000 to 10.000 positions for engineers. He described also the actions of LSU, their energy policy, performed a mapping of colleges and schools of local areas and mentioned that LSU focal research areas focuses on STEM and material sciences and that is important to find ways to convert gus into liquefied gus. Finally, he gave some examples of success stories of the Louisiana State.

Last but not least, was Mrs. T. Makrantonaki, Vice Governor of Central Macedonia, who talked about **‘The Proposal of Smart Specialization from the Region of Central Macedonia’** and referred to the smart specialization strategy. She emphasized on setting the smart specialization strategy and mentioned the main goals of their plan. She reported that Thessaloniki could be an Innovation Hub in the next decade and that the selection of sectors is hard. The main criteria for selecting fields of regional interest are very crucial and the champion sectors are tourism, agrofood, textile industry and clothing. She mentioned also that innovation comes when two different disciplines meet and referred to the Alexander innovation zone, NOESIS, CERTH, AUTH, Technopolis and the two incubators that exist in Thessaloniki.



Prof. K. Gus Kousoulas, LSU



Mrs. T. Makrantonaki, Central Macedonia

After the presentations, conversation, discussion and comments from the participants followed. Mr K. Parthenopoulos General Director of Ministry for Macedonia & Thrace, representing the minister of Macedonia and Thrace Mr. Georgios Orfanos said that he is very glad to take part in the meeting and thanked everybody. He mentioned that new technologies and industries are very crucial and that this effort must be promoted to reach its goals, that ESPA has a strategic role in supporting new companies and creation of new jobs and finally that attention is focused on the future activities.



Moments from the discussion

Dr. Kyriakos Loufakis, president and CEO of "Loufakis Chemicals SA" and president of the Exporters' Association of Northern Greece (SEBE) strongly believes that innovation means exploitation and that innovation can help us to export more and get out of this difficult situation. He emphasized that critical mass plays a very important role in order to be really

successful and innovative. He suggested to follow Louisiana's strategy and to go from lab to production. He also commented that US is successful because of various means of funding. He also mentioned that we need funding and investors and that the Greek problem is a European problem. Europe needs the south and we have to create and distribute jobs and make entrepreneurs zones.

In the end of the meeting Prof. S. Logothetidis mentioned that we need in Greece priorities and specific

targets for the next coming years, and then thanked everybody for their time and for participating in the event. After the meeting a dinner was given to all participants.

Δέσποινα Αρβανίτη
Φωτεινή Παππά
Φοιτήτριες ΔΠΜΣ Ν&Ν

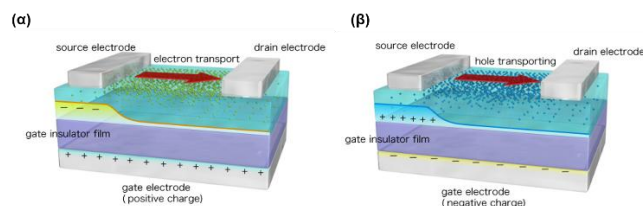
4. ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΤΟΥ ΔΠΜΣ Ν&Ν

“Ανάπτυξη και Χαρακτηρισμός Οργανικών Υλικών για Εφαρμογή σε Οργανικά Ηλεκτρονικά”

Τα τελευταία χρόνια έχει πραγματοποιηθεί αξιοσημείωτη πρόοδος στην ανάπτυξη ηλεκτρονικών διατάξεων βασισμένων σε οργανικούς ημιαγωγούς, με στόχο την κατασκευή καινοτόμων εφαρμογών, όπως εύκαμπτες οργανικές οθόνες εκπομπής φωτός (OLEDs), αισθητήρες και νέας γενιάς συστήματα ταυτοποίησης ραδιοσυχνοτήτων (RFIDs). Η σημαντική βελτίωση των ιδιοτήτων των οργανικών ημιαγωγών σε συνδυασμό με τη δυνατότητα ανάπτυξης τους μέσω διαδικασιών χαμηλού κόστους και ευρείας κλίμακας, όπως είναι οι τεχνικές εκτύπωσης, έδωσαν ώθηση στη δημιουργία μια αναδυόμενης αγοράς, αυτής των Οργανικών Ηλεκτρονικών. Ειδικότερα, τα οργανικά τρανζίστορ επίδρασης πεδίου (Organic Field-Effect Transistors, OFETs) έχουν γίνει αντικείμενο εκτεταμένης έρευνας λόγω της προοπτικής τους για χρήση σε εφαρμογές οπτικής απεικόνισης (display technology), καθώς και σε πρωτότυπες διατάξεις ηλεκτρονικών κυκλωμάτων, όπως είναι τα πλαστικά ηλεκτρονικά (plastic electronics).

Ουσιαστικά, το τρανζίστορ είναι ένας ηλεκτρονικός διακόπτης με την κατάσταση “on” και “off” να διαμορφώνεται ανάλογα με την εφαρμοζόμενη τάση στην

πύλη του. Σε αντίθεση με τα MOSFETs στα οποία δημιουργείται μια ζώνη αναστροφής (inversion layer) κατά τη λειτουργία τους, τα OFET τυπικά λειτουργούν στην κατάσταση συσσώρευσης (accumulation). Η θεμελιώδης αρχή λειτουργίας ενός OFET αρχιτεκτονικής bottom-gate/top-contact (BG/TC) απεικονίζεται στο **Σχήμα 1**. Όταν εφαρμόζεται μια τάση V_G στο ηλεκτρόδιο της πύλης, φορείς φορτίου (αντίθετου προσήμου από την τάση πόλωσης της πύλης), εγχέονται από τα ηλεκτρόδια πηγής/απαγωγού και συσσωρεύονται στη διεπιφάνεια ημιαγωγού διηλεκτρικού με αποτέλεσμα να σχηματιστεί ένα αγώγιμο κανάλι. Η εφαρμογή διαφοράς δυναμικού V_{DS} μεταξύ των ηλεκτροδίων πηγής-απαγωγού προκαλεί ροή των φορέων φορτίου κατά μήκος της διεπιφάνειας, η οποία εκφράζεται ως ρεύμα I_{DS} και τότε θεωρούμε ότι το τρανζίστορ βρίσκεται στην κατάσταση “on”.

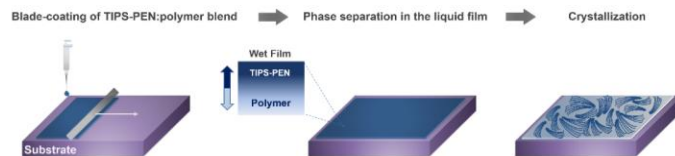


Σχήμα 1. Σχηματική αναπαράσταση της δομής των OFET (α) n-τύπου και (β) p-τύπου σε αρχιτεκτονική BG/TC

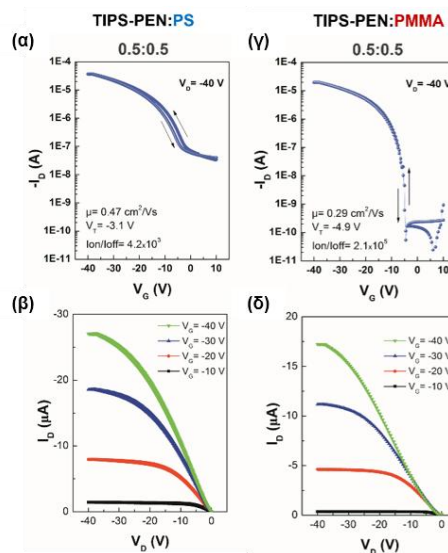
Στην παρούσα διδακτορική διατριβή αναπτύχθηκαν και χαρακτηρίστηκαν λεπτά υμένια οργανικών και ανόργανων υλικών για την κατασκευή OFETs. Η έρευνα που πραγματοποιήθηκε εστιάστηκε τόσο στη διερεύνηση νέων τεχνικών εναπόθεσης του ενεργού στρώματος του ημιαγωγού όσο και στη βελτίωση των μορφολογικών και δομικών χαρακτηριστικών των παραγόμενων υμενίων. Ως ενεργά υλικά, χρησιμοποιήθηκαν κυρίως διαλυτοί οργανικοί ημιαγωγοί *p*-τύπου, όπως το *TIPS-pentacene* και το *diF-TES-anthradithiophene*, καθώς και *n*-τύπου παράγωγα του naphthalene-bisimide, όπως το *NBI-4-n-BuPh*. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε εξ' ολοκλήρου στο Εργαστήριο Λεπτών Υμενίων Νανοσυστημάτων και Νανομετρολογίας (LTFN) του Τμήματος Φυσικής του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης με επιβλέποντα τον Καθηγητή κ. Στ. Λογοθετίδη, Διευθυντή του ΔΠΜΣ N&N.

Στα πρωταρχικά στάδια της μελέτης αυτής εξετάστηκε η μεθοδολογία ανάπτυξης και τροποποίησης των κρίσιμων στρωμάτων προκειμένου να καθοριστεί το πρωτόκολλο κατασκευής των διατάξεων OFETs. Στη συνέχεια, μελετήθηκε η κατασκευή OFETs βασισμένων στο *TIPS-Pentacene*, χρησιμοποιώντας μια μέθοδο ανάπτυξης ευρείας κλίμακας, αυτή της επίστρωσης λεπίδας (blade-coating). Για την εναπόθεση του ενεργού στρώματος δοκιμάστηκαν δυο διαφορετικές προσεγγίσεις, οι οποίες στηρίζονται στη χρήση πολυμερικών διηλεκτρικών υλικών, προκειμένου να βελτιωθεί η ρεολογική συμπεριφορά του διαλύματος του ημιαγωγού κατά την ανάπτυξη. Στην **πρώτη περίπτωση** δημιουργήθηκαν **μίγματα TIPS-PEN και πολυμερούς (PS ή PMMA)** και εξετάστηκε η επίδραση των διαφορετικών αναλογιών τους στη κρυσταλλική διαμόρφωση η οποία άγεται από τους μηχανισμούς διαχωρισμού φάσης (**Σχήμα 3**). Όπως προέκυψε από το δομικό και μορφολογικό χαρακτηρισμό των υμενίων, η βέλτιστη αναλογία (0.5:0.5) οδήγησε στο σχηματισμό ποιοτικότερων κρυσταλλικών δομών, γε-

γονός που σχετίζεται με την εξαιρετική ηλεκτρική συμπεριφορά των παραγόμενων OFETs, με ευκινησία φορέων φορτίου έως $0.47 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ (**Σχήμα 3**).



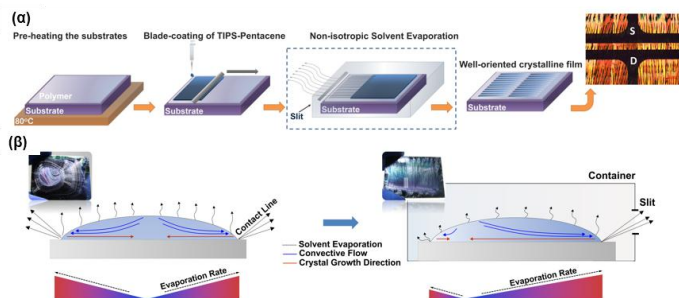
Σχήμα 2. Τα στάδια σχηματισμού των κρυσταλλικών υμενίων κατά την ανάπτυξη των διαλυμάτων μίγματος TIPS-PEN:πολυμερούς



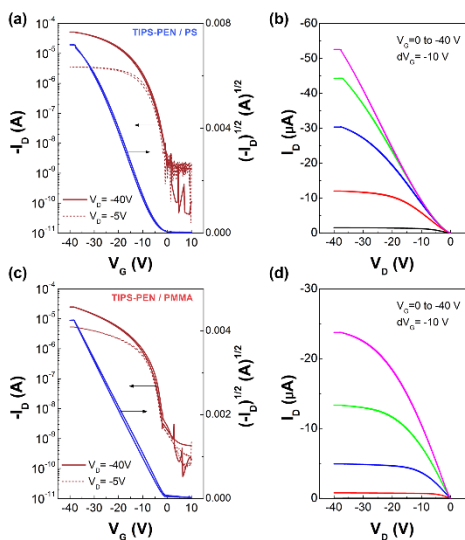
Σχήμα 3. Χαρακτηριστικές καμπύλες μεταφοράς και οι αντίστοιχες καμπύλες εξόδου των μιγμάτων TIPS-PEN:PS (α, β) και TIPS-PEN:PMMA

Στη **δεύτερη** περίπτωση της ενότητας αυτής διερευνήθηκε η χρήση των παραπάνω πολυμερών (PS, PMMA) ως ενδιάμεσων βοηθητικών στρωμάτων μεταξύ του ημιαγωγού και του μονωτικού στρώματος. Η ενέργεια αυτή βελτίωσε σημαντικά την πρόσφυση του ημιαγωγού στο μονωτικό στρώμα του οξειδίου, αντιμετωπίζοντας αποτελεσματικά τα προβλήματα διαβροχής λόγω του χαμηλού ιξώδους του διαλύματος. Το σημαντικότερο, ίσως, κομμάτι στην παρούσα μελέτη αφορά την επινόηση μιας καινοτόμου μεθόδου (“μη-ισότροπη εξάτμιση διαλύτη”) επιλεκτικής κρυσταλλοποίησης του *TIPS-PEN*, σύμφωνα με την οποία επιτεύχθηκε ο επιθυμητός ομοαξονικός προσανατολισμός των κρυστάλλων, καθώς και υψηλή ομοιομορφία σε μακροσκοπική κλίμακα (**Σχήμα 4**). Οι διατάξεις OFETs που προέκυψαν από το συνδυασμό των πα-

ραπάνω παραμέτρων εμφάνισαν υψηλές τιμές ευκινησίας φορέων φορτίου της τάξης των $0.52 \pm 0.11 \text{ cm}^2/\text{Vs}$, χαμηλή τάση κατωφλίου και λόγους ρευμάτων $>10^4$ (Σχήμα 5). Αξίζει να αναφερθεί ότι η εισαγωγή των ενδιάμεσων πολυμερικών στρωμάτων στα παραγόμενα OFETs οδήγησε σε ενίσχυση της σταθερότητας των διατάξεων, τόσο σε ηλεκτρική καταπόνηση, όσο και σε παρατεταμένη παραμονή σε συνθήκες ατμόσφαιρας, γεγονός το οποίο σχετίζεται με τη μείωση των εντοπισμένων καταστάσεων παγίδων φορτίου στη διεπιφάνεια οξειδίου-ημιαγωγού.



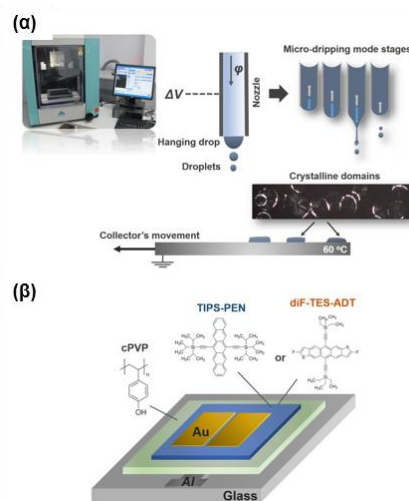
Σχήμα 4. (α) Σχηματική αναπαράσταση των σταδίων ανάπτυξης των κρυσταλλικών μενίων TIPS-PEN μέσω blade-coating και "μη-ισότροπης εξάτμισης διαλύτη". (β) Σχηματική αναπαράσταση της συμπεριφοράς εξάτμισης του διαλύτη όταν το υγρό μενίο αφήνεται να εξατμιστεί (α) ελεύθερα και (β) με "μη-ισότροπη εξάτμιση διαλύτη" (C. Pitsalidis et al., RSC Advances, 2014,4, 20804-20813)



Σχήμα 5. Χαρακτηριστικές μεταφοράς και εξόδου των TIPS-PEN OFETs για τα διαφορετικά βοηθητικά πολυμερικά στρώματα: PS (α, β), PMMA

Ακολούθως, εξετάστηκε η εφαρμογή της μεθόδου ηλεκτροστατικής εναπόθεσης για την κατασκευή ρ-

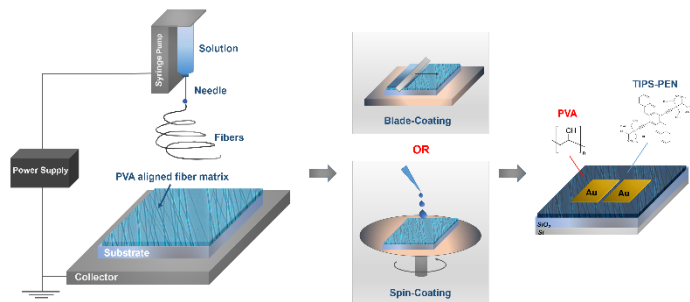
τύπου OFETs διαφορετικών αρχιτεκτονικών, βασισμένων στο TIPS-PEN και στο diF-TES-ADT. Ειδικότερα, μελετήθηκαν δυο διαφορετικές καταστάσεις λειτουργίας της τεχνικής, αυτή του ηλεκτροστατικού ψεκασμού (electrospray deposition, ESD), καθώς και αυτή της ηλεκτροστατικής ινοποίησης (electrospinning deposition). Κατά τη διαδικασία του ηλεκτροστατικού ψεκασμού βελτιστοποιήθηκαν οι παράμετροι ανάπτυξης των παραγόμενων σταγονιδίων των ενεργών υλικών σε διαφορετικά υποστρώματα (SiO_2 , Glass, PEN). Μέσω της παρούσας τεχνικής προέκυψαν διατάξεις υψηλής ευκινησίας οπών, έως $0.62 \text{ cm}^2/\text{Vs}$, σε άκαμπτα υποστρώματα, ενώ η εφαρμογή της σε εύκαμπτα φύλλα PEN έδωσε τιμές ευκινησίας έως $0.12 \text{ cm}^2/\text{Vs}$.



