

## ΣΥΝΘΕΣΗ ΥΒΡΙΔΙΚΩΝ ΝΑΝΟΣΦΑΙΡΙΔΙΩΝ, ΚΑΙ ΠΗΚΤΩΜΑΤΩΝ ΠΥΡΙΤΙΑΣ ΩΣ ΦΟΡΕΩΝ ΔΡΑΣΤΙΚΩΝ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ

**Μ. Παπαγεωργίου<sup>1,2</sup>, Μ. Δουλούδη<sup>1</sup>, Α. Τσετσέκου<sup>2</sup>, Ι. Κίτσου<sup>2</sup>, Μ. Βαρδαβούλιας<sup>3</sup>, Μ. Αρκάς<sup>1,\*</sup>**

<sup>1</sup>Ινστιτούτο Νανοεπιστήμης & Νανοτεχνολογίας Εθνικό Κέντρο Έρευνας Φυσικών Επιστημών «Δημόκριτος», Αθήνα, Ελλάδα

<sup>2</sup>Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων Μεταλλουργών, ΕΜΠ, Αθήνα, Ελλάδα

<sup>3</sup>Πυρογενεσις ΑΒΕΕ

(\*[m.arkas@inn.demokritos.gr](mailto:m.arkas@inn.demokritos.gr))

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Νέα λειτουργικά υλικά: υβριδικά νανοσφαιρίδια καθώς επίσης υδρογέλες και ξηρά πηκτώματα παράγονται από ορθοπυριτικό οξύ και υπερδιακλαδισμένη πολυαιθυλενιμίνη με τη φύση του υλικού να εξαρτάται από την αναλογία των δύο αυτών συστατικών. Το δενδριτικό πολυμερές διαθέτει κοιλότητες στις οποίες μπορούν να ενθυλακωθούν φαρμακευτικές ουσίες και η αποδέσμευση τους στο κατάλληλο περιβάλλον να είναι ελεγχόμενη και/ή παρατεταμένη. Παράλληλα είτε δρα ως μήτρα για βιομιμητική παρασκευή εξωτερικού κελύφους πυριτίας είτε εναλλακτικά εντάσσεται στο δίκτυο δεσμών υδρογόνου του ορθοπυριτικού οξέος όταν το τελευταίο βρίσκεται σε υψηλότερη αναλογία.

Ως δραστικές ουσίες επιλέχτηκαν το α-λινολενικό οξύ για τις ιδιότητες αναστολής του σχηματισμού βιοϋμενίων και το αντιβιοτικό γενταμικίνη. Μπορούν να προστεθούν εξ αρχής στο διάλυμα της υπερδιακλαδισμένης πολυαιθυλενιμίνης· η αλληλεπίδραση τους τότε με τον πολυμερικό φορέα διαπιστώνεται με φασματοσκοπία ορατού-υπεριώδους, υπερύθρου (FT-IR) και δυναμική σκέδαση φωτός (DLS). Εναλλακτικά μπορούν να προσκολληθούν στην επιφάνεια των νανοσφαιριδίων και να χαρακτηριστούν με ηλεκτρονική μικροσκοπία διέλευσης (TEM) και φασματοσκοπία ενεργειακής διασποράς (EDS). Στην περίπτωση των υδρογελών η εκ των υστέρων προσθήκη της δραστικής μπορεί να γίνει με προσρόφηση από υπερκείμενη στοιβάδα υδατικού τους διαλύματος ενώ στην εκδοχή των ξηρών πηκτωμάτων γίνεται διαβροχή των λεπτά διαμερισμένων κόνεων με κατάλληλη ποσότητα υδατικών διαλυμάτων των φαρμακευτικών ουσιών που οδηγεί σε διόγκωση λόγω προσρόφησης και επαναξήρανση. Προαιρετικά μπορούν σε αμφότερες τις υλοποιήσεις να προστεθούν ιόντα αργύρου τα οποία ανάγονται βιομιμητικά από τις αμινομάδες του πολυμερούς σε νανοσωματίδια και προσδίδουν και αντιβακτηριδιακές ιδιότητες.

Η σύνθεση των τελικών υλικών γίνεται σε pH ελεγχόμενο με φωσφορικά, Hepes ή Trizma. Ο χαρακτηρισμός τους πέρα των προαναφερθεισών τεχνικών γίνεται με θερμοσταθμική ανάλυση. Ο ρυθμός αποδέσμευσης της γενταμικίνης και του λινολενικού οξέος παρακολουθείται με τη χρήση καταλλήλων χρωστικών δεικτών και φασματοσκοπία ορατού. Το πορώδες των πυριτικών αυτών υβριδικών υλικών μετρείται με ποροσιμετρία αζώτου και ο σχηματισμός νανοσωματιδίων αργύρου με περίθλαση ακτίνων Χ. Η αντιβακτηριδιακή δράση των νανοσυνθέτων επιβεβαιώθηκε μέσω βακτηριακών καλλιιεργειών. Παράλληλα αξιολογήθηκε και η δυνατότητα τους να παρεμποδίζουν το σχηματισμό βιοϋμενίων ενώ ελέγχθηκε και η τοξικότητα τους μέσω αντίστοιχων κυταροκαλλιιεργειών. Τα νανοϋλικά με τις συγκεκριμένες φαρμακευτικές δραστικές βρίσκουν εφαρμογές ως επιστρώσεις σε μεταλλικά εμφυτεύματα, κυρίως τιτανίου και χάλυβα για την αποκατάσταση κατεστραμμένων οστών.

### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Arkas M, Kithreoti G, Boukos N, Kitsou I, Petrakli F, Panagiotaki K. (2018). Nano-Struct. Nano-Objects, 14: 138-148.
- [2] Arkas M, Tsiourvas D. (2009). J Hazard. Mater. 170: 35-42.