

## **Παραγωγή ανανεώσιμου ντίζελ μέσω υδρογονο-αποξυγόνωσης φυτικών ελαίων παρουσία καταλυτών Ni/Al ενισχυμένων με La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**

**Κ.Ν. Παπαγερίδης<sup>1,2</sup>, Ν.Α. Χαρισίου<sup>1</sup>, Δ.Γ. Αβραάμ<sup>1,3</sup>, Κ. Μπουρίκας<sup>2</sup> και Μ.Α. Γούλα<sup>1\*</sup>**

<sup>1</sup>Εργαστήριο Εναλλακτικών Καυσίμων & Περιβαλλοντικής Κατάλυσης, Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος & Μηχανικών Αντιρρύπανσης, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Δυτικής Μακεδονίας (ΤΕΙΔΜ), Κοζάνη.

<sup>2</sup>Σχολή Θετικών Επιστημών & Τεχνολογίας, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο (ΕΑΠ), Πάτρα.

<sup>3</sup>Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας, Περιφερειακή Ενότητα Ημαθίας, Τμήμα Περιβάλλοντος και Υδροοικονομίας, Βέροια.

Η μεγάλη ζήτηση ορυκτών καυσίμων έχει οδηγήσει σε ενεργειακή κρίση καθώς τα ενεργειακά αποθέματα ολοένα και μειώνονται, ενώ η υπερβολική χρήση τους αποτελεί την κύρια αιτία αύξησης των εκπομπών του CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα, η οποία είναι υπεύθυνη για το φαινόμενο του θερμοκηπίου και την υπερθέρμανση του πλανήτη. Ως εκ τούτου η ανάπτυξη εναλλακτικών καυσίμων, όπως τα βιοκαύσιμα που προέρχονται από ανανεώσιμη πρώτη ύλη – βιομάζα – κρίνεται επιτακτική [1].

Η αποτελούμενη από τριγλυκερίδια βιομάζα, όπως τα φυτικά έλαια και τα ζωικά λίπη, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή βιοντίζελ και ανανεώσιμου ντίζελ (green diesel). Η παραγωγή του βιοντίζελ, που αποτελείται από μεθυλεστέρες λιπαρών οξέων (FAMEs), μέσω της μετεστεροποίησης φυτικών ελαίων ή ζωικών λιπών προσφέρει μία οδό για την παραγωγή ανανεώσιμων υγρών καυσίμων. Όμως, η υψηλή περιεκτικότητα σε οξυγόνο των FAMEs προκαλεί αρκετά μειονεκτήματα όπως η ανεπαρκής σταθερότητα αποθήκευσης, οι κακές ιδιότητες ψυχρής ροής και η παραγωγή γλυκερόλης ως παραπροϊόν. Ως εκ τούτου, το ενδιαφέρον στρέφεται στην υδρογονο-αποξυγόνωση τριγλυκεριδίων και λιπαρών οξέων για παραγωγή ανανεώσιμου ντίζελ [2].

Η υδρογονο-αποξυγόνωση (HDO) και η εκλεκτική αποξυγόνωση (SDO) αποτελούν δύο διεργασίες που έχουν αναπτυχθεί για την απομάκρυνση του οξυγόνου από λίπη και έλαια με την μορφή H<sub>2</sub>O και CO<sub>2</sub>/CO, αντίστοιχα. Η παραγωγή ανανεώσιμου ντίζελ μέσω της αντίδρασης της υδρογονο-αποξυγόνωσης έχει δοκιμαστεί σε διάφορα καταλυτικά συστήματα, με εκείνα του Ni να είναι αυτά που συγκεντρώνουν το μεγαλύτερο ενδιαφέρον λόγω υψηλών τιμών μετατροπής, εκλεκτικότητας και χαμηλού κόστους [1].

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η καταλυτική συμπεριφορά τροποποιημένων και μη καταλυτών νικελίου (8% κ.β.) στηριζόμενων σε υπόστρωμα αλουμίνιας (Ni/γ-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> και Ni/4% La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), στην διεργασία της υδρογονο-αποξυγόνωσης του φοινικέλαιου (palm oil), χρησιμοποιώντας τη μέθοδο του υγρού εμποτισμού. Συγκεκριμένα, μελετήθηκε η επίδραση της θερμοκρασίας, της πίεσης και της ταχύτητας χώρου (LHSV) στη συνολική μετατροπή του λαδιού, στην απόδοση και την εκλεκτικότητα ως προς C<sub>15</sub>-C<sub>18</sub> υδρογονάνθρακες, στη συνεισφορά των αντιδράσεων HDO και DeCO/DeCO<sub>2</sub> και στην απόδοση ως προς αέρια προϊόντα (CO, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>). Επίσης, τα καταλυτικά υλικά, στην πυρωμένη και/ή ανηγμένη μορφή τους, χαρακτηρίστηκαν με διάφορες τεχνικές όπως BET, ICP, XRD, TPR, CO<sub>2</sub>-TPD, NH<sub>3</sub>-TPD, XPS και TEM. Τέλος, μελετήθηκε ο χρόνος ζωής των καταλυτικών υλικών πραγματοποιώντας πειράματα σταθερότητας.

Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι η αντίδραση που λαμβάνει χώρα ως επί το πλείστον είναι αυτή της DeCO/DeCO<sub>2</sub> με τιμές 70-80%, σε συμφωνία με την βιβλιογραφία [3]. Συμπερασματικά, οι καταλύτες Ni/Al και Ni/LaAl σε θερμοκρασίες 350-400 °C και πίεση 30 bar παρουσίασαν πλήρη μετατροπή του λαδιού σε C<sub>15</sub>-C<sub>18</sub> με τιμές 75-85% αντίστοιχα, ενώ συγκεκριμένα ο καταλύτης Ni/LaAl παρουσίασε υψηλή καταλυτική δραστηριότητα σε χαμηλές θερμοκρασίες και πιέσεις σε αντίθεση με τον καταλύτη Ni/Al. Τέλος, τα πειράματα σταθερότητας έδειξαν ότι οι καταλύτες παρουσιάζουν μεγάλο χρόνο ζωής, καθώς οι τιμές παραγωγής σε C<sub>15</sub>-C<sub>18</sub> παραμένουν ανεπηρέαστες.

### **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

1. Kordulis C., Bourikas K., Gousi M., Kordouli E., Lycourghiotis A., *Appl Catal B-Environ* 181 (2016) 156-196.
2. Ameen M., Azizan M.T., Yusup S., Ramli A., Yasir M., *Renew Sust Energ Rev* 80 (2017) 1072-1088.
3. Srifa A., Faungnawakij K., Itthibenchapong V., Assabumrungrat S., *Chem Eng J* 278 (2015) 249-258.