Σχήμα 6. (α) Σχηματική αναπαράσταση της λειτουργίας της μεθόδου ESD και εικόνα της διάταξης που χρησιμοποιήθηκε. (β) Σχηματική απεικόνιση της δομής των βασισμένων σε διαλυτά ακένια OFETs, τα οποία κατασκευάστηκαν μέσω της τεχνικής ESD

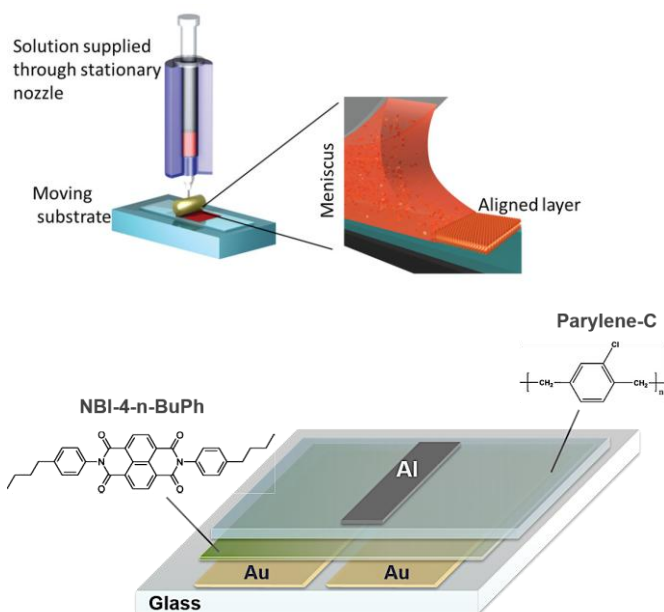
Η λειτουργία της ηλεκτροστατικής ινοποίησης χρησιμοποιήθηκε για τη δημιουργία ενός βοηθητικού πλέγματος πολυμερικών ινών (PVA), με απώτερο στόχο τον έλεγχο της κρυσταλλικής μορφολογίας του TIPS-PEN όταν αυτό αναπτύσσεται με συμβατικές τεχνικές, όπως η blade-coating ή η περιστροφική εναπόθεση (spin-coating). Πράγματι, παρατηρήθηκε αξιοσημείωτη βελτίωση των μορφολογικών χαρακτηριστικών, ιδιαίτερα στην περίπτωση της spin-coating όπου ε-

νισχύθηκε δραματικά η δομική τάξη των υμενίων. Αυτό επιβεβαιώθηκε από τη μέγιστη τιμή ευκινησίας που επιτεύχθηκε ($0.11 \text{ cm}^2/\text{Vs}$) και αποτελεί μια από τις μεγαλύτερες που έχει αναφερθεί στη βιβλιογραφία για TIPS-PEN OFETs από τεχνική spin-coating.



Σχήμα 7. Σχηματική αναπαράσταση της διαδικασίας εναπόθεσης του TIPS-PEN μέσω συμβατικών τεχνικών επάνω σε προκατασκευασμένο μέσω ηλεκτροστατικής ινοποίησης πολυμερικό πλέγμα από το βιοαποικοδομίσιο υλικό PVA, προκειμένου να λειτουργήσει ως “μήτρα” για την ελεγχόμενη ανάπτυξη του οργανικού ημιαγωγού

Τέλος, εφαρμόστηκε η τεχνική Zone-Casting για την κατασκευή *n*-τύπου OFETs υψηλής απόδοσης και σταθερότητας, βασισμένων στο NBI-4-*n*-BuPh. Η τεχνική αυτή οδήγησε στη δημιουργία προσανατολισμένων κρυσταλλικών δομών του ημιαγωγού. Ο συνδυασμός της γεωμετρίας bottom-contact/top-gate (BC/TG), της χρήσης του Parylene-C ως μονωτικού στρώματος και της υψηλής ποιότητας κρυστάλλων που προέκυψαν από την τεχνική αυτή οδήγησε σε σταθερές διατάξεις *n*-τύπου με ευκινησίες ηλεκτρονίων από τις υψηλότερες που έχουν αναφερθεί.



Σχήμα 8. Σχηματική αναπαράσταση της τεχνικής zone casting και δομή των διατάξεων OFET που κατασκευάστηκαν

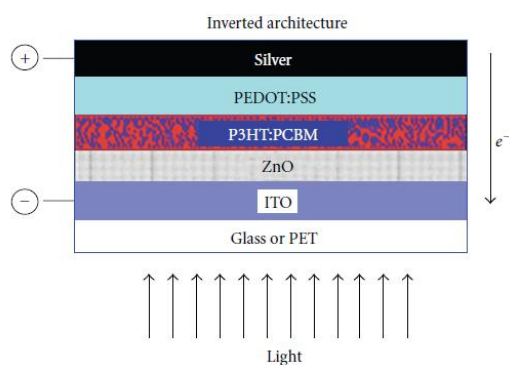
Συμπερασματικά, μέσω της παρούσας διατριβής πραγματοποιήθηκε η κατασκευή λειτουργικών διατάξεων OFETs υψηλής απόδοσης με χρήση υγρών τεχνικών, οι οποίες προσαρμόστηκαν κατάλληλα ώστε να επιτευχθεί η βέλτιστη κρυσταλλική μορφολογία του ημιαγωγικού στρώματος. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν αναμένεται να δώσουν σημαντική ώθηση για περαιτέρω διερεύνηση συναφών οργανικών ημιαγωγικών ενώσεων, καθώς και διαδικασιών ανάπτυξης τους.

Χαράλαμπος Πισαλίδης
Διδάκτορας Εργαστηρίου LTFN

- Ανάπτυξη και χαρακτηρισμός του υβριδικού υλικού ZnO:PVP και η εφαρμογή του ως στρώμα μεταφοράς ηλεκτρονίων σε Gravure printed ανεστραμμένη Οργανική Φωτοβολταϊκή δομή

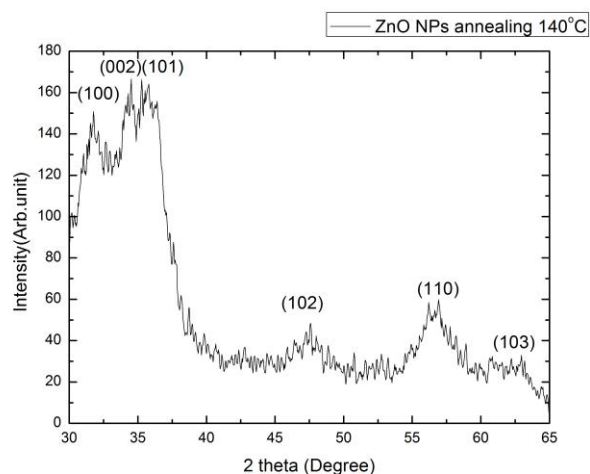
Ο τομέας των Οργανικών Φωτοβολταϊκών είναι ταχέως αναπτυσσόμενος σε όλο τον κόσμο κι αυτό γιατί υπάρχει η δυνατότητα παραγωγής ελαφριών, εύκαμπτων ηλιακών κυψελών σε χαμηλή θερμοκρασία, με χαμηλό κόστος και σε μαζική παραγωγή. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση υλικών χαμηλού κόστους και με τεχνικές γρήγορης ανάπτυξης όπως η roll-to-roll (R2R). Ωστόσο, σε αντίθεση με το πυρίτιο ή άλλους ανόργανους ημιαγωγούς (π.χ. CdTe, CIGS) που αναπτύσσονται με τεχνικές κενού, η ανάπτυξη των OPVs περιπλέκεται από την απαίτηση που υπάρχει για πολλαπλά υλικά και στρώματα τα οποία χρειάζεται να ενσωματωθούν ώστε να λειτουργήσει η φωτοβολταϊκή κυψέλη. Έτσι, σε σύγκριση με τις τεχνικές κενού, μια διαδικασία όπως η R2R παρουσιάζει πολύ περισσότερες δυσκολίες, όπως για παράδειγμα η διαβροχή των υλικών πάνω στα υποστρώματα και ο έλεγχος της αυτό-οργάνωσης των μορίων. Τα ανεστραμμένα Οργανικά Φωτοβολταϊκά (OPVs), τα οποία μπορούν να παρασκευαστούν εξολοκλήρου με τεχνικές R2R, αποτελούν μια πιθανή λύση για την παραγωγή ανταγωνιστικών OPVs.

Αρχικά, περιγράφεται η διαδικασία ανάπτυξης των

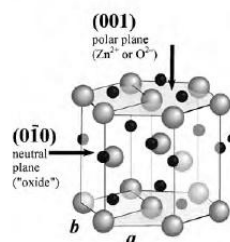


Εικόνα 1. Αρχιτεκτονική δομή ανεστραμμένης φωτοβολταϊκής διάταξης (OPV)

ZnO NPs και χαρακτηρίζεται η δομή τους με XRD, και RAMAN, όπως και οι οπτικές τους ιδιότητες με φασματοσκοπική ελλειψομετρία.

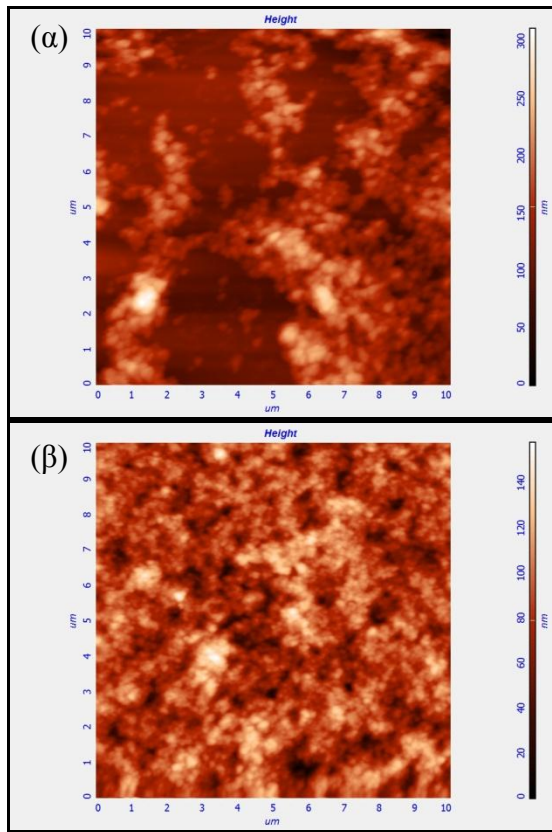


Εικόνα 1. Φάσμα XRD και οι αντίστοιχες κορυφές περίθλασης για τα διάφορα κρυσταλλικά επίπεδα των ZnO NPs

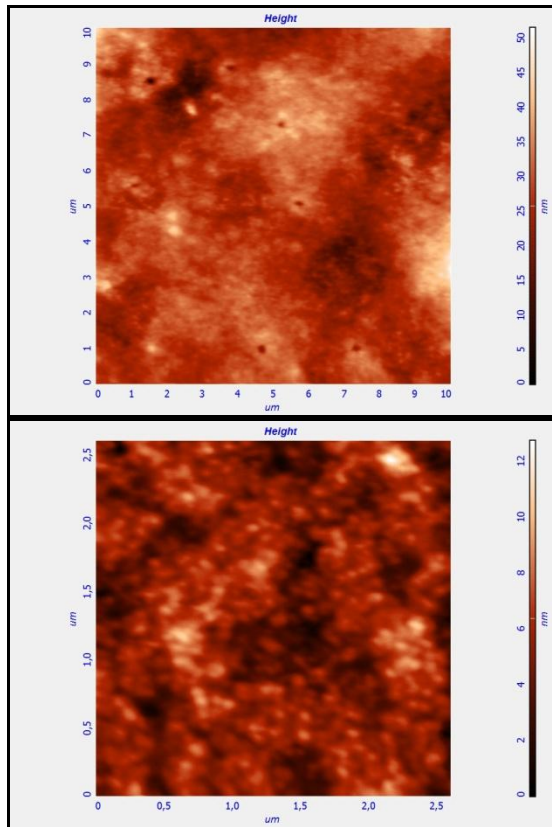


Εικόνα 2. Μοναδιαία κυψέλιδα ZnO(βουρτζιτης)

Αμέσως μετά, έγινε προσθήκη του PVP ως capping agent σε διάφορες συγκεντρώσεις, όπου σχηματίστηκαν λεπτά υμένια με Spin-coating και μελετήθηκε το πάχος, η μορφολογία και η αντίστασή τους.



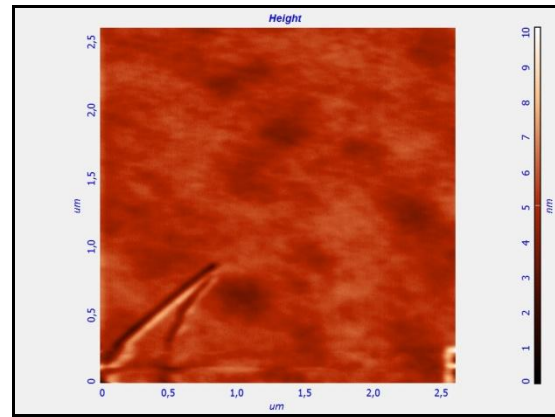
Εικόνα 3. AFM διαστάσεων 10x10 μm για (α) ZnO+2,3%Wt PVP (β) ZnO+50%Wt PVP



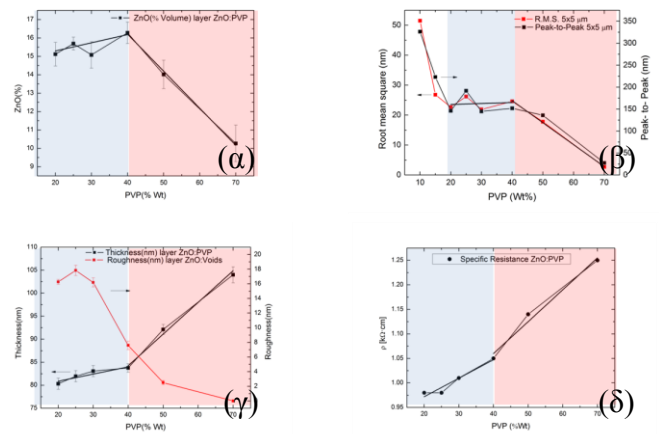
Εικόνα 5. AFM διαστάσεων (α) 10x10 μm και (β) 2.5x2.5 μm για ZnO+70%Wt PVP

Γωνία $2\theta^\circ$	Κρυσταλλικό επίπεδο
31.68	100
34.33	002
36.08	101
47.35	102
56.65	110
62.81	103

Συγκρίνοντας την εικόνα 5(β). με την εικόνα 6. φαίνεται η παρουσία των νανοσωματιδίων στη μήτρα του PVP. Επίσης, στην εικόνα 5(β). μπορούμε να δούμε διακριτές σφαιρικές δομές, γεγονός που σημαίνει πως τα νανοσωματίδια έχουν καλυφθεί από το πολυμερές χωρίς να υπάρχει κορεσμός του υμενίου από το πολυμερές.



