

STRESZCZENIE

Współczesne wyzwania związane z rosnącym globalnym zapotrzebowaniem na energię i koniecznością redukcji emisji szkodliwych substancji skłaniają do poszukiwania alternatywnych, odnawialnych źródeł paliw. Biomasa, w szczególności pochodząca z odpadów rolno-spożywczych, takich jak wyłoki z jabłek, łupiny orzecha włoskiego czy łuski słonecznika, stanowi obiecujący potencjał energetyczny. Wykorzystanie biomasy drzewnej, jak i z przemysłu rolno-spożywczego wpisuje się w szersze działania na rzecz bardziej zrównoważonego zarządzania odpadami i tworzenia czystszej środowiska. W Polsce, zgodnie z Krajowym Planem na rzecz Energii i Klimatu na lata 2021-2030, przewiduje się znaczący udział stałej biomasy w bilansie energetycznym kraju.

Proces spalania biomasy, choć postrzegany jako ekologiczne rozwiązanie w porównaniu do paliw kopalnych, generuje produkty uboczne, przede wszystkim popiół. Jego skład chemiczny ma kluczowe znaczenie dla oceny wpływu na środowisko poprzez składowanie (obciążenie dla środowiska, m.in. w wyniku wymywania zanieczyszczeń), wykorzystanie w rolnictwie, emisję zanieczyszczeń do atmosfery w procesie spalania. Skład popiołu jest bardzo zróżnicowany i może zawierać pierwiastki potencjalnie toksyczne (PPT), takie jak np. Pb, Cd, As, Cr, Cu, Ni, Se, Zn.

Niniejsza rozprawa doktorska przedstawia innowacyjne badania koncentrujące się na kompleksowej analizie popiołów powstających w wyniku spalania i współspalania biomasy z przemysłu rolno-spożywczego (wyłoki z jabłek, łupiny orzecha włoskiego, łuski słonecznika, pellet z wiśni -gałęzie i pestki w stosunku 1:1) z węglem kamiennym w temperaturach $400\pm 15^{\circ}\text{C}$ i $850\pm 15^{\circ}\text{C}$. W pracy analizowano popioły ze spalania/współspalania biomasy rolno-spożywczej z węglem kamiennym pod kątem zawartości PPT, REE (pierwiastki ziem rzadkich), uranu (U) i toru (Th) i składu mineralnego. W dobie globalnego wzrostu znaczenia surowców krytycznych, w tym REE, dla rozwoju nowoczesnych technologii, poszukiwanie nowych, zrównoważonych źródeł ich pozyskania zyskuje na priorytecie, zgodnie ze strategią Unii Europejskiej zakładającą pozyskiwanie surowców krytycznych z recyklingu i przetwarzania odpadów.

Badano biomasę drzewną surową (olcha i brzoza) i popioły z jej spalania w celu oznaczenia stężenia PPT i wpływu środowiska na jakość drewna (woj. małopolskie i Park Narodowy „Bory Tucholskie”). Wykonana analiza termogravimetryczna olchy i brzozy pozwoliła na określenie zmian ich masy w funkcji czasu przy założonym programie temperaturowym. Daje to możliwości wskazania drewna do jego potencjalnego wykorzystania. Wyciągi wodne tych

popiołów pozwoliły stwierdzić, że stężenia wymytych jonów siarczanowych i potasowych przekroczyły wartości dopuszczalne wprowadzanych zanieczyszczeń do wód i gleb.

Analizy chemiczne, mineralogiczne i termiczne przeprowadzono z zastosowaniem zaawansowanych technik analitycznych, takich jak ICP-OES/MS (technika sprzężona atomowej spektrometrii emisyjnej ze wzbudzaniem plazmowym i spektrometrii mas sprzężonej z plazmą wzbudzaną indukcyjnie), AAS (atomowa spektrometria absorpcyjna), XRD (dyfrakcja rentgenowska), SEM-EDS (skaningowa mikroskopia elektronowa), IC (chromatografia jonowa) i TG-DSC-FTIR (analiza termiczna). Pozwoliły one określić nie tylko stężenia PPT, REE, U i Th w surowej biomase i w popiołach z jej spalania, ale także zidentyfikować fazy mineralne i morfologię pojedynczych cząstek popiołów, określić wymywane składniki z eluatów wodnych popiołów i pokazać mechanizmy jakie zachodzą pod wpływem procesów cieplnych w drewnie.

Przeprowadzone badania dostarczają cennych danych dotyczących możliwości spalania biomasy rolno-spożywczej (np. w postaci pelletu) w indywidualnych paleniskach domowych, pozwalają na ocenę wpływu spalania biomasy rolno-spożywczej i drzewnej na środowisko, oraz otwierają perspektywy dla potencjalnego odzysku z popiołów REE.