

W niniejszej rozprawie doktorskiej pt. „*Badania wpływu parametrów technologicznych pirolizy oraz właściwości substratu na uwalnianie lotnych związków organicznych z biowęgla*” autorstwa Ewy Syguły przedstawiono analizę wpływu parametrów technologicznych pirolizy biomasy lignocelulozowej na uwalnianie lotnych związków organicznych (LZO) z biowęgla. Dotychczasowe badania naukowców skupiały się na pozytywnych skutkach biowęgla, pomijając kwestie oddziaływania na środowisko tego materiału. W ostatnim czasie pojawiły się doniesienia dotyczące negatywnych skutków dotyczących biowęgla, który może zawierać potencjalnie niebezpieczne i toksyczne substancje. Uwalnianie lotnych związków organicznych podczas produkcji biowęgla naraża pracowników, obsługę linii produkcyjnej na wdychanie tych substancji oraz na ich uwalnianie do środowiska. Istnieją ograniczone informacje na temat wpływu różnych warunków procesu pirolizy oraz właściwości substratu na uwalnianie LZO z biowęgla.

Przedmiotem badań były chemicznie wytworzone mieszanki składające się z różnej zawartości składników strukturalnych (lignina, celuloza oraz hemiceluloza). Wybór takiego substratu pozwolił na analizę szerokiego zakresu biomasy pod względem wpływu parametrów technologicznych toryfikacji/pirolizy na uwalnianie lotnych związków organicznych. W celu weryfikacji danych wykonano walidację przy użyciu biomasy rzeczywistej (jabłoń, sosna oraz słoma konopna). Celem pracy była ocena wpływu składników strukturalnych biomasy celulozy (C), hemicelulozy (H) i ligniny (L) oraz warunków termicznych procesu pirolizy na występowanie uwalniania LZO. Uwalniane substancje zostały poddane ocenie jakościowej, która pozwoliła na określenie potencjalnego zagrożenia. Na podstawie rozporządzenia unijnego (Dz. Urz. L 353/1 WE NR 1272/2008) dotyczącego klasyfikacji i oznakowania substancji określono występowanie niebezpiecznych LZO w biowęglach. Klasyfikacja ta określa zagrożenie związane z kontaktem z daną substancją lotną. Biowęgla, dla których określano uwalnianie lotnych związków organicznych, zostały przeanalizowane za pomocą funkcji regresji nieliniowej na podstawie równania wielomianowego (przy przyjętym poziomie istotności $p < 0.05$) dla parametrów określających właściwości fizykochemiczne zależne od temperatury procesu pirolizy oraz bezpopiołowej masy molowej. Wyniki analizy przedstawiono w postaci równań opisujących daną zależność oraz współczynnik determinacji (R^2) opisujący dopasowanie modelu do danych empirycznych. Wobec tego równania zastosowano regresję krokową wsteczną, aby wyeliminować parametry nieistotne. Dodatkowo wykonano bilans uwalniania LZO netto z biowęgla, dla każdej próbki badawczej w celu obserwacji uwalniania LZO. Dzięki takiemu podejściu określono bezpośredni wpływ procesu toryfikacji/pirolizy na uwalnianie LZO z biowęgla. Wykonano również bilans uwalniania niebezpiecznych LZO netto w celu obserwacji występowania niebezpiecznych substancji.

Badania potwierdziły, że biowęgiel może stanowić zagrożenie dla obsługi oraz być źródłem niebezpiecznych dla środowiska LZO, co wymaga prowadzenia procesu przy optymalnych warunkach. Generalna tendencja wskazuje na zmniejszanie się uwalniania LZO z biowęgla wraz ze wzrostem temperatury procesu, co jest kluczowe dla minimalizacji negatywnych efektów środowiskowych.

Biowęgle z ligniny były źródłem najmniejszej liczby LZO w porównaniu z próbką bazową, co wskazuje na jej mniejszą zdolność do uwalniania niebezpiecznych substancji. Hemiceluloza nie wykazała ujemnego uwalniania netto dla wszystkich biowęgla w zakresie temperatur, co oznacza, że uwalnia więcej LZO niż nieprzetworzony substrat.

Przeprowadzone badania mogą stanowić fundament dla przyszłych prac nad optymalizacją produkcji biowęgla i minimalizacją uwalniania LZO. Kluczowe jest zrozumienie wpływu parametrów procesu oraz składu chemicznego biomasy na uwalnianie LZO, co jest niezbędne dla rozwoju bezpiecznych technologii produkcji biowęgla. Dalsze badania mogą zwiększyć zastosowanie biowęgla w różnych sektorach gospodarki, minimalizując jego negatywny wpływ na zdrowie ludzi i środowisko.

Rekomendowana jest dalsza optymalizacja warunków pirolizy, a kontrola procesu za pomocą bezpopiołowej masy molowej może być skutecznym parametrem w określaniu lotności biomasy. Badania nad bilansem uwalniania i sorpcji LZO w różnych typach biowęgla mogą dostarczyć cennych informacji o optymalizacji produkcji i minimalizacji uwalniania LZO. Poznanie mechanizmu pobierania oraz uwalniania LZO jest kluczowe w poprawie bezpieczeństwa stosowania tego materiału przez ludzi i w środowisku.

Zaleca się również badania nad wpływem uwalniania LZO na zdrowie ludzi i środowisko, szczególnie w kontekście długotrwałego narażenia. Kontynuacja badań nad zastosowaniem biowęgla jako dodatku do gleb oraz jego wpływem na zdrowie roślin i mikroorganizmów glebowych jest konieczna. Współpraca z instytucjami regulacyjnymi w celu opracowania standardów dotyczących produkcji i uwalniania LZO z biowęgla jest również wskazana.