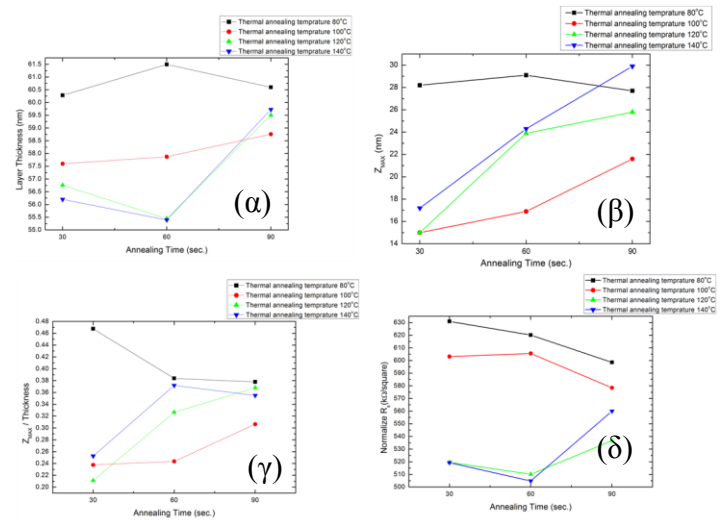
Εικόνα 6. AFM διαστάσεων 2.5x2.5 μm από υμένιο PVP



Εικόνα 7. Διαγράμματα (α) συγκέντρωσης των ZnO NPs, (β) τραχύτητας και μέγιστης υψομετρικής διαφοράς, (γ) πάχους και (δ) ειδικής αντίστασης των υμενίων ZnO:PVP για διάφορες ποσότητες(%Wt) PVP στο αρχικό διάλυμα.

- Για μικρές ποσότητες PVP: το πάχος του υμενίου αυξανόταν, ενώ η επιφανειακή τραχύτητα έμενε σχεδόν σταθερή και η αύξηση της επιφανειακής αντίστασης ήταν μικρή. Τα παρακάτω δείχνουν πως όλο και περισσότερα NPs, τα οποία είχαν καλυφθεί με το PVP, τελικά συμμετείχαν στο σχηματισμό του υμενίου.
- Για ποσότητες PVP 50% Wt και πάνω: το υμένιο συνεχίζει να αυξάνει το πάχος του αλλά αρχίζει να μειώνεται η τραχύτητά του και να αυξάνει πιο γρήγορα η επιφανειακή αντίστασή του. Τα νανοσωματίδια έχουν καλυφθεί και αρχίζει να πληρώνεται ο ενδιάμεσος χώρος τους με πολυμερές.

Στη συνέχεια, έγινε επίστρωση σε **PET/ITO** για το σχηματισμό ηλεκτροδίου της με αναλογία ZnO:PVP (70%Wt% PVP), συγκέντρωση διαλύματος (5mg/ml) και ταχύτητα εκτύπωσης (18m/min). Έτσι, μελετήθηκε η επίδραση της θερμικής απόπτωσης για χρόνους 30, 60 και 90 δευτερόλεπτα και θερμοκρασίες 80, 100, 120 και 140°C.

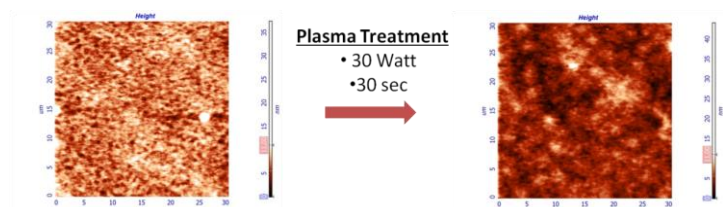


Εικόνα 9. Διαγράμματα (α) πάχους (β) βάθους πόρων(γ) αναλογίας βάθους πόρων προς πάχος και (δ) ειδικής αντίστασης των υμενίων ZnO:PVP για διάφορες θερμοκρασίες απόπτωσης

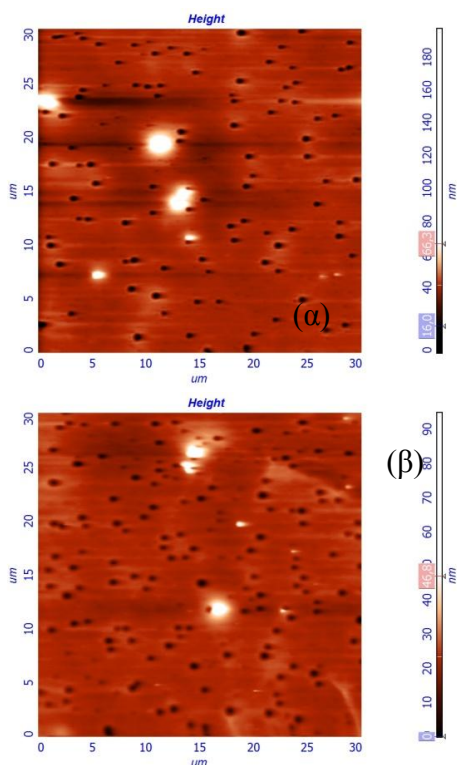
Από τα αποτελέσματα προέκυψε πως :

- Η απόπτωση προκαλεί πόρους στο υλικό λόγω της υδροφιλικότητάς του και του μικρού του πάχους.
- Για θερμοκρασίες μικρότερες των 120 °C παραμένει διαλύτης μέσα στο υμένιο.
- Για θερμοκρασία 120°C για 30 δευτερόλεπτα το υμένιο είχε τη καλύτερη μορφολογία και το μικρότερο βάθος πόρων που ήταν μόλις το 21% του συνολικού βάθους, ενώ συνολικά το ηλεκτρόδιο εμφάνιζε τη μικρότερη αντίσταση σε σχέση με τα υπόλοιπα.

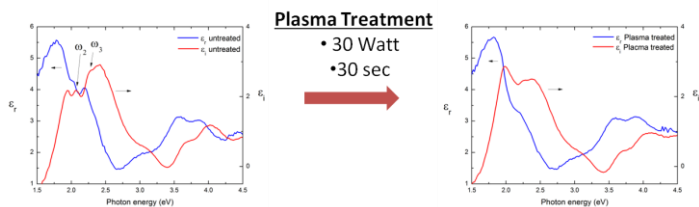
Μετά την επίστρωση του φωτοενεργού στρώματος με Gravure printing πάνω στο υμένιο ZnO:PVP έγινε κατεργασία της επιφάνειάς του με πλάσμα οξυγόνου ώστε να γίνει δυνατή η εκτύπωση του PEDOT:PSS ως HTL.



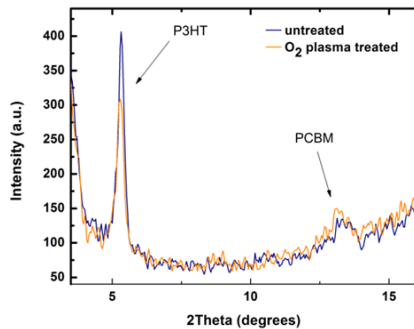
Εικόνα 10. Εικόνα AFM διαστάσεων 30x30μm (α) πριν την κατεργασία και (β) μετά την κατεργασία της επιφάνειάς του P3HT:PCBM με πλάσμα οξυγόνου



Εικόνα 8. AFM διαστάσεων 30x30μm για θερμική απόπτωση υμενίου στους (α) 140°C για 90sec και (β) 120°C για 30sec



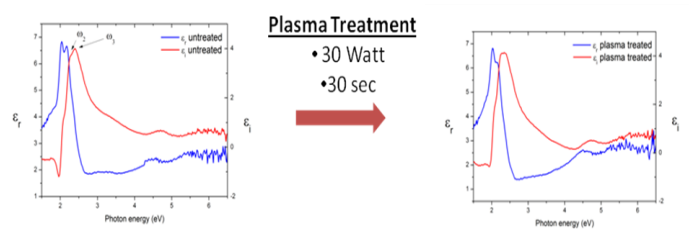
Εικόνα 11. Ψευδο-διηλεκτρικές συναρτήσεις του P3HT:PCBM (α) πριν την κατεργασία με πλάσμα οξυγόνου, (β) μετά τη κατεργασία με πλάσμα οξυγόνου, και οι συζευγμένες καταστάσεις των εξιτονίων με τα φωνόνια (ω_2, ω_3)



Εικόνα 12. Διάγραμμα περίθλασης ακτίνων-Χ(XRD) του υμενίου P3HT:PCBM, πριν(μπλε) και μετά(κίτρινο) την κατεργασία της επιφάνειας του με πλάσμα οξυγόνου

- Η υψηλή ισχύς και ο εκτεταμένος χρόνος κατεργασίας της επιφάνειας του φωτοενεργού στρώματος αλλοίωσε αρκετά την επιφάνεια και την κρυσταλλικότητα του P3HT.
- Μετά την επεξεργασία του φωτοενεργού στρώματος ήταν δυνατή η εκτύπωση του PEDOT:PSS και ο σχηματισμός του στρώματος μεταφοράς οπών(HTL).

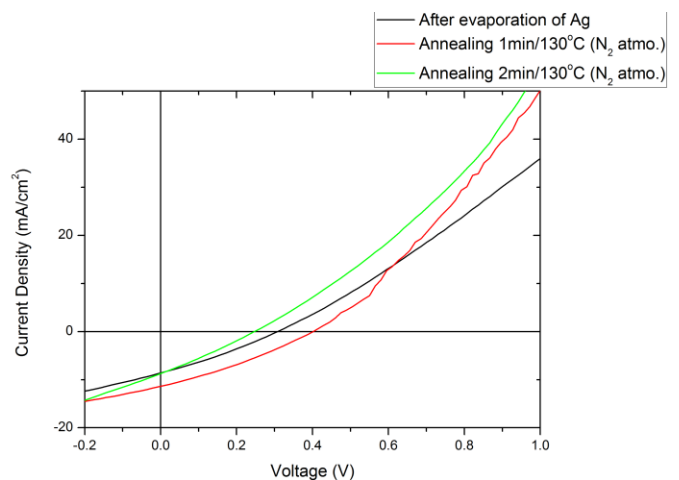
Έπειτα, πάνω από το PEDOT:PSS εναποτέθηκε υμένιο Ag πάχους 100 nm με θερμική εξαχνωση, αποτελώντας την άνοδο της φωτοβολταϊκής δομής, με ενεργό εμβαδό 0.9 cm^2 . Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των ηλεκτρικών μετρήσεων, η λειτουργία του φωτοβολταϊκού ανεστράφη αλλά η απόδοση του φωτοβολταϊκού ήταν αρκετά υποβαθμισμένη. Για το λόγο αυτό έγινε κατεργασία της επιφάνειας του φωτοενεργού στρώματος με πλάσμα οξυγόνου χαμηλότερης ισχύος και για λιγότερο χρόνο (10 Watt για 20 sec και πίεση 1,4 mbar).



Εικόνα 13. Πραγματική(ϵ_r)και φανταστική(ϵ_i) διηλεκτρική συνάρτηση του P3HT:PCBM πριν (α) και μετά (β) την κατεργασία της επιφάνειάς του με πλάσμα οξυγόνου χαμηλής ισχύος

- Από τις διηλεκτρικές συναρτήσεις παρατηρήθηκε πως οι κορυφές που αντιστοιχούν στις συζευγμένες καταστάσεις εξιτονίου και φωνονίου έχουν μικρή μεταβολή.
- Η αλλοίωση της κρυσταλλικότητας του P3HT δεν ήταν εκτεταμένη και ως αποτέλεσμα η επιφανειακή κατεργασία του φωτοενεργού στρώματος δεν ήταν καταστρεπτική για τη λειτουργία του ανεστραμμένου οργανικού φωτοβολταϊκού.
- Η ισχύς του πλάσματος ήταν αρκετή για την επιτυχή εκτύπωση του PEDOT:PSS πάνω στο φωτοενεργό στρώμα. Παρ' όλα αυτά, η απόδοση των OPVs ήταν αρκετά χαμηλή.

Παρ' όλη τη βελτίωση, η απόδοση του ανεστραμμένου OPV ήταν ακόμα υποβαθμισμένη. Έτσι, προμηθευτήκαμε έτοιμο εμπορικό διάλυμα ZnO NPs της Sigma-Aldrich. Η ανάπτυξη των επί μέρους στρωμάτων του ανεστραμμένου οργανικού φωτοβολταϊκού έγινε στις ίδιες συνθήκες με τα προηγούμενα.



Εικόνα 14. Χαρακτηριστικές καμπύλες I-V ηλεκτρικού ρεύματος του ανεστραμμένου OPV με φωτοβόληση για θέρμασή τους σε αδρανή ατμόσφαιρα(N_2) για 1 και 2 λεπτά στους $130^\circ C$

	J_{sc} (mA/cm ²)	V_{oc} (V)	FF (%)	R_s (Ohm·cm ²)	R_{sh} (Ohm·cm ²)	PCE (%)
After evaporation of Ag	8.45	0.3	32	27	47	0.76
Annealed 1min/140°C (N ₂ atmo.)	11.23	0.4	31	25	53	1.38
Annealed 2min/140°C (N ₂ atmo.)	8.52	0.23	30	24	33	0.59

Πίνακας 1. Αποτελέσματα ηλεκτρικών μετρήσεων του ανεστραμμένου OPV χωρίς θέρμανση και με θέρμανσή του σε αδρανή ατμόσφαιρα (N₂) για 1 και 2 λεπτά στους 130°C

	ZnO(Sigma-Aldrich)	ZnO:PVP
Γωνία επαφής	16.7°±0.4°	7.93°±0.23°
Πάχος φωτοενεργού στρώματος	206 nm	110 nm

Πίνακας 2. Γωνία επαφής του D-Water με τα υμένια του ZnO(Sigma-Aldrich) και του ZnO:PVP και το πάχος των φωτοενεργών στρωμάτων(P3HT:PCBM) που εκτυπώθηκαν με gravure printing πάνω στα αντίστοιχα υμένια

- Η τάση ανοικτού κυκλώματος (V_{oc}) έχει βελτιωθεί αλλά ακόμα είναι χαμηλότερη από τη διαφορά των HOMO και LUMO του δότη (PCBM) και του δέκτη (P3HT).
- Η παράλληλη αντίσταση (R_{sh}) είναι μικρή, γεγονός το οποίο προκαλεί ρεύμα διαρροής που δεν φτάνει ποτέ σε κόρο.
- Παρ' όλα αυτά, για θέρμανση 1 λεπτού, στους 140°C, σε ατμόσφαιρα N₂, η απόδοση του φωτοβολταϊκού (PCE) είναι 1.38% και αυτό οφείλεται στο υψηλό ρεύμα βραχυκύκλωσης (I_{sc}) που είναι 11.23(mA/cm²).

- Το πάχος του φωτοενεργού στρώματος είναι περίπου 206nm.
- Για τις ίδιες συνθήκες ανάπτυξης φωτοενεργού στρώματος, αλλά για ETL, στο ZnO:PVP, παρατηρούμε πως το πάχος του φωτοενεργού στρώματος είναι 110 nm.
- Το μικρό πάχος του φωτοενεργού στρώματος είναι η πιο πιθανή αιτία για την υποβαθμισμένη απόδοση του ανεστραμμένου OPV με ZnO:PVP.

Για να διερευνήσουμε την αιτία του μικρότερου πάχους του φωτοενεργού στρώματος έγιναν μετρήσεις της γωνίας επαφής (CA) των υμενίων ZnO (Sigma-Aldrich) και του ZnO:PVP. Ελέγχθηκε και διαπιστώθηκε πως το υμένιο ZnO:PVP είναι αδιάλυτο από το O-DCB. Οι μετρήσεις του CA έγιναν με τη χρήση D-Water και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται παρακάτω.

Για τη μείωση της υδροφιλικότητας του PVP θα πρέπει να γίνει χρήση κάποιου cross-linker, όπως το N,N'-Methylenebisacrylamide (MBA). Με αυτό τον τρόπο θα είναι δυνατός ο σχηματισμός φωτοενεργού στρώματος μεγαλύτερου πάχους. Έτσι, θα αυξηθεί η απόδοση του οργανικού φωτοβολταϊκού με το ZnO:PVP ως στρώμα μεταφοράς ηλεκτρονίων.

