

Streszczenie

Celem badawczym rozprawy doktorskiej było zdobycie nowej, podstawowej wiedzy z zakresu biologicznej produkcji tlenku węgla (CO) podczas kompostowania bioodpadów w zakresie: (i) określenia optymalnego poziomu napowietrzenia i warunków termicznych dla produkcji CO podczas kompostowania bioodpadów; (ii) izolacji i identyfikacji mikroorganizmów odpowiedzialnych za produkcję CO podczas kompostowania bioodpadów; (iii) określenia wskaźników emisji CO z pryzm kompostowych w skali technicznej. Ze względu na toksyczny charakter CO dodatkowym celem badań była ocena potencjalnego narażenia zawodowego pracowników kompostowni w związku z ekspozycją na podwyższone stężenie CO podczas kompostowania bioodpadów. W pracy dokonano przeglądu aktualnego stanu wiedzy w zakresie biologicznej produkcji CO, a także zaprojektowano i wykonano badania w skali laboratoryjnej i technicznej oraz przeprowadzono modelowanie matematyczne, umożliwiające przygotowanie koncepcji teoretycznej dotyczącej ukierunkowania procesu kompostowania bioodpadów na generację CO wraz z zaleceniami uwzględniającymi zapewnienie bezpieczeństwa takiego procesu w kontekście narażenia pracowników na ten gaz.

Badania potencjału produkcji CO podczas kompostowania bioodpadów w kontrolowanych warunkach laboratoryjnych w zależności od różnych poziomów napowietrzenia (2,7, 3,4, 4,8 i 7,8 L·h⁻¹) oraz warunków termicznych (T=35, 45, 55 i 65°C) wskazały, że temperatura i poziom napowietrzenia w procesie wpływają na stężenie CO, ale tylko przy niskich zakresach wartości (<45°C i <3,4 L·h⁻¹).

Analizy izolacji i identyfikacji mikroorganizmów potencjalnie odpowiedzialnych za produkcję CO z próbek kompostu pobranych z pryzmy w skali technicznej wskazały, że wszystkie izolaty były termofilnymi beztlenowymi bakteriami. Ich inkubacja w bioreaktorach w skali laboratoryjnej pozwoliła na zidentyfikowanie szczepów bakteryjnych wytwarzających CO w stężeniach przekraczających 1,000 ppm (*Bacillus paralicheniformis*), >800 ppm (*Bacillus licheniformis*) i zbliżonych do 600 ppm (*Geobacillus thermodenitrificans*).

Podczas badań prowadzonych w skali technicznej nad emisją CO z pryzm kompostowych zlokalizowanych w hermetycznej hali kompostowej oraz na otwartym zewnętrznym placu przed i po przerzuceniu materiału, przy wykorzystaniu metody zamkniętej komory badawczej *flux chamber*, dowiedziono, że emisja CO jest od 14 do 39 razy wyższa w zamkniętej hali. Dodatkowo wskaźniki emisji CO netto do atmosfery są od 1.7 do 13.7 razy wyższe

po przerzuceniu materiału. Przeprowadzone modelowanie stężenia CO w hali kompostowej dowiodło, że po 1 h poziom tego gazu może osiągnąć $\sim 50 \text{ mg CO}\cdot\text{m}^{-3}$ przed przerzuceniem materiału i $>115 \text{ mg CO}\cdot\text{m}^{-3}$ po, przekraczając dopuszczalne przez Światową Organizację Zdrowia (WHO) progi dla 1-godzinnej oraz 15-minutowej ekspozycji na CO, odpowiednio.

Z kolei modelowanie akumulacji stężenia CO w bioreaktorze statycznym podczas kompostowania bioodpadów dowiodło, że w każdym z analizowanych wariantów stosunku objętości headspace bioreaktora do objętości odpadów (H:W równe 4:1, 3:1, 2:1, 1:1, 1:2, 1:3, 1:4), poziom CO przekraczał bezpieczną dla 15 minut pracy w kompostowni wartość 100 ppmv. Stężenie CO osiągnęło maksymalne wartości równe 36,1% dla wariantu bez wentylacji bioreaktora oraz 3,2% przy codziennym uwalnianiu nagromadzonego gazu (wentylacja bioreaktora). Modelowanie dowiodło, że przepływ powietrza niezbędny do utrzymania stężenia CO poniżej 100 ppmv powinien wynosić co najmniej $7,15 \text{ m}^3\cdot(\text{h}\cdot\text{Mg mokrej masy odpadów})^{-1}$, a prowadzenie procesu przy zachowaniu stosunku H:W $>4:1$ i wysokości przyzmy kompostowej $< 1 \text{ m}$ jest mniej podatne na akumulację CO.