**ΜΕΛΕΤΗ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΡΕΟΛΟΓΙΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΚΤΥΠΩΤΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΥΔΡΟΓΕΛΗΣ ΖΕΛΑΤΙΝΗΣ-ΑΛΑΤΟΣ ΑΛΓΙΝΙΚΟΥ ΚΑΙ ΣΤΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ ΤΟΥ ΙΚΡΙΩΜΑΤΟΣ**

**Χ. Καλιαμπάκου1, Κ. Ζαφείρης1, Δ. Σεμιτέκολος1, Κ. Χαριτίδης1**

1 Εργαστήριο Προηγμένων και Συνθέτων Υλικών, Νανοϋλικών, Νανοδιεργασιών και Νανοτεχνολογίας, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνειο, Ηρώων Πολυτεχνείου 9, Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου, 15780 Αθήνα, Ελλάδα

*\* Correspondence:* charitidis@chemeng.ntua.gr

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Μέσω της διαδοχικής εναπόθεσης βιοϋλικών, η Τριδιάστατη Εκτύπωση (3D Printing) έχει αναδειχθεί ως μια πολλά υποσχόμενη προσέγγιση για βιοϊατρικές εφαρμογές. Συγκεκριμένα, η τεχνική της Τριδιάστατης Βιοεκτύπωσης (3D Bioprinting) βασίζεται στη χρήση βιομελάνης για τη δημιουργία ακέραιων 3D δομών οι οποίες υπό τις απαραίτητες προϋποθέσεις μπορούν να αποτελέσουν ικριώματα για την ανάπτυξη των κυττάρων του ιστού στόχου. Οι υδρογέλες είναι από τα πιο διαδεδομένα βιοϋλικά για εφαρμογές Ιστικής Μηχανικής. Χάρη στη ρεολογική τους συμπεριφορά χρησιμοποιούνται ευρέως στην 3D Βιοεκτύπωση που βασίζεται στη μέθοδο της εξώθησης (Extrusion-based Bioprinting). Καθοριστικής σημασίας σε αυτή την προσέγγιση είναι η δομική ακεραιότητα και η λειτουργικότητα του τελικού ικριώματος, με αποτελέσμα η επιλογή ενός υλικού με κατάλληλα ρεολογικά χαρακτηριστικά, υψηλή ακρίβεια εκτύπωσης και απαιτούμενες μηχανικές ιδιότητες μετά το πέρας της εκτύπωσης, να αποτελεί κρίσιμο παράγοντα. Σημαντική ιδιότητα που επιδρά τόσο στην εκτυπωτική συμπεριφορά της μελάνης όσο και στη μηχανική αντοχή του ικριώματος αποτελεί η ρεολογική συμπεριφορά του υλικού. Το μείγμα δύο φυσικών βιοπολυμερών, ζελατίνης και άλατος αλγινικού αποτελεί μία υβριδική υδρογέλη που συχνά επιλέγεται για βιοϊατρικές εφαρμογές, λόγω βιοσυμβατότητας. Μέχρι στιγμής, έμφαση έχει δοθεί στη σύνδεση του ιξώδους του υλικού κατά τη θερμοκρασία εκτύπωσης με την ακρίβεια εκτύπωσης ενώ παράλληλα έχει μελετηθεί το μέτρο ελαστικότητας του υλικού σε σχέση με την ποιότητα εξώθησης[1-4]. Στην παρούσα εργασία μελετάται η σχέση δύο βασικών ρεολογικών παραμέτρων (viscosity recovery, tanδ) που χαρακτηρίζουν τη συμπεριφορά του υλικού μετά την άσκηση σε αυτό διατμητικής τάσης κατά την εξώθησή του από το ακροφύσιο. Στη συνέχεια εξετάζεται η επίδραση των παραμέτρων αυτών στην εκτυπωτική συμπεριφορά του υλικού και στη μηχανική αντοχή του ικριώματος. Για το σκοπό, αυτό ζελατίνη και άλας αλγινικού αναμείχθηκαν σε διαφορετικές αναλογιές και χαρακτηρίστηκαν ως προς τις ρεολογικές τους ιδιότητες. Ακολούθησε αξιολόγηση της ακρίβειας εκτύπωσης και βάσει των αποτελεσμάτων, για συγκεκριμένο ρυθμό διάτμησης (dγ/dt) υπολογίστηκε το ποσοστό ανάκτησης του ιξώδους του υλικού. Τέλος, ακολούθησαν δοκιμές θλίψης για την αξιολόγηση της μηχανικής αντοχής. Το πέρας της εκτύπωσης σε ορισμένα δέιγματα ακολούθησε η προσθήκη διασυνδέτη για τη μελέτη της επίδρασης της ιοντικής σταυροσύνδεσης των πολυμερικών αλυσίδων στη μηχανική αντοχή του ικριώματος.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Τριδιάστατη εκτύπωση, Ρεολογία, Εκτυπωτική συμπεριφορά, Υδρογέλη, Ικριώματα

**ΑΝΑΦΟΡΕΣ**

[1] Jia, J., Richards, D. J., Pollard, S., Tan, Y., Rodriguez, J., Visconti, R. P., Trusk, T. C., Yost, M. J., Yao, H., Markwald, R. R., Mei, Y. (2014).Engineering Alginate as Bioink for Bioprinting. Acta Biomater. 10: 4323−4331

[2] Giuseppe, M. D., Law, N., Webb, B., A. Macrae, R., Liew, L. J., Sercombe, T. B., Dilley, R. J., & Doyle, B. J. (2018). Mechanical behaviour of alginate-gelatin hydrogels for 3D bioprinting. Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials, 79, 150–157. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2017.12.018>

[3] Gao T., Gillispie G.J., Copus J.S., Pr A.K., Seol Y.J., Atala A., Yoo J.J., Lee S.J. (2018). Optimization of gelatin-alginate composite bioink printability using rheological parameters: a systematic approach. Biofabrication. 10(3):034106. doi: 10.1088/1758-5090/aacdc7. PMID: 29923501; PMCID: PMC6040670.

[4] LI, H., Liu S., Li L.(2016). Rheological study on 3D printability of alginate hydrogel and effect of graphene oxide. International Journal of Bioprinting, [S.l.].(2): 54-66. ISSN 2424-8002. Available at: <<https://ijb.whioce.com/index.php/int-j-bioprinting/article/view/80>>. Date accessed: 17 dec. 2021. doi:<http://dx.doi.org/10.18063/IJB.2016.02.007>.