Απόστολος Ιωακειμίδης
Απόφοιτος ΔΠΜΣ N&N

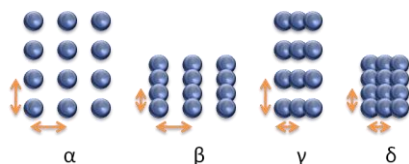
- Ανάπτυξη λεπτών υμενίων με Inkjet printing για Εύκαμπτα Οργανικά Φωτοβολταϊκά

Η παρούσα διπλωματική εργασία επικεντρώθηκε στη βελτιστοποίηση της διαδικασίας εκτύπωσης (με ψεκασμό μελάνης-inkjet printing) λεπτών υμενίων πολυμερικών διαλυμάτων, για εφαρμογή σε εκτυπωμέ-

νες εύκαμπτες οργανικές φωτοβολταϊκές διατάξεις. Τα εκτυπωμένα υμένια μελετήθηκαν με ένα σύνολο τεχνικών χαρακτηρισμού για να γίνει αποτίμηση των ιδιοτήτων τους και συνεπώς, να αξιολογηθεί η δυνα-

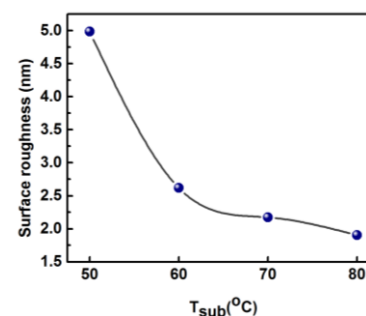
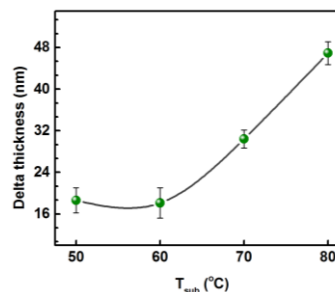
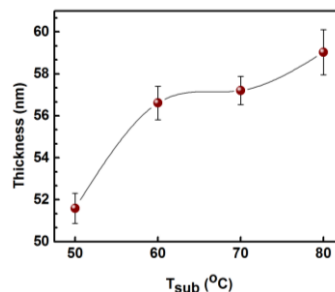
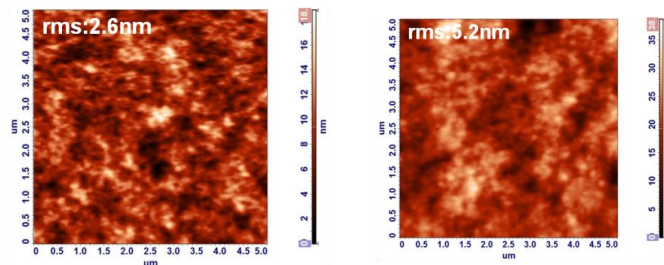
τότητα χρήσης της τεχνικής αυτής στην κατασκευή φωτοβολταϊκών. Παράλληλα, εκτυπώθηκαν φωτοβολταϊκές διατάξεις και αξιολογήθηκαν τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά τους.

Οι ηλεκτρικές ιδιότητες των οπτοηλεκτρονικών διατάξεων επηρεάζονται από τις τοπικές μεταβολές τραχύτητας των υμενίων τους. Οι διατάξεις που φέρουν υμένια με ανώμαλη τοπογραφία επιφάνειας παρουσιάζουν προβλήματα στη λειτουργία τους. Η τεχνική inkjet printing είναι τεχνική εναπόθεσης διαλυμάτων. Στην ιδανική περίπτωση, οι σταγόνες στο υπόστρωμα επικαλύπτονται μεταξύ τους και στη συνέχεια σχηματίζουν συνεχείς γραμμές, οι οποίες με τη σειρά τους συνενώνονται προς σχηματισμό συνεχούς υμενίου.



Η σύσταση και οι ρεολογικές ιδιότητες του διαλύματος, οι ιδιότητες των υποστρωμάτων και ο τρόπος ξήρανσης καθορίζουν την τελική μορφολογία των εκτυπωμένων υμενίων. Όταν αξιολογείται η συμπεριφορά και η λειτουργικότητα ενός διαλύματος, ελέγχεται, κατά κύριο λόγο, η μορφολογία των εκτυπωμένων υμενίων. Για αυτό, είναι απαραίτητη η διερεύνηση των παραμέτρων σχηματισμού υμενίων. Αν δεν προκύπτουν ομαλές επιφάνειες υμενίων, τότε το διάλυμα πρέπει να μεταβληθεί.

Αρχικά, έγινε διερεύνηση της επίδρασης του διαλύματος PEDOT:PSS (Hole Transport Layer-HTL) και των συνθηκών εκτύπωσης στη μορφολογία των αντίστοιχων υμενίων. Η προσθήκη επιφανειοδραστικού στο διάλυμα PEDOT:PSS για τη βελτίωση της διαβροχής οδήγησε σε υψηλότερες τιμές επιφανειακής τραχύτητας των υμενίων και το σχηματισμό συσσωματωμάτων.

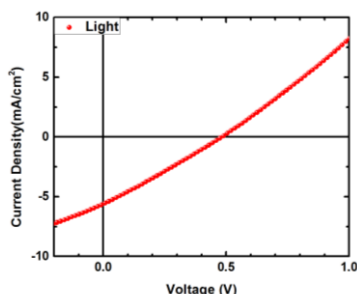
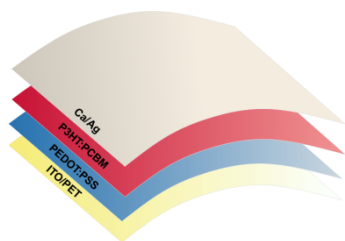


Παράλληλα, υπάρχει μια βέλτιστη θερμοκρασία υποστρώματος για κάθε σύστημα υποστρώματος-διαλύματος για την οποία επιτυγχάνεται βελτίωση της ποιότητας εκτύπωσης μέσω της ισορροπίας μεταξύ εξάτμισης διαλύτη και spreading, ενώ ταυτόχρονα μειώνεται η επιφανειακή τραχύτητα των υμενίων.

Η ταχύτητα εκτύπωσης δεν επηρεάζει σημαντικά την τοπογραφία των εκτυπωμένων υμενίων. Σημαντικότερη επίδραση στην ποιότητα των υμενίων έχουν το quality factor και το step size και με την κατασκευ-

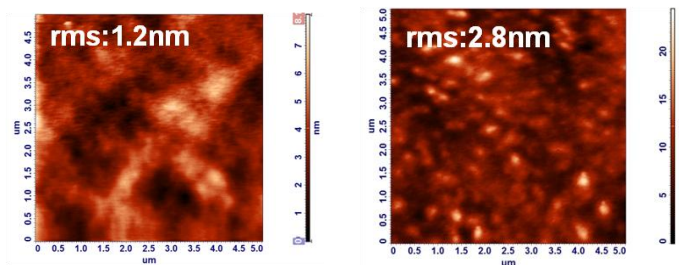
υή βιβλιοθήκης μεταβλητών παραμέτρων μπορεί να διερευνηθεί, περαιτέρω, η επιρροή των συνθηκών εκτύπωσης στα εκτυπωμένα αντικείμενα.

Όσον αφορά τη λειτουργικότητα των εκτυπωμένων υμενίων PEDOT:PSS, κατασκευάστηκαν αντίστοιχες φωτοβολταϊκές διατάξεις σε εύκαμπτα υποστρώματα.

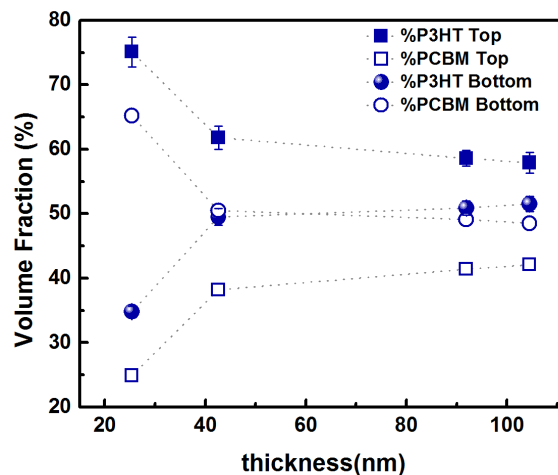


Η μέγιστη απόδοση της εύκαμπτης διάταξης ήταν 0.71%. Η απόδοση και τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά της εύκαμπτης διάταξης βελτιώθηκαν με βελτίωση της μορφολογίας του εκτυπωμένου υμενίου PEDOT:PSS, κάτι το οποίο προέκυψε έπειτα από αύξηση του quality factor της εκτύπωσης.

Επιπλέον, πραγματοποιήθηκε μελέτη των μορφολογικών ιδιοτήτων των εκτυπωμένων (σε υποστρώματα PEDOT:PSS) φωτοενεργών υμενίων P3HT:PCBM συναρτήσει του πάχους τους. Παρατηρήθηκε ότι με αύξηση του πάχους η τοπογραφία της επιφάνειας χαρακτηρίζεται από μεγαλύτερη τραχύτητα και αυτό αποδίδεται στην αργή ξήρανση των υμενίων.



Παράλληλα, υπάρχει τάση συσσώρευσης του P3HT στην κάτω επιφάνεια του υμενίου κατά την αύξηση του πάχους και αύξηση του ποσοστού του PCBM στην επιφάνεια του υμενίου. Η αύξηση του πάχους του φωτοενεργού στρώματος οδηγεί στην ελάττωση της διαφοράς του κλάσματος όγκου του PCBM και του P3HT στην πάνω και κάτω επιφάνεια του υμενίου P3HT:PCBM.



Αντιγόνη Πασπάλη
Απόφοιτη ΔΠΜΣ N&N

- Φασματοσκοπία Raman και τεχνικές AFM για την Ανίχνευση Βιολογικών Δειγμάτων για Εγκληματολογικούς σκοπούς

Η εφαρμοσμένη Εγκληματολογία έχει αποτελέσει έναν από τους πλέον δυναμικά αναπτυσσόμενους τομείς της αναλυτικής χημείας τα τελευταία χρόνια. Η δυνατότητα χαρακτηρισμού - ταυτοποίησης μιας άγνωστης κηλίδας στον τόπο ενός εγκλήματος, χωρίς

την αναμονή των εργαστηριακών αποτελεσμάτων, είναι ένα πολύ κρίσιμο βήμα στην πρόοδο της εγκληματολογικής έρευνας (Εικ.1). Κατά τη διάρκεια της εξερεύνησης του τόπου ενός εγκλήματος, η ανίχνευση, η συλλογή και η ανάλυση των στοιχείων αίματος

αποτελούν μια ιδιαίτερα σημαντική πηγή πληροφοριών. Οι κηλίδες αίματος μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάλυση του προφίλ DNA και την επαλήθευση της ταυτότητας ενός υπόπτου ή για την αναπαράσταση ενός εγκλήματος.



Εικ.1 Κατά την εγκληματολογική εξερεύνηση μιας σκηνής εγκλήματος ο εντοπισμός και η ανίχνευση κηλίδων αίματος αποτελεί μια πολύτιμη πηγή πληροφοριών

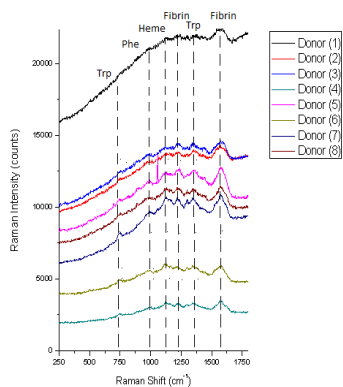
Μερικά βιολογικά ίχνη είναι ήδη ορατά στον τόπο του εγκλήματος, ενώ κάποια άλλα μπορούν να ανιχνευθούν μόνο με τη χρήση ειδικού εξοπλισμού (λανθάνοντα). Κατά προτίμηση οι τεχνικές ανίχνευσης – ταυτοποίησης πρέπει να είναι μη καταστρεπτικές για τη διατήρηση του δείγματος. Για παράδειγμα, όσο μεγαλύτερη ποσότητα DNA μπορεί να συλλεχθεί από ένα δείγμα τόσο πιο εύκολη είναι η εξαγωγή ενός πλήρους προφίλ DNA με την χρήση συμβατικών μεθόδων αλληλούχησης, ενώ παράλληλα διασφαλίζεται η επαναληψιμότητα και η εγκυρότητα της εξέτασης στο πλαίσιο της δικαστικής διαδικασίας.

Οι μέθοδοι ταυτοποίησης σωματικών βιολογικών υγρών έχουν αναπτυχθεί εκτενώς τα τελευταία χρόνια, λόγω της σπουδαιότητάς τους στην ιατροδικαστική και την εγκληματολογία. Πολλές διαφορετικές προσεγγίσεις έχουν προταθεί, καμία όμως δεν έχει αποδειχθεί κατάλληλη στην καθημερινή εγκληματολογική πρακτική καθώς οι τεχνικές αυτές είναι καταστρεπτικές, χρονοβόρες, απαιτούν επικίνδυνα αντιδραστήρια και είναι υποθετικού χαρακτήρα, παρέχουν δηλαδή

μια ένδειξη της φύσεως του υπό εξέταση πειστηρίου αλλά δεν επικυρώνουν την ύπαρξη συγκεκριμένου ίχνους. Παρά το γεγονός ότι οι εξετάσεις αυτές παρέχουν μια πολύτιμη κατεύθυνση στην εγκληματολογική έρευνα, υφίσταται πάντα μια ανάγκη άμεσης επιβεβαίωσης για την ταυτοποίηση της φύσεως του ίχνους. Η γρήγορη, μη καταστρεπτική φύση των τεχνικών αυτών θα μπορούσε πιθανώς να εφαρμοστεί στον τόπο του εγκλήματος, παρέχοντας σημαντικές πληροφορίες για την περαιτέρω αξιοποίηση των κηλίδων αίματος.

Στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας μελετήθηκε η χρήση της Φασματοσκοπίας Raman και της απεικόνισης με AFM για την ανίχνευση - ταυτοποίηση κηλίδων αίματος που ελήφθησαν από εθελοντές δότες. Επιπλέον, εξετάστηκε η δυνατότητα εφαρμογής των τεχνικών αυτών στον προσδιορισμό του χρόνου εναπόθεσης κηλίδων αίματος, προκειμένου να εξαχθούν συμπεράσματα για τον χρόνο τραυματισμού ή θανάτου σε μια εγκληματική ενέργεια.

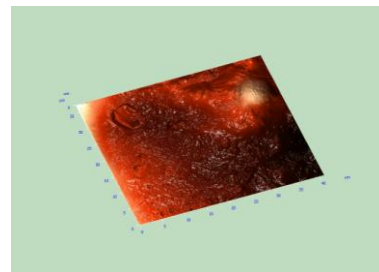
Στο πρώτο σκέλος της εργασίας, ελήφθησαν σταγόνες αίματος από οκτώ διαφορετικούς δότες (4 άντρες – 4 γυναίκες), σε ένα ηλικιακό εύρος 25-40 ετών, χωρίς κάποια προγενέστερη επεξεργασία, προκειμένου τα αποτελέσματα να αντιπροσωπεύουν όσο το δυνατόν πιο ρεαλιστικά τις συνθήκες διάπραξης ενός εγκλήματος. Στη συνέχεια, ελήφθησαν τα φάσματα Raman των κηλίδων στα 532nm. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το φάσμα Raman κάθε δείγματος περιέχει τις ίδιες σημαντικές κορυφές, οι οποίες είναι συγκεκριμένες και αντιστοιχούν στη γνωστή σύνθεση του αίματος. Μάλιστα, οι χαρακτηριστικές αυτές κορυφές είναι ανεξάρτητες του φύλου ή της ηλικίας του δότη, από τον οποίο προέρχονται (Εικ.2). Τα δείγματα μελετήθηκαν σε τμήματα γυάλινης αντικειμενοφόρου, τα οποία δεν είχαν καμία συνεισφορά στο συνολικό φάσμα στην υπό εξέταση ενεργειακή περιοχή (250 – 1750 cm⁻¹).



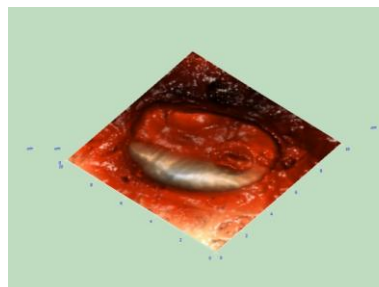
Εικ.2 Διορθωμένα, ως προς τη βασική γραμμή, φάσματα Raman κηλίδων αίματος από 8 διαφορετικούς δότες. Είναι εμφανής η ύπαρξη συγκεκριμένων κορυφών σε όλα τα φάσματα. Οι διαφορές στην ένταση των φασμάτων υποδηλώνουν διαφορετικά επίπεδα οξυγόνωσης του αίματος

Για την ανίχνευση – ταυτοποίηση κηλίδων αίματος με τη βοήθεια του AFM, σταγόνες αίματος από εθελοντή δότη εναποτέθηκαν σε γυάλινες αντικειμενοφόρους χωρίς καμία περαιτέρω επεξεργασία και μελετήθηκαν αμέσως μετά το στέγνωμα σε συνθήκες περιβάλλοντος. Τα κύτταρα με το κατά προσέγγιση μέγεθος και τη μορφή των ερυθρών αιμοσφαιρίων προσδιορίστηκαν με ένα οπτικό μικροσκόπιο, ενώ το AFM χρησιμοποιήθηκε στον τρόπο λειτουργίας ημι-επαφής.

Με τη βοήθεια της τρισδιάστατης απεικόνισης με το AFM τα χαρακτηριστικά ερυθρά αιμοσφαίρια ανιχνεύθηκαν (Εικ.3-4), παρέχοντας τη δυνατότητα αδιαμφισβήτητης ταυτοποίησης του αίματος. Η μέθοδος αυτή πλεονεκτεί συγκριτικά με αυτές που χρησιμοποιούνται σήμερα καθώς προσφέρει μη καταστρεπτική ανίχνευση ελάχιστης ποσότητας κηλίδων αίματος, σε συνθήκες περιβάλλοντος, χωρίς καμία προγενέστερη επεξεργασία του δείγματος. Η μόνη απαίτηση της τεχνικής αυτής είναι η επίπεδη επιφάνεια του υποστρώματος.



Εικ.3 Τρισδιάστατη εικόνα από περιοχή του δείγματος (40X40μm). Με το βέλος υποδεικνύεται η θέση ενός ερυθρού αιμοσφαιρίου

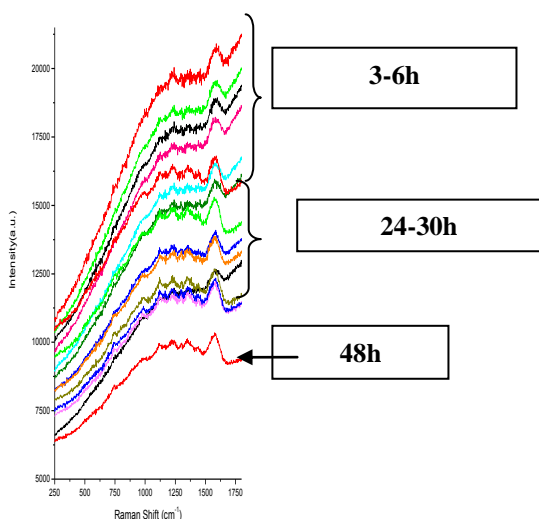


Εικ.4 Τρισδιάστατη απεικόνιση χαρακτηριστικού ερυθρού αιμοσφαιρίου με το AFM

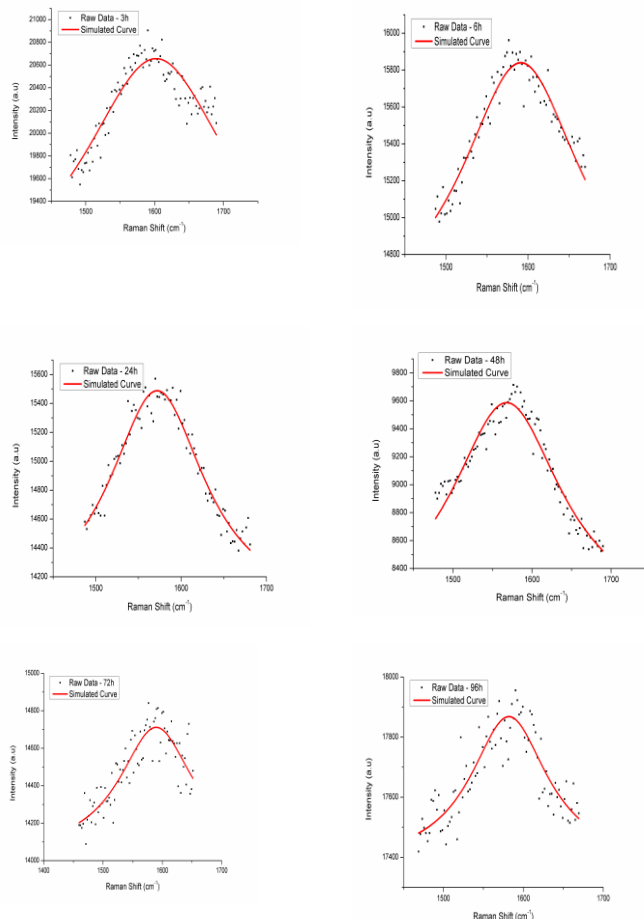
Σημαντική προσπάθεια παρατηρείται τα τελευταία χρόνια για την εξακρίβωση του χρόνου τραυματισμού ή θανάτου από την ανάλυση κηλίδων αίματος. Υπάρχουν πολλές καθιερωμένες μέθοδοι για την ανίχνευση και την ταυτοποίηση του αίματος, όμως, ο προσδιορισμός του χρόνου τέλεσης ενός εγκλήματος στην ιατροδικαστική παραμένει ακόμα ένα άλυτο ζήτημα. Διάφορες προσεγγίσεις προτάθηκαν, αλλά καμία δεν ήταν κατάλληλη για εφαρμογή στη συνήθη εγκληματολογική πρακτική, κυρίως λόγω έλλειψης ακρίβειας και επίδρασης πολυπαραγοντικών περιβαλλοντικών συνθηκών (υγρασία, υψόμετρο, θερμοκρασία κ.α.). Τα ίχνη των κηλίδων αίματος και η αλλοίωση των βιολογικών πειστηρίων διαδραματίζουν ένα σημαντικό ρόλο στην Εγκληματολογία, καθώς από την κατάλληλη αξιοποίησή τους δύνανται να εξαχθούν συμπεράσματα για την αναπαράσταση και τον χρόνο τέλεσης ενός εγκλήματος. Από εγκληματολογική άποψη, μια ακριβής εκτίμηση του χρόνου διάπραξης ενός εγκλήματος επιτρέπει την επαλήθευση των καταθέσεων των μαρτύρων, περιορίζει τον αριθμό των υπόπτων και αξιολογεί τα άλλοθι αυτών. Οι πληροφορίες που

λαμβάνονται μπορούν να βοηθήσουν όχι μόνο στον προσδιορισμό του υπόπτου αλλά και στην αναδημιουργία της πορείας των γεγονότων.

Στο δεύτερο σκέλος της εργασίας εξετάστηκε η δυνατότητα χρήσης της φασματοσκοπίας Raman και της απεικόνισης με AFM στην εκτίμηση του χρόνου εναπόθεσης κηλίδων αίματος, οι οποίες δεν υπέστησαν καμία προγενέστερη επεξεργασία προκειμένου τα αποτελέσματα να αντιπροσωπεύουν όσο το δυνατόν πιο ρεαλιστικά τις συνθήκες διάπραξης ενός εγκλήματος. Συγκεκριμένα, μελετήθηκε η διαφοροποίηση της έντασης του φάσματος Raman με το χρόνο σε δείγματα κηλίδων αίματος που ελήφθησαν από εθελοντές δότες (Εικ.4-6), ενώ με τη βοήθεια του AFM παρατηρήθηκαν οι μορφολογικές μεταβολές των ερυθρών αιμοσφαιρίων σε συνάρτηση με το χρόνο.

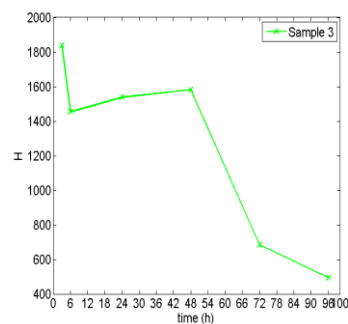


Εικ.4 Απεικόνιση της διακύμανσης της εντάσεως φάσματος Raman κηλίδας αίματος κατά τις πρώτες 48 ώρες. (Εστίαση στην περιοχή 250-1800 cm^{-1})



Εικ.5 Καμπύλες προσομοίωσης της χαρακτηριστικής κορυφής στα $1575cm^{-1}$ των φασμάτων Raman μιας κηλίδας αίματος, για τα χρονικά διαστήματα 3, 6, 24, 48, 72 και 96 ωρών

Οι καμπύλες ελήφθησαν με την εφαρμογή του μοντέλου Lorentz και peak fitting με τη βοήθεια του προγράμματος Origin. Παρατηρούμε μια σταδιακή υποβάθμιση του ύψους της κορυφής, η οποία αποτυπώνεται ευκρινέστερα στην Εικ.6.



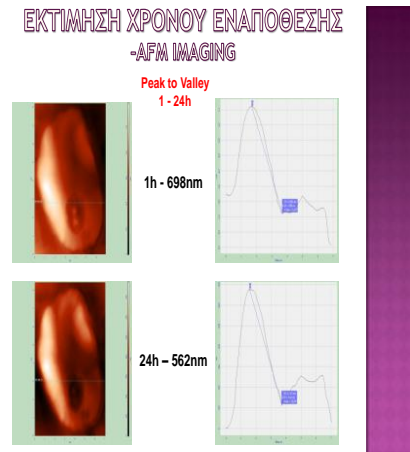
Εικ.6 Διακύμανση του ύψους της χαρακτηριστικής κορυφής στα $1575cm^{-1}$, κατά το χρονικό διάστημα 3-96 h. Οι τιμές προέκυψαν με εφαρμογή του μοντέλου Lorentz και αφαίρεση του φθορίζοντος περιβάλλοντος (background) από το συνολικό ύψος της κορυφής

Η ανωτέρω μεταβολή στο ύψος της χαρακτηριστικής κορυφής στα 1575cm^{-1} , αποδίδεται τόσο στη μεταβολή της συγκεντρώσεως του ινώδους, που είναι υπεύθυνο για τη δημιουργία της συγκεκριμένης κορυφής, όσο και στις βιοχημικές μετατροπές των μορίων που λαμβάνουν χώρα κατά τη διαδικασία πήξεως του αίματος. Η πτώση της συγκεντρώσεως του ινώδους πιθανότατα οφείλεται στην αφυδάτωση του δείγματος και την μαζική έξοδο συστατικών από το εσωτερικό των ερυθρών αιμοσφαιρίων (νερό και αιμογλοβίνη) στο περιβάλλον κατά τις πρώτες 6h, ενώ στις βιοχημικές μετατροπές περιλαμβάνονται η οξυγόνωση της αιμοσφαιρίνης και η δημιουργία των παράγωγων μορφών αυτής, καθώς και η επακόλουθη αποικοδόμηση των πρωτεϊνών αυτών.

Για την εκτίμηση του χρόνου εναπόθεσης με τη βοήθεια της φασματοσκοπίας Raman διαπιστώθηκε ότι η ένταση του φάσματος επηρεάζεται από παράγοντες όπως η ισχύς της ακτινοβολίας, η εστίαση του οργάνου και οι βιοχημικές μεταβολές του δείγματος που λαμβάνουν χώρα κατά τη διαδικασία πήξεως του αίματος. Παρά το γεγονός ότι στα δείγματα που μελετήθηκαν παρατηρήθηκε μια γενική τάση υποβάθμισης της εντάσεως του φάσματος Raman με την πάροδο του χρόνου, εντούτοις οι επί μέρους διακυμάνσεις που οφείλονται σε εγγενείς και εξωγενείς επιδράσεις καθιστούν παρακινδυνευμένη τη χρήση της συγκεκριμένης μεθόδου για την ακριβή εκτίμηση του χρόνου εναπόθεσης, ιδίως ανάμεσα σε μικρά χρονικά διαστήματα.

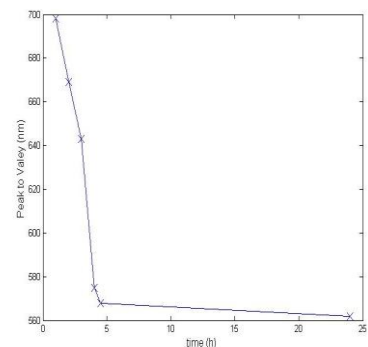
Για τον προσδιορισμό του χρόνου εναπόθεσης με τη βοήθεια της Μικροσκοπίας Ατομικών Δυνάμεων, ελήφθη κηλίδα αίματος από εθελοντή δότη σε καθαρό γυάλινο υπόστρωμα. Η κηλίδα μελετήθηκε με AFM αμέσως μετά το στέγνωμα σε ατμοσφαιρικές συνθήκες. Η μεταβολή της παραμέτρου Peak to Valley, που αντιστοιχεί στην απόσταση μεταξύ του ψηλότερου και χαμηλότερου σημείου κατά μήκος μιας τομής στην επιφάνεια ενός ερυθρού αιμοσφαιρίου, ερευνήθηκε σε

χρονικά διαστήματα 1, 2, 3, 4, 4.5 και 24 ωρών από την λήψη του δείγματος, στις ίδιες ακριβώς συνθήκες (Εικ.7).



Εικ.7 Διακύμανση της παραμέτρου Peak to Valley, μιας τομής ενός ερυθρού αιμοσφαιρίου σε χρονικά διαστήματα 1 και 24 ωρών από την έξοδό του από το σώμα. Είναι εμφανής η πτώση της τιμής της υψηλότερης κορυφής κατά μήκος της τομής (Dy), γεγονός που υποδηλώνει συρρίκνωση του ερυθρού αιμοσφαιρίου

Με βάση τα αποτελέσματα της παρούσης εργασίας, οι μετρήσεις της παραμέτρου Peak to Valley εμφάνισαν σημαντική διαφοροποίηση κατά τη διάρκεια των πρώτων 24 ωρών, αποκαλύπτοντας χαρακτηριστική μεταβολή (συρρίκνωση) στην μορφολογία του κυττάρου, ιδίως κατά τις πρώτες 5 ώρες (Εικ.8), η οποία αποδίδεται στο φαινόμενο της όσμωσης. Η παρατηρηθείσα χρονικά εξαρτημένη μεταβολή στη μορφολογία των ερυθρών αιμοσφαιρίων είναι δυνατόν να συμβάλει αποφασιστικά στον καθορισμό του χρόνου θανάτου ή τραυματισμού σε μια εγκληματική ενέργεια.



Εικ.8 Μεταβολή της παραμέτρου Peak to Valley μιας τομής ενός ερυθρού αιμοσφαιρίου σε συνάρτηση με το χρόνο

Αυτή η προκαταρκτική μελέτη κατέδειξε τη μεγάλη δυνατότητα της φασματοσκοπίας Raman και της απεικόνισης με Μικροσκοπία Ατομικών Δυνάμεων - AFM για γρήγορο, μη καταστρεπτικό, προσδιορισμό κηλίδων αίματος, γεγονός που μπορεί ενδεχομένως να οδηγήσει στην εφαρμογή τους στον τόπο ενός εγκλήματος. Επιπλέον, οι μορφολογικές μεταβολές των ερυθρών αιμοσφαιρίων είναι δυνατόν να μελετηθούν σε συνάρτηση με τον χρόνο, παρέχοντας τη δυνατότητα προσδιορισμού του χρόνου τραυματισμού ή θανάτου σε μια εγκληματική ενέργεια. Για την εξαγωγή ασφαλέστερων συμπερασμάτων απαιτείται η περαιτέρω αξιολόγηση των τεχνικών αυτών σε ευρύτερες

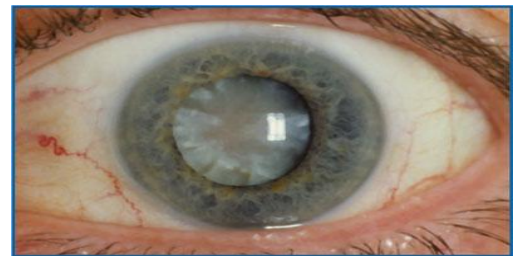
πληθυσμιακές ομάδες, σε μεγαλύτερο χρονικό εύρος και σε διαφορετικά υποστρώματα – περιβαλλοντικές συνθήκες, προκειμένου τα ευρήματα αυτά να καταστούν ικανά αποδεικτικά στοιχεία στο δικαστήριο. Η κατασκευή και η πιστοποίηση ενός εύχρηστου φορητού αυτόματου οργάνου για τη γρήγορη, μη καταστρεπτική, επιτόπια ανίχνευση του αίματος και την εκτίμηση του χρόνου τραυματισμού ή θανάτου σε μια εγκληματολογική έρευνα αποτελούν τους στόχους μελλοντικών ερευνών.

Μαρσουβανίδης Νίκος
Απόφοιτος ΔΠΜΣ N&N

- Ανάπτυξη Πολυμερικών Βιοσυμβατών Λεπτών Υμενίων με Φαρμακευτικές Ιδιότητες στην Επιφάνεια Ενδοφακών

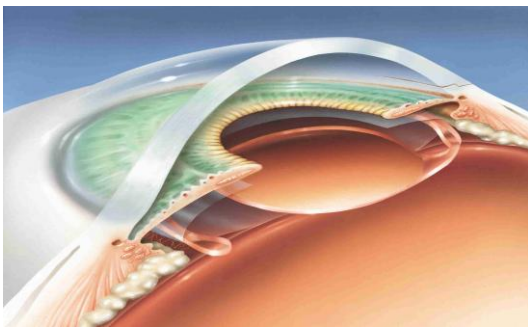
Στον 21^ο αιώνα η Νανοτεχνολογία εξελίσσεται ως ένα από τα βασικότερα αποκτήματα του ανθρώπου. Μέσω εφαρμογών της Νανοτεχνολογίας βελτιώνεται η ποιότητα ζωής σε πολλούς τομείς της ανθρώπινης δράσης. Η Νανοϊατρική είναι η εφαρμογή της νανοτεχνολογίας στην υγεία, η οποία εκμεταλλεύεται τις βελτιωμένες και συχνά νέες φυσικές, χημικές, και βιολογικές ιδιότητες των υλικών στη νανοκλίμακα. Οι σύγχρονες ερευνητικές τάσεις στην νανοϊατρική και οι εφαρμογές τους στην οφθαλμολογία αφορούν στους τομείς της διαγνωστικής απεικόνισης, των βιοϋλικών, της αναγεννητικής ιατρικής και της στοχευμένης απελευθέρωσης φαρμάκων.

Καταρράκτης είναι η θόλωση του κρυσταλλοειδούς φακού του ματιού (Σχήμα 1). Με την πάροδο της ηλικίας, ο φακός αυτός χάνει την αρχική του σύσταση και θολώνει (γεροντικός καταρράκτης). Σε μελέτες που έχουν γίνει, η συχνότητα του καταρράκτη είναι 50% σε ανθρώπους ηλικίας μεταξύ 65 - 74 ετών και αυξάνεται σε 70% σε ηλικίες άνω των 75 ετών.



Σχήμα 1. Οφθαλμός με καταρράκτη

Ο καταρράκτης αντιμετωπίζεται χειρουργικά με αφαίρεση του καταρρακτικού κρυσταλλοειδούς φακού (τεχνική της φακοθρυψίας). Η συγκεκριμένη τεχνική είναι υψηλής ακριβείας, ασφαλής με χαμηλά επίπεδα επιπλοκών. Στο τέλος της επέμβασης τοποθετείται συνθετικός ενδοφακός στη θέση του παθολογικού (Σχήμα 2), ώστε να διορθώσει την υπολειπόμενη διαθλαστική ισχύ του οφθαλμού.



Σχήμα 2. Τοποθέτηση ενδοφακού σε οφθαλμό

Σημαντικό στάδιο της επέμβασης του καταρράκτη είναι η μετεγχειρητική χρήση οφθαλμικών σταγόνων, με σκοπό την αντιμετώπιση της μετεγχειρητικής φλεγμονής και πιθανών επιπλοκών. Όμως, ερευνητές μελετώντας τη συμμόρφωση ασθενών σε οφθαλμική θεραπεία με τη βοήθεια ηλεκτρονικού τρόπου καταγραφής, κατέληξαν στην παρατήρηση ότι το 62% των ασθενών παραλείπει 10% των δόσεων και το 15% παραλείπει 50% των δόσεων.

Η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία στοχεύει προς την κατεύθυνση της επίλυσης του προβλήματος αυτού. Πιο συγκεκριμένα, στόχος της είναι ο σχεδιασμός ενδοφακού με δυνατότητα σταδιακής απελευθέρωσης κορτιζόνης (φαρμακευτική ουσία με ισχυρή αντιφλεγμονώδη δράση). Αποτελεί την πρώτη ερευνητική προσπάθεια ανάπτυξης οργανικών πολυμερικών λεπτών υμενίων με φαρμακολογικές ιδιότητες στην επιφάνεια ενδοφακών με τη μέθοδο spin coating. Το υμένιο είχε την εξής σύσταση: (PLGA-PCL 90:10)/ Δεξαμεθαζόνη 3/1 και διαλύτη χλωροφόρμιο. Για το πείραμα χρησιμοποιήθηκαν ενδοφακοί από Acrylate/Methacrylate Copolymer (one-piece, Σχήμα 3α) και Acrylate/Methacrylate Copolymer με το ατπικό τους τμήμα από PMMA (Three-piece IOL, Σχήμα 3β).

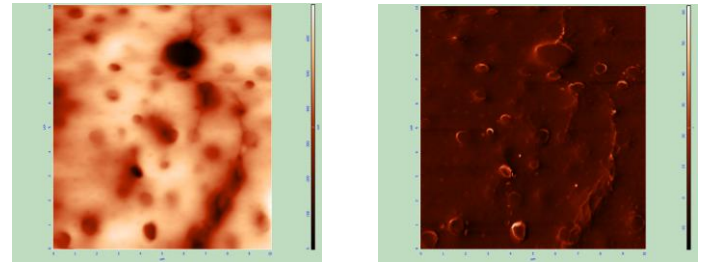


Σχήμα 3α. One-piece IOL

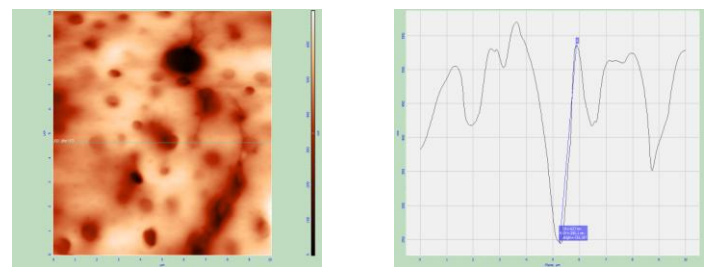


Σχήμα 3β. Three-piece IOL

Η στερέωση των ενδοφακών και η περιδίνσή τους με spin coating δεν τους προκάλεσε βλάβες, με αποτέλεσμα να κρίνεται κατάλληλη η χρήση της τεχνικής για την ανάπτυξη υμενίων. Με τη βοήθεια των AFM και SEM μελετήθηκε η μορφολογία των υμενίων. Τα υμένια έχουν μεγάλη τραχύτητα και σχηματίζουν πόρους εντός των οποίων υπάρχουν μόρια δεξαμεθαζόνης (Σχήμα 4 και 5). Επίσης, υπάρχει διάσπαρτη Κορτιζόνη σε όλη την επιφάνεια του υμενίου.



Σχήμα 4. Εικόνα τοπογραφίας υμενίου με AFM με σχηματισμό πόρων (δεξιά) και εικόνα φάσης της αντίστοιχης λήψης (αριστερά)



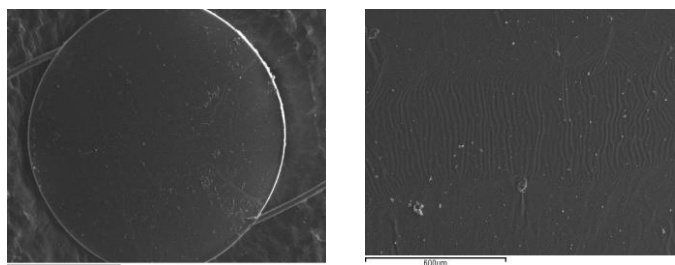
Σχήμα 5. Εικόνα προφίλ τοπογραφίας υμενίου με AFM (δεξιά) και μετρήσεις των διαστάσεων των πόρων (αριστερά)

Η μορφολογία των υμενίων και οι δείκτες τραχύτητας ήταν όμοιοι τόσο για τους one-piece ενδοφακούς, όσο και για τους three-piece. Συνολικά, οι δείκτες τραχύτητας για όλους τους ενδοφακούς παρουσιάζονται στο σχήμα 6.

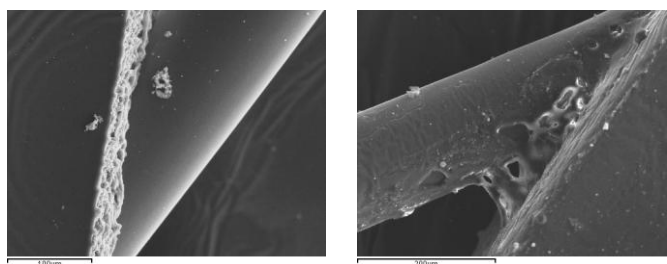
	Root Mean Square (RMS)	Peak-to-Valley
One-piece IOL1	127 nm	1386 nm
One-piece IOL2	125 nm	1381 nm
One-piece IOL3	131 nm	1392 nm
Three-piece IOL1	117 nm	1363 nm
Three-piece IOL2	125 nm	1377 nm
Three-piece IOL3	131 nm	1385 nm

Σχ. 6 Δείκτες τραχύτητας one-piece και three-piece ενδοφακών με υμένιο 30x30μm

Μελέτη της επιφάνειας του υμενίου στο οπτικό και τα απτικά τμήματα των ενδοφακών έγινε και με χρήση του SEM (Σχήμα 7 και 8).

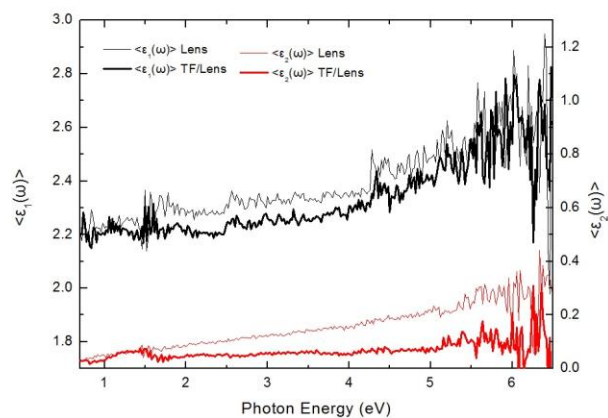


Σχήμα 7. Εικόνες SEM three-piece ενδοφακού με υμένιο σε μεγεθύνσεις x15 φορές (αριστερά) και x85 φορές (δεξιά)

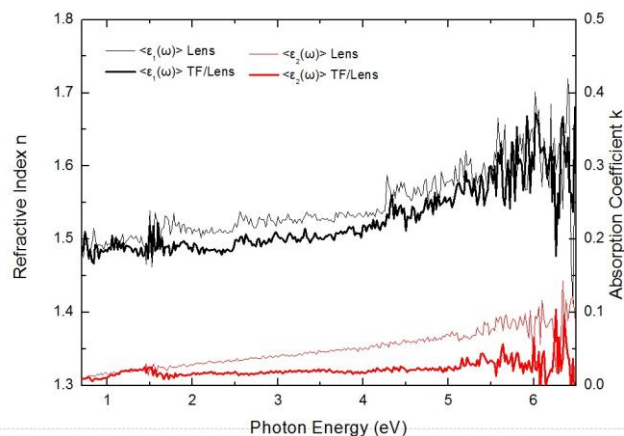


Σχήμα 8. Εικόνες SEM απτικών τμημάτων three-piece ενδοφακού χωρίς υμένιο (αριστερά) και με υμένιο (δεξιά) σε μεγεθύνσεις x85 φορές

Μελέτη των οπτικών ιδιοτήτων του συστήματος ενδοφακός/υμένιο έγινε με τη μέθοδο της ελλειψομετρίας. Όπως φαίνεται από τα παρακάτω διαγράμματα (Σχήμα 9 και 10), τόσο η διηλεκτρική συνάρτηση, $\epsilon_2(\omega)$, όσο και ο συντελεστής απορρόφησης, k , του συστήματος ενδοφακού/υμενίου είναι σχεδόν πανομοιότυπος και μάλιστα χαμηλότερος από αυτόν του ίδιου του ενδοφακού. Πάντως, σε κάθε περίπτωση, το υμένιο δεν μεταβάλλει αρνητικά τις οπτικές ιδιότητες του ενδοφακού.



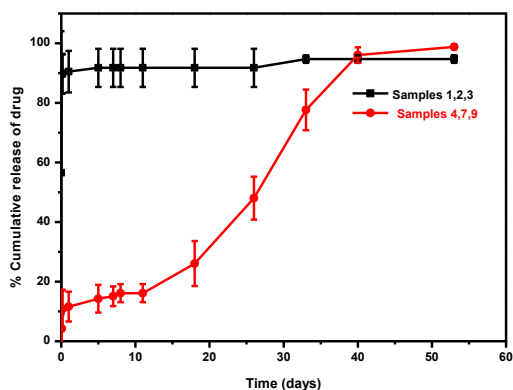
Σχήμα 9. Συγκριτικό διάγραμμα της μετρούμενης Διηλεκτρικής Συνάρτησης του φακού (πριν και μετά την εναπόθεση thin film)



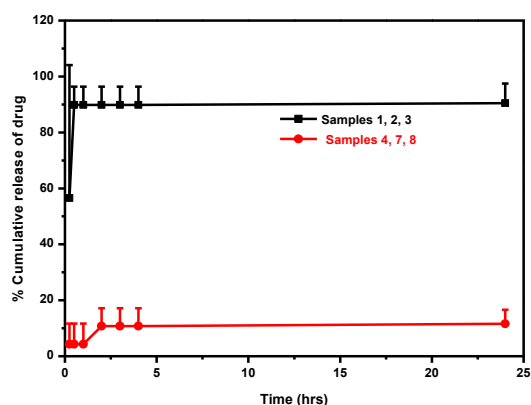
Σχήμα 10. Συγκριτικό διάγραμμα του μετρούμενου Δείκτη Διάθλασης (n, k) του φακού (πριν και μετά την εναπόθεση thin film)

Η μελέτη της φαρμακοκινητικής των ενδοφακών έγινε με χρήση της τεχνικής της φασματοφωτομετρίας. Οι πειραματικές μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε καθορισμένους χρόνους (15 λεπτά, 30 λεπτά, 1 ώρα, 2 ώρες, 3 ώρες, 4 ώρες, 1 ημέρα, 2 ημέρες, 5 ημέρες, 7 ημέρες και στη συνέχεια ανά εβδομάδα επί 10 συνολικά εβδομάδες). Η απελευθέρωση φαρμάκου για τους three-piece ενδοφακούς έγινε σταδιακά στις 10 εβδομάδες με ταχύτερη αποδέσμευση τις πρώτες ημέρες και με αποδέσμευση της μεγαλύτερης ποσότητας κορτιζόνης (80%) στις 35 πρώτες ημέρες, γεγονός που συμπίπτει με την μετεγχειρητική περίοδο κατά την οποία χορηγούμε δεξαμεθαζόνη ύπο τη μορφή σταγόνων. Άμεση απόδοση του φαρμάκου, όμως, (την πρώτη ώρα) έχουμε στους one-piece ενδοφακούς, γεγονός που υποδηλώνει ότι έγινε απόσπαση του

υμενίου και απόδοση όλης της ποσότητας του φαρμάκου (Σχήμα 11 και 12).



Σχήμα 11. Καμπύλες απελευθέρωσης DEXA σε διάστημα εβδομάδων. Τα samples 1,2,3 είναι οι one-piece ενδοφακοί, ενώ τα samples 4,7,9 οι three-piece ενδοφακοί



Σχήμα 11. Καμπύλες απελευθέρωσης DEXA τις πρώτες 24 ώρες. Τα samples 1,2,3 είναι οι one-piece ενδοφακοί, ενώ τα samples 4,7,9 οι three-piece ενδοφακοί

Και οι δύο τύποι ενδοφακών αποτελούνται από το ίδιο οπτικό τμήμα, αλλά διαφορετικά Haptics. Φαίνεται ότι στους three-piece τα Haptics που είναι από PMMA συγκρατούν το υμένιο και προσδίδουν άριστες φαρμακοκινητικές ιδιότητες.

Συνολικά, τα αποτελέσματα τόσο του χαρακτηρισμού όσο και της απελευθέρωσης φαρμάκου (για τους three-piece ενδοφακούς) μπορούν να θεωρηθούν ενθαρρυντικά και να επεκτείνουν την έρευνα σε επόμενα βήματα. Μελλοντικές προεκτάσεις της παρούσας μελέτης είναι η διερεύνηση της συμβολής του PMMA στη σταδιακή απελευθέρωση του φαρμάκου. Παράλληλα, μπορεί να μελετηθεί η ενσωμάτωση δεύτερης ή και τρίτης φαρμακευτικής ουσίας στο υμένιο (Αντιβιοτικό και Μη Στεροειδές Αντιφλεγμονώδες), ώστε να επιτευχθεί ολοκληρωμένη μετεγχειρητική φαρμακευτική θεραπεία.

Επιπρόσθετα, μετά από έλεγχο της τοξικότητας του υμενίου/ενδοφακού σε καλλιέργειες κυττάρων, το πείραμα θα μπορούσε να εισαχθεί σε πειραματικό μοντέλο ζώων (κονίκλων), ώστε να κριθεί η ασφάλεια και η επάρκεια της φαρμακευτικής ιδιότητας του υμενίου. Ευνοϊκά αποτελέσματα αυτών των πειραμάτων δύναται να οδηγήσουν σε πληρέστερη αξιολόγηση τους για οφθαλμολογική χρήση.

Καραμήτσος Αθανάσιος
Απόφοιτος ΔΠΜΣ N&N

- Παρασκευή Βιολειτουργικών Ικριωμάτων από Βιοαποικοδομήσιμα πολυμερή: Ιστική Αναγέννηση & Λειτουργικότητά τους

Η Ιστομηχανική (Tissue Engineering) αποτελεί ένα ραγδαία αναπτυσσόμενο κλάδο των βιολογικών επιστημών που στοχεύει στην ανάπτυξη λειτουργικών υποκατάστατων των κατεστραμμένων ιστών και οργάνων. Στην Ιστομηχανική, προκειμένου να επιτευχθεί το βέλτιστο τεχνητό περιβάλλον που να προσομοιάζει το φυσικό κυτταρικό περιβάλλον (δηλ. την Εξωκυττάρια Θεμέλια Ουσία, ECM), χρησιμοποιούνται φυσικά και συνθετικά βιοαποικοδομήσιμα πολυμερή που αναπτύσσονται σε κατάλληλες δομές, τα λεγόμενα *ικριώματα* (*scaffolds*). Η συμβολή της Νανοτεχνολογίας έγκειται στην παρασκευή των ικριωμάτων σε μορφή νανοϊνών.

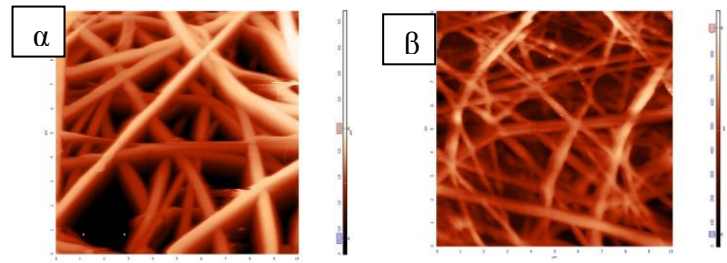
Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματεύεται την ανάπτυξη νανοϊνώδων ικριωμάτων από βιοαποικοδομήσιμα πολυμερή με τη μέθοδο Electro Spray Deposition και λεπτών υμενίων με τη μέθοδο Περιτροφικής Εναπόθεσης (Spin Coating) στα πλαίσια του πεδίου της Αναγεννητικής Ιατρικής (Regenerative Medicine). Απώτερος σκοπός ήταν η δημιουργία ενός βιομιμητικού νανοϊνώδους περιβάλλοντος που να προσομοιάζει την Εξωκυττάρια Θεμέλια Ουσία (ECM) του αρθρικού χόνδρου κι επομένως να προάγει την πρόσφυση και τον πολλαπλασιασμό των χονδροκυττάρων και συνεπώς τη δημιουργία εκ νέου χονδρικού ιστού. Τα δομικά χαρακτηριστικά των ικριωμάτων στην ιστομηχανική επηρεάζουν την κυτταρική συμπεριφορά και πρέπει να πληρούν συγκεκριμένες κατασκευαστικές προϋποθέσεις για να υποστηρίξουν την κυτταρική προσκόλληση, τον πολλαπλασιασμό και τη διαφοροποίηση. Το ικρίωμα ουσιαστικά ενεργεί ως μια προσωρινή συνθετική εξωκυττάρια μήτρα (ECM) που αλληλεπιδρά με τα κύτταρα προς σχηματισμό ενός νέου ιστού. Η μέθοδος Ηλεκτροστατικής Εναπόθεσης (Electrospinning) είναι η πιο κοινή μέθοδος για

την κατασκευή των νανοϊνώδων ικριωμάτων. Το Electro Spray Deposition, η μέθοδος που χρησιμοποιείται στην παρούσα εργασία, βασίζεται στην ίδια αρχή λειτουργίας με τη μέθοδο Ηλεκτροστατικής εναπόθεσης. Από την άλλη πλευρά, η Περιτροφική εναπόθεση (Spin Coating) είναι μια διαδικασία που χρησιμοποιείται για την εναπόθεση λεπτών υμενίων σε επίπεδες επιφάνειες.

Πολυμερικά λεπτά υμένια αναπτύχθηκαν προκειμένου να συγκριθούν με τα 2D πολυμερικά ικριώματα, ως προς την κυτταρική προσκόλληση και τον πολλαπλασιασμό. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκαν η Πολύ-καπρολακτόνη (Poly-caprolactone, PCL), ένα συνθετικό πολυμερές, η Χιτοζάνη (Chi), ένα φυσικό πολυμερές, καθώς και το συμπολυμερές Chi/PCL σε διάφορες αναλογίες (80:20, 65:35, 50:50). Για την παρασκευή των ικριωμάτων δοκιμάστηκαν πολυμερικά διαλύματα σε διάφορες συγκεντρώσεις και με διάφορους διαλύτες, ώστε να εξευρεθεί ο βέλτιστος για κάθε πολυμερές. Η βελτιστοποίηση των συνθηκών ανάπτυξης ικριωμάτων αποδείχτηκε πως αφορά κυρίως τη συγκέντρωση του πολυμερούς, το είδος του διαλύτη (επιφανειακή τάση, πητικότητα), την απόσταση βελόνας-συλλέκτη, την εφαρμοζόμενη τάση και τον ρυθμό ροής. Διαπιστώθηκε πως απαραίτητη προϋπόθεση για τη δημιουργία του συμπολυμερούς είναι η χρήση κοινού διαλύτη (Trifluoroacetic acid/Dichloromethane TFA/DCM 80:20) στις βέλτιστες συγκεντρώσεις των επιμέρους πολυμερών (8% w/v Chi, 30% w/v PCL) και με βέλτιστη αναλογία το 50:50. Για την παρασκευή των λεπτών υμενίων χρησιμοποιήθηκε ένας κοινός διαλύτης για όλα τα πολυμερή ώστε να είναι συγκρίσιμα μεταξύ τους.

Ο δομικός/μορφολογικός/τοπογραφικός χαρακτηρισμός τόσο των ικριωμάτων όσο και των λεπτών υμενίων έγινε με την Ηλεκτρονική Μικροσκοπία Σάρωσης (SEM) και την Σαρωτική Μικροσκοπία Ατομικών Δυνάμεων (AFM) (**Σχήμα 1**) και η αξιολόγηση της διαβροχής (wettability) τους με τη μέτρηση γωνίας διαβροχής (Contact Angle, CA). Δείγματα PCL, γενικά, παρουσίασαν υδρόφοβη συμπεριφορά, ιδιαίτερα τα ικριώματα, ενώ η χιτοζάνη, υδρόφιλη. Η κρυσταλλικότητα σκόνης χιτοζάνης μελετήθηκε με Περίθλαση ακτινών-Χ, πριν και μετά από χημική κατεργασία (50% v/v NaOH) κι επαλήθευσε την αύξηση της κρυσταλλικότητας κι εμμέσως την μείωση του μοριακού βάρους της χιτοζάνης. Το τελευταίο αποτέλεσε σημαντική συνδρομή κατά τις προσπάθειες ανάπτυξης ικριώματος από διάλυμα χιτοζάνης με διαλύτη 90% v/v οξικό οξύ. Η εκτίμηση της χημικής φύσης των λεπτών υμενίων έγινε με τη Φασματοσκοπία Raman. Το φάσμα Raman του συμπολυμερούς προκύπτει από τη συνεισφορά των επιμέρους φασμάτων των δύο πολυμερών, γεγονός που εξακριβώνει την παρουσία των δύο πολυμερών στο συμπολυμερές, παρότι υπήρξε διαχωρισμός φάσης στα διαλύματα.

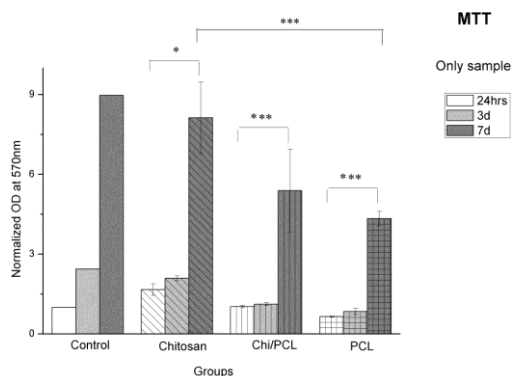
Τα ικριώματα και τα λεπτά υμένια μελετήθηκαν, επίσης, ως προς την βιολογική απόκριση τους σε κυτταρικές σειρές. Ειδικότερα, η κυτταρική σειρά L929s (αθανатоποιημένη κυτταρική σειρά ινοβλαστών που απομονώνεται από ινοσάρκωμα (λιπώδης ιστός) ποντικού) καλλιεργήθηκε στην επιφάνεια των ικριωμάτων και λεπτών υμενίων για τρία χρονικά διαστήματα (24 ώρες, 3 μέρες, 7 μέρες) κι έγινε ποσοτική εκτίμηση των κυττάρων που αναπτύχθηκαν με την εφαρμογή του MTT πρωτόκολλου. Για την ολοκλήρωση της κυτταρικής μελέτης ελήφθησαν εικόνες με την Ηλεκτρονική Μικροσκοπία Σάρωσης (SEM) και με το οπτικό μικροσκόπιο μετά από χρώση με κυανό του μεθυλενίου. Επιλέχθηκαν τρία δείγματα ικριωμάτων ως βέλτιστα, τα οποία μετά από καλλιέργεια με κυτταρική σειρά ανθρώπινων χονδροκυττάρων υποβλή-



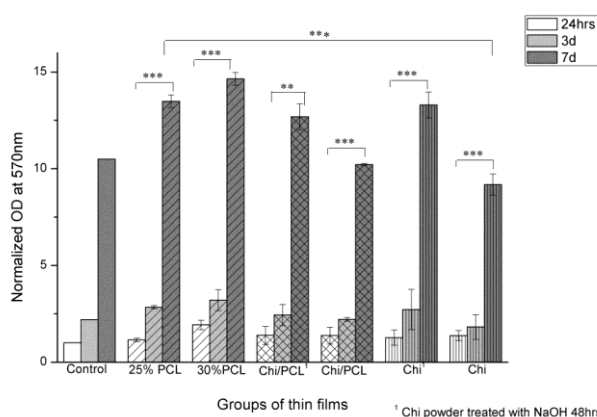
Σχήμα 1: Εικόνες Ύψους (Height) Σαρωτικής Μικροσκοπίας Ατομικών Δυνάμεων (AFM) **α)** ικριώματος 8% w/v Chi σε διαλύτη TFA/DCM 80:20 **β)** ικριώματος συμπολυμερούς 8% w/v Chi/30% w/v PCL 50:50

θηκαν στο πρωτόκολλο Alamar Blue, ένα πρωτόκολλο ποσοτικής εκτίμησης της κυτταρικής ανάπτυξης, με μεγαλύτερη ευαισθησία, ιδιαίτερα σε παρουσία μικρού αριθμού κυττάρων. Η τελευταία αυτή κυτταρική μελέτη συμπληρώθηκε με εικόνες από την Ηλεκτρονική Μικροσκοπία Σάρωσης (SEM) και το οπτικό μικροσκόπιο, μετά από χρώση με κυανό του μεθυλενίου. Όλα τα αποτελέσματα της κυτταρικής συμπεριφοράς των ικριωμάτων και των λεπτών υμενίων συνοψίστηκαν σε μορφή διαγραμμάτων και αξιολογήθηκαν με μεθόδους στατιστικής σημαντικότητας (Student t-test, ANOVA), προκειμένου να εξαχθούν συμπεράσματα σε συνάρτηση με τις εικόνες. Στις ομάδες των δειγμάτων, τη μεγαλύτερη κυτταρική βιωσιμότητα στα λεπτά υμένια παρουσίασε το PCL, ενώ στα ικριώματα, η χιτοζάνη (**Σχήμα 2**, **Σχήμα 3**). Το PCL σε μορφή ικριώματος σημείωσε τη μικρότερη βιωσιμότητα, ενώ το συμπολυμερές είχε μια ενδιάμεση κυτταρική συμπεριφορά. Στα πολυμερικά νανοϊνώδη ικριώματα, φυσικά πολυμερή, όπως η χιτοζάνη επιδεικνύουν μεγαλύτερη βιοσυμβατότητα, καθότι αποτελούνται από δομικά στοιχεία που αναγνωρίζονται από τα κύτταρα. Φαίνεται, δηλαδή, πως ο κύριος μηχανισμός κυτταρικής πρόσφυσης περιλαμβάνει τις απευθείας αλληλεπιδράσεις ινών-κυττάρων, εξαιτίας της τραχύτητας και της αυξημένης διαθέσιμης περιοχής (αναλογία επιφάνειας/όγκου). Στα πολυμερικά υμένια, από την άλλη, υδρόφοβα πολυμερή, όπως το PCL, παρουσιάζουν μεγαλύτερη κυτταρική βιωσιμότητα, γιατί λόγω των περιορισμένων σημείων κυτταρικής αλληλεπίδρασης

(σε σχέση με νανοϊνες), φαίνεται πως ο κυρίαρχος μηχανισμός πρόσφυσης είναι η προσέλκυση και η απορρόφηση της φιβρονεκτίνης (πρωτεΐνη πρόσφυσης). Συμπεραίνεται πως η χημική σύνθεση, η τραχύτητα, η διαβροχή και η τοπογραφία των επιφανειών είναι καθοριστικοί παράγοντες για τη βιοσυμβατότητα ενός πολυμερικού υλικού καθότι καθορίζουν το μηχανισμό της κυτταρικής πρόσφυσης, κι επηρεάζουν την κυτταρική ανάπτυξη, τον πολλαπλασιασμό και τη μετανάστευση.



Σχήμα 2: Διάγραμμα Οπτικής πυκνότητας OD στα 570nm μετά από MTT δοκιμασία με ανθρώπινους χονδροβλάστες σε ικρίωματα Chi, συμπολυμερούς Chi/PCL και PCL (κοινός διαλύτης TFA/DCM) για τρία χρονικά διαστήματα (24 ώρες, 3 μέρες, 7 μέρες). Στατιστική σημαντικότητα (Statistical significance) * $p \leq 0.05$, ** $p \leq 0.01$, *** $p \leq 0.001$



Σχήμα 3: Διάγραμμα Οπτικής πυκνότητας OD στα 570nm μετά από MTT δοκιμασία με κυτταρική σειρά L929s σε λεπτά υμένια Chi, συμπολυμερούς Chi/PCL και PCL, για τρία χρονικά διαστήματα (24 ώρες, 3 μέρες, 7 μέρες). Στατιστική σημαντικότητα (Statistical significance) * $p \leq 0.05$, ** $p \leq 0.01$, *** $p \leq 0.001$

Κοτζιάμπαση Θεοδώρα
Απόφοιτη ΔΠΜΣ Ν&Ν

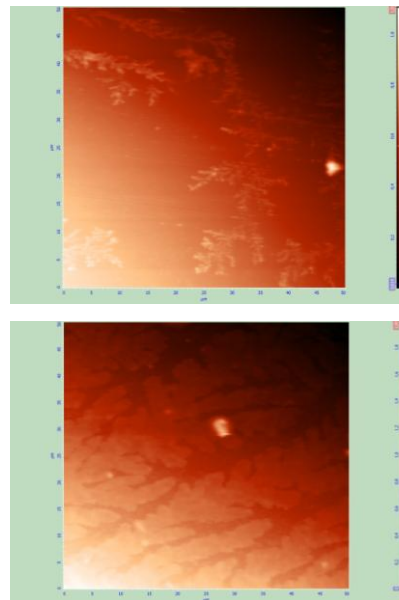
- Μελέτη της λιποπρωτεΐνης LDL με τη χρήση Μικροσκοπίας Ατομικής Δύναμης (AFM) σε παιδιά με Νεανική Ιδιοπαθή Αρθρίτιδα

Η χρόνια φλεγμονή σε ενήλικες με Ρευματοειδή Αρθρίτιδα συσχετίστηκε με αυξημένο κίνδυνο καρδιαγγειακής νόσου, μέσω της διαταραχής που προκαλείται στο λιποπρωτεϊνικό φαινότυπο. Ανάλογες παρα-

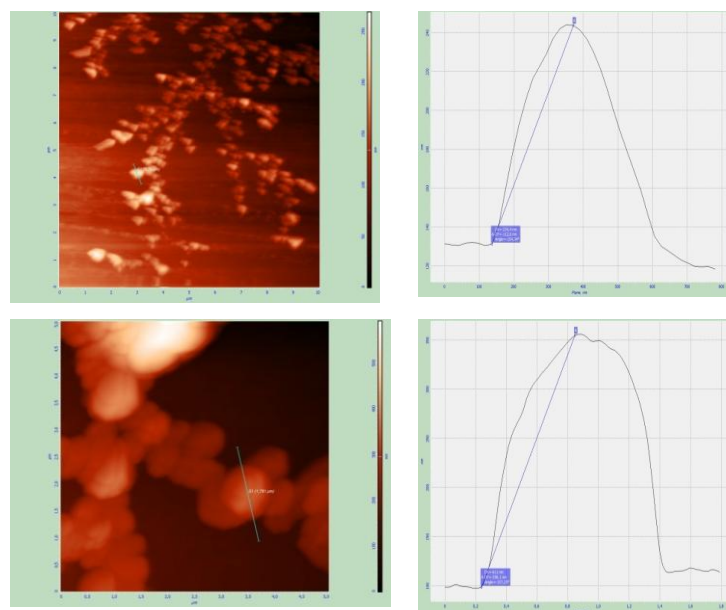
τηρήσεις άρχισαν να εμφανίζονται στα παιδιά που πάσχουν από Νεανική Ιδιοπαθή Αρθρίτιδα (ΝΙΑ) σχετικά με διαταραχή του λιπιδαιμικού profil και υποκλινική αθηροσκλήρωση, οι πληροφορίες, όμως, είναι α-

κόμη περιορισμένες. Στην παρούσα διπλωματική εργασία μελετήθηκε το σωματίδιο LDL (χαμηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνη) σε παιδιά που πάσχουν από Νεανική Ιδιοπαθή Αρθρίτιδα (ΝΙΑ) με χρήση του μικροσκοπίου ατομικής δύναμης (AFM) και ακολούθησε συσχέτιση των ευρημάτων με την κατάσταση ενεργότητας της νόσου (έξαρση – ύφεση). Στη μελέτη συμμετείχαν 6 ασθενείς με ΝΙΑ, οι οποίοι χωρίστηκαν σε 2 ομάδες με κριτήριο την κατάσταση ενεργότητας της νόσου (ομάδα 1: ασθενείς χωρίς ενεργότητα νόσου, ομάδα 2: ασθενείς με ενεργή νόσο). Ακολούθως, πραγματοποιήθηκε συλλογή ολικού αίματος και φυγοκέντρησή του και μετά από κατάλληλη επεξεργασία τα δείγματα υπερφυγοκεντρήθηκαν, προκειμένου να απομονωθεί η λεπτή στιβάδα στην οποία περιέχονται οι λιποπρωτεΐνες LDL. Στη συνέχεια, έγινε ποσοτικός προσδιορισμός της LDL με χρήση της μεθόδου της φασματοφωτομετρίας και κατάλληλη προετοιμασία δυο διαφορετικών υποστρωμάτων (γυαλί και πυρίτιο) για την τοποθέτηση των δειγμάτων. Η μελέτη των δειγμάτων έγινε με τη διάταξη Solver P47H Pro της εταιρείας "NT-MDT".

Από την παρατήρηση των δειγμάτων προέκυψε ότι μακροσκοπικά οι λιποπρωτεΐνες σχηματίζουν ενδιαφέρουσες δομές με χαρακτηριστική δενδροειδή διάταξη, καθώς και ότι τα σωματίδια LDL έχουν την τάση να συσσωματώνονται και να δημιουργούν σχηματισμούς της τάξης των 100-250 nm.

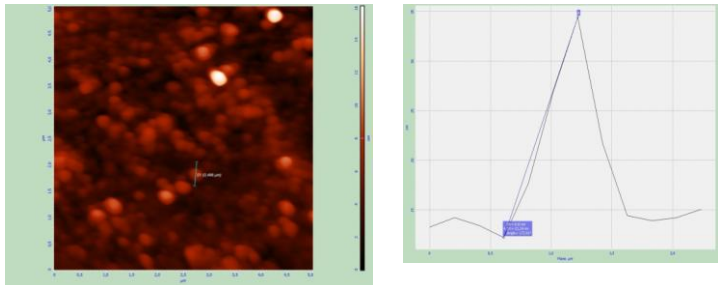


Σχήμα 1. Εικόνες από AFM όπου διαφαίνεται η χαρακτηριστική δενδροειδής διάταξη

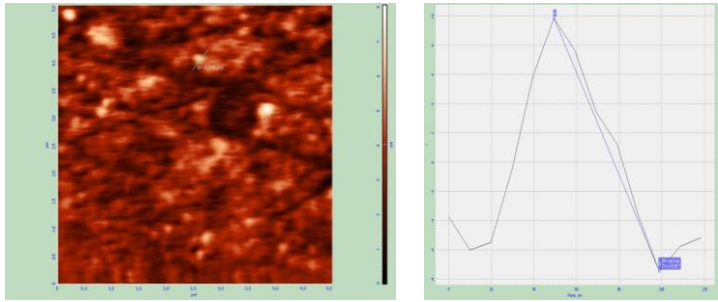


Σχήμα 2. Εικόνες από AFM που διακρίνονται τα συσσωματώματα των LDL σωματιδίων

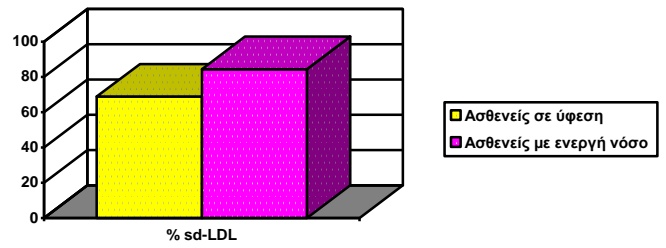
Όσον αφορά την απεικόνιση και μέτρηση της LDL πάνω στα δύο διαφορετικά υποστρώματα που χρησιμοποιήθηκαν, δεν διαπιστώθηκε κάποια διαφοροποίηση. Για τη μελέτη της LDL απαιτείται φρέσκο πλάσμα, καθώς κατά την κατάψυξη των δειγμάτων αλλάζει η στερεοδιάταξη του σωματιδίου. Διαπιστώνεται ότι στην 1η ομάδα μελέτης η διάμετρος των σωματιδίων LDL είναι μεγαλύτερη σε σχέση με τη 2η ομάδα. Στην ομάδα των παιδιών με ενεργή νόσο διαπιστώνονται υψηλότερα ποσοστά sdLDL (small dense LDL) συγκριτικά με την ομάδα χωρίς ενεργότητα (84,4% έναντι 68,8%).



Σχήμα 3. Εικόνες σωματιδίων LDL ασθενών χωρίς ενεργότητα νόσου



Σχήμα 4. Εικόνες σωματιδίων LDL ασθενών με ενεργότητα νόσου



Σχήμα 5. Γράφημα με τα ποσοστά sdLDL των ασθενών των δύο ομάδων μελέτης

Συνεπώς, διαφαίνεται ότι το λιπιδαιμικό profil σε παιδιά με ΝΙΑ και ενεργή νόσο επηρεάζεται εξίσου με τους ενήλικες. Η έγκαιρη, λοιπόν, αναγνώριση των ασθενών που διατρέχουν αυξημένο κίνδυνο καρδιαγγειακής νόσου, λόγω της χρόνιας φλεγμονής, θα οδηγήσει σε πρόωμη εισαγωγή επιθετικής θεραπείας, ώστε να κατασταλεί η ενεργότητα της νόσου, να εξασφαλιστούν μακρύτερες περίοδοι ύφεσης και επομένως, λιγότερες επιπτώσεις στο ανώριμο και ακόμη αναπτυσσόμενο καρδιαγγειακό τους σύστημα.

Σγουροπούλου Φ. Βασιλική
Απόφοιτη ΔΠΜΣ Ν&Ν

6. INTERVIEW with Prof. ROISIN OWENS, Department of Bioelectronics at the Center of Microelectronics in Provence



Associate Professor in the Department of Bioelectronics (BEL) at the Center of Microelectronics in Provence (CMP) of the Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Étienne.

1. How did your career in science begin and how did it evolve to the point it is now?

This is a very long story. My Bachelor degree was in Biochemistry at Trinity College in Dublin. Initially, I wanted to study Chemistry but during the first year, due to an internship I did, I felt I was not interested exclusively in Chemistry. It was then that I started studying Biochemistry and realized it was significantly different; applying Chemistry to Biology was much more exciting to me. I spent the third year of my Bachelor on an Erasmus stay in France which was really great and that is part of the reason I ended up in France. In my final Bachelor year I attended an Enzymology workshop, where I met Professor C. D. O' Connor from the University of Southampton who was working on Enzymology. He suggested that I did my PhD at his lab, as there was an available PhD position. The thesis of my PhD was: "Characterization of the biochemical mechanisms of the BipA ribosomal GTPase in Enteropathogenic E. coli" and it was about a protein in a bacterial system. We used bacteria that are dangerous pathogens, which cause a lot of food borne illnesses. In this period I learned all about proteins and a little bit about infectious disease. After my PhD I did a couple of post Doc projects, purely on infectious diseases; I worked on tuberculosis for three and a half years. Gradually, though, I focused on the technology for the detection of diseases using exclusively new methods for diagnostics. Around that time I was a post Doc at Cornell University where I met Prof. G. Malliaras who informed me about the Organic Electronics technology he was developing. It seemed to me a really great idea to apply the Organic Electronics technology in new methods for disease diagnosis. At that time we published with Prof. Malliaras one or two papers using his technology for detection of glucose.

2. Was it then that you started using Organic Electronics technology for biological applications?

Exactly, it was around 2007. At that time I was at Cornell University working on a post Doc project about two new commercially available technologies for diagnostics. Through that project I was able to see what was "coming down the pipeline" and to recognize where the problems were. The whole process made me even more convinced that the Organic Electronics technology was a really good way to solve some of the problematic issues in diagnostics. More specifically, the Organic Electronics technology is a low cost production technology, flexible and much more compatible with biological systems. Moreover, the chemical part of the procedure can be tuned. At that point Prof. Malliaras and I got married, so, we decided to move to France and work together on the Organic Bioelectronics sector. The Microelectronics Center of Provence (CMP) recruited Prof. Malliaras and I went too, as "part of the package" initially, but shortly after I got a permanent position based on my own research.

3. By the time you went to CMP there was no Department of Bioelectronics, right?

That is right. CMP had approached Prof. Malliaras two years before we went there. They asked him to create and lead a new department on a subject relative to "in vivo Electronics". He suggested the "Bioelectronics" subject and insisted on bringing a biologist as part of the team, as he considered it very important that both scientific fields were actively engaged in the department. CMP provided us with all the necessary equipment for the Biology and the Electrical characterization lab and we stipulated they should be built side by side. The Clean Room existed

already and that complemented a lot in the device fabrication. Since then the lab has grown very fast, there have been a lot of research projects and a plethora of publications.

4. You mentioned you wanted to combine the Biology and the Organic Electronics sector in order to solve some challenging issues. What kind of issues do you mean?

In a lot of cases the technologies existing for diagnostics are very old. For instance, the technology for the detection of bacteria is simply growing bacteria in a plate and is a hundred years old. However, it is really cheap and very hard to beat.

Often new technologies are developed but they do not suit the application. In order to be convinced as a doctor or analyst to use a new technology for diagnosis there has to be advantages. For example, the new technology should be much cheaper or faster or more compatible or more sensitive or should give the potentiality to measure many factors simultaneously.

We know that Organic Electronics can be produced at low cost, in large scale and that in certain key biological applications they provide much better sensitivity and specificity. For instance, there is the case of measuring components of sweat. Sweat comes off the skin, so, we need something flexible which fits on the skin. Traditional electronic materials are not flexible, so they cannot be worn. We want something that can be thrown away afterwards, which does not have to be cleaned and reused. The transfer from one person to another is something we want to avoid. So, in this case the organic electronic materials just work better.

Prof. Malliaras' group showed after the implantation of these materials that they were not toxic and that they detect signals ten times better than the current state of the art technologies. Another challenge we had recently faced was the cells growing in three dimensions, like in a cyst. We were able to show that

we can measure toxic effects on this kind of cells in a way that is cheaper, faster and more sensitive than any of the technologies on the market. This is feasible for us because we can design the organic devices; we are literally flexible in our design concepts.

5. What about your collaboration with LTFN? When did it start?

I first came to the ISFOE08 Conference in Chalkidiki. That was the first time I met Professor S. Logothetidis, who encouraged me to come again. Shortly after that I met Dr. V. Karagkiozaki. I felt we had a lot in common because she is a medical doctor, thus also a biologist, who works with physicists and material scientists. Little by little we started exchanging ideas about common research projects. Since my arrival in AUTH, in the framework of the ROleMak project, our interaction became more substantial. For instance, a PhD student of mine works with a student of Dr. Karagkiozaki testing specific nanoparticles developed in LTFN on some of the systems developed in BEL in order to examine if certain devices can be used for the detection of inflammation. Moreover, when they came up with a problem in LTFN I suggested they tried a method we use at BEL. This whole interaction has led to an efficient exchange of students and to a plethora of experiments that lead soon enough to a publication, which I regard a very important result.

6. What is the subject of this upcoming publication exactly?

In LTFN they have developed nanoparticles loaded with a drug and have showed that the drug delivery via the nanoparticles increases the drug's bioavailability. They were interested in testing this method with a type of cells we use at BEL, the so called barrier tissue cells, which are very important to the protection

of our body. So, we decided to develop a model of inflammation. We added a compound to the cells and caused them to look like they were undergoing an immune response in order to examine what would happen when we delivered these nanoparticles. Would the cells be able to recover or become healthier? The tests proceed well and soon we are going to publish a paper. This is a nice example of how an interaction of two laboratories can benefit both parties.

7. You are in AUTH as a scientific visitor since February in the framework of RoleMak project. What are your goals for this stay?

This visit gives me the chance to interface with the LTFN students and provide them with some know how that I have and vice versa. For example, we have developed protocols in BEL that are useful for LTFN, too, so, I transfer some of these protocols here. I myself have been interested in learning more about electronic methods, such as impedance and sensing and that is one thing I have been trying to learn from the people of the LTFN lab. I have also carried out some experiments in LTFN. It is a nice opportunity to be able to discuss matters face to face, as this kind of communication is a lot richer.

I will be in AUTH until the end of August. I was given a dispensation for six months to leave CMP and come and work here but I have to return in September, for my courses and the students I supervise.

8. Why have you been interested in learning about impedance in LTFN?

We can understand a lot about the cells when we know about their impedance. Many of the ways that are currently available for testing cell health or toxicology in vitro include electronic impedance scanning.

This method is not an optical method, which means there is no need for adding any kind of chromophore or fluorophore. Electronic impedance scanning is an electronic method, thus we can use it on organic electronic devices. Actually, we have done so and proven that it works effectively having many advantages.

9. When did you start participating actively in the Conferences of NANOTECHNOLOGY? In what field have you been mostly taking part?

I firstly contributed in 2012 to the Summer School. Since then I am involved every year in the Nanomedicine part of the summer school and the Organic Bioelectronics workshop.

The research I do is not strictly speaking “nano”, but anything in the cellular scale is nano to micro. I think Nanomedicine has become kind of a generic term by people who work on devices of a certain scale; even microscale devices sometimes fall underneath the nanoscale banner. So, it is a bit of a misnomer to say “I am doing Nanomedicine”.

10. As things progress everybody will work on nanoscale.

Exactly, everything gets smaller and smaller.

11. How would you assess the progress of the NANOTECHNOLOGY organization (NN, ISFOE Conferences and Summer Schools)?

In my first year, there were excellent speakers giving excellent talks on excellent subjects, but the subjects seemed a bit disjointed with each other. The overall things tying them together did not seem as coherent. Now, the themes are really well defined and have progressed very much in coherence. The whole organization has evolved; the themes matured, both

from the side of the organizers and from the side of the participants. I am interested mostly in the subject on the interface of Materials Science and Biology.

What is more, the Conferences grew considerably in size; a lot more people submit abstracts. This year there are coming 4-5 PhD students from BEL. More specifically, from my group there is X. Strakosas coming, whom I met through LTFN and hired as a PhD student in 2012; another advantage of this collaboration, and M. Bongo another PhD student who is working on the nanoparticle collaborative project.

Of course the location makes a great difference to people, too. The first year I went to ISFOE, it was held in Chalkidiki and the place was great, but getting there is hard. Thessaloniki is a fantastic city for such an event. Living here for the last six months I have really grown to love the city. The social side of NANOTECHNOLOGY is always excellent and Porto Palace hotel is great, too.

12. What are the goals for your future research? Is it better diagnostic methods?

Yes it is. Recently, I had to think a lot about specifying my future goals as I am preparing to apply for a Professor position at CMP. I needed to think about my past and which direction I am heading to. Originally, I had two focuses; one was the in vitro diagnostics with cells and the other was metabolite detection. I eventually decided that the general theme of my re-

search will be in vitro diagnostics and any kind of biosensors we develop will regard the cellular component. In other words, we will not just measure glucose in a blood sample; we will measure glucose coming from cells grown in vitro. Also, I aim to develop with my group some sort of platforms where we will have the capability to measure resistance of cells, biomarker production and cell consumption. The idea is really comprehensive and we have a number of different research projects based on it. One direction I really want to go to is what they call "body on a chip". We quite often try to mimic an organ, but now we want to think about complete systems. The goal is to engineer a device where there are several compartments, for example, one that is considered the liver, another which is the kidney e.t.c. Then we could add a compound and see what happens. For instance, it could interact with liver cells; they might produce some kind of a compound that then would have an effect on a kidney e.t.c. The pioneers of this idea come from Cornell, but the systems they have been working on are very simplified. Summing up, that is sort of the direction I would like my research to have in the future.

Φοίβη Λογοθετίδη
Απόφοιτη Φαρμακευτικής Σχολής ΑΠΘ

Υπεύθυνος έκδοσης: Καθ. Σ. Λογοθετίδης – Διευθυντής του ΔΠΜΣ N&N
Τηλ.: +30 2310 998174, e-mail: logot@auth.gr

Τα τεύχη του Newsletter του ΔΠΜΣ N&N βρίσκονται σε ψηφιακή μορφή στην ιστοσελίδα <http://mn.physics.auth.gr>