

Zastosowanie naturalnych sorbentów w hodowli świń jako metoda ograniczenia emisji zanieczyszczeń gazowych

Streszczenie

W ostatnich latach dużą uwagę skupia się na emisji zanieczyszczeń z ferm hodowlanych, co wynika z prowadzonej polityki klimatycznej. Fermy trzody chlewnej, obok ferm drobiu postrzegane są jako instalacje znacznie obciążające środowisko dlatego do ich funkcjonowania wymagane jest opracowanie raportu oddziaływania inwestycji na środowisko, a następnie wdrożenia najlepszych bezpiecznych technik (BAT). W tym celu poszukuje się nowych technologii zmniejszających presję ferm na środowisko, bezpiecznych dla zwierząt i człowieka oraz ekonomicznie uzasadnionych. Podejmowane działania mają również nawiązywać do realizacji strategii „od pola do stołu”, postrzeganej jako przyjazna dla środowiska. Według ostatnich badań, obiecującym kierunkiem jest zastosowanie naturalnych dodatków w postaci sorbentów powstałych na bazie glinokrzemianów czy biowęgla. Są one relatywnie tanie, a ponadto biowęgiel wpisuje się w koncepcje ponownego przetwarzania surowców, czyli założenia gospodarki o obiegu zamkniętym (upcykling).

Celem prowadzonych badań była ocena możliwości stosowania mieszanin naturalnych sorbentów na bazie bentonitu, zeolitu, perlitu oraz biowęgla w hodowli trzody chlewnej jako dodatku do paszy ograniczającego emisję zanieczyszczeń gazowych z chlewni, wpływu na obciążenie środowiska oraz oddziaływania sorbentów na jakość mięsa i przydatności do przetwórstwa.

Wytypowane sorbenty przed ich zastosowaniem jako dodatki paszowe zostały poddane analizie w kierunku obecności kongenerów dioksyn, furanów, PCB oraz ich pochodnych. Przeprowadzone badania chromatograficzne (HRGC/HRMS) nie wykazały przekroczenia norm tych związków i potwierdziły bezpieczeństwo ich stosowania.

Wybrane sorbenty poddane zostały testom w laboratorium, w których wykazały właściwości sorpcyjne wobec NH_3 uwalnianego z próbek kału w analizowanych grupach A i B stosunku do grupy C. Analiza statystyczna wykazała różnice istotne statystycznie we wszystkich dniach analizy, oprócz dnia 15. przy $p \leq 0,05$.

Pierwszym cyklem doświadczenia fermowego była ocena wpływu sorbentów naturalnych jako suplementów w diecie świń na emisję NH_3 , CH_4 i CO_2 oraz zawartość biogenów w kale. Dodatkowo, analizowano parametry mikroklimatyczne i zapylenie powietrza. Badanie obejmowało zwierzęta doświadczalne (grupa A i B) otrzymujące paszę z 1,5% dodatkiem mieszaniny glinokrzemianów (bentonitu i zeolitu) oraz zwierzęta z grupy kontrolnej (C), która skarmiana była dietą standardową. Wykorzystanie powyższych sorbentów w żywieniu zwierząt grup doświadczalnych w warunkach fermowych przyczyniło się do zmniejszenia emisji zanieczyszczeń gazowych. Najniższe stężenia NH_3 uzyskano w grupie A (16,34 ppm), natomiast CH_4 w grupie B (62,38 ppm). Różnice te, w porównaniu z grupą C (NH_3 – 18,55 ppm, CH_4 – 88,32

ppm) były istotne statystycznie przy $p \leq 0,05$. Najwyższą redukcję CH_4 na poziomie blisko 30% uzyskano w grupie B; w grupie A redukcja ta wynosiła ponad 20%. Analiza biogenów w kale oraz pomiary parametrów mikroklimatycznych wykazały niewielkie różnice wartości pomiędzy grupami.

Drugi cykl doświadczenia opierał się na ocenie oddziaływania sorbentów naturalnych, w tym biowęgla, bentonitu i zeolitu, na skład chemiczny, teksturę i właściwości fizykochemiczne dwóch mięśni szkieletowych – *musculus longissimus lumborum* (MLL) i *musculus semimembranosus* (MSM). W tym celu utworzono pięć grup zwierząt, trzy doświadczalne – A i B otrzymujące 1,5% dodatku mieszanki bentonitu i zeolitu w diecie oraz D przyjmującą paszę z 0,5% dodatkiem biowęgla, a także dwie grupy kontrolne C1 i C2. Biowęgiel w diecie świń wykazał istotny wpływ na parametry barwy, siłę i energię cięcia oraz stabilność oksydacyjną mięśni szkieletowych. Dodatek bentonitu i zeolitu wpłynął istotnie ($p \leq 0,01$) na niższą zawartość barwników hemu w obu próbkach mięśni, przy istotnie większej ($p \leq 0,05$) jasności (L^*). Jednocześnie mięsień MLL wykazywał wyższą wartość TBARS i mniejszą DL.

Uzyskane wyniki wskazują, że wytypowane dodatki mogą być stosowane w żywieniu świń jako skuteczna metoda ograniczania negatywnego wpływu produkcji zwierzęcej na środowisko naturalne. Ponadto mogą być uznane jako bezpieczny składnik diety świń nawiązujący do aktualnej polityki klimatycznej.

Słowa kluczowe: zanieczyszczenia gazowe; trzoda chlewna; bentonit; zeolit; biowęgiel; mięso; przydatność technologiczna; dioksyny; furany; PCB

The use of natural sorbents in pig breeding as a method of reducing the emission of gaseous pollutants

Abstract

In recent years, much attention has been focused on the emission of pollutants from livestock farms, which results from the implemented climate policy. Pig farms, next to poultry farms, are perceived as installations significantly polluting the environment, therefore their operation requires the development of an environmental impact report and then, the implementation of the best available techniques (BAT). For this purpose, new technologies are sought to reduce the pressure of farms on the environment, while being safe for animals and humans as well as economically justified. The activities undertaken are also related to the implementation of the "farm to fork" strategy, perceived as environmentally friendly. According to recent studies, a promising direction is the use of natural additives in the form of sorbents based on aluminosilicates or biochar. They are relatively cheap, and biochar is a part of the concept of recycling raw materials, i.e. the assumptions of the circular economy (upcycling).

The study aimed to assess the possibility of using mixtures of natural sorbents based on bentonite, zeolite, perlite, and biochar in pig farming as a feed additive limiting the emission of gaseous pollutants from the pig farm, the impact on the environment, and the impact of sorbents on the quality of meat and suitability for processing.

Selected sorbents, before their use as feed additives, were analyzed for the presence of dioxins, furans, PCB congeners, and their derivatives. Chromatographic analysis (HRGC / HRMS) showed that the above mentioned did not exceed accepted limits and therefore, are safe to use.

During laboratory tests, sorbents exhibited sorption properties towards NH_3 released from stool samples in the analyzed groups A and B when compared to group C. Statistical analysis showed significant differences on all days of the analysis, except on day 15 at $p \leq 0.05$.

The first cycle of the farm experiment was the assessment of the effect of natural sorbents as supplements in pig diets on the emission of NH_3 , CH_4 , and CO_2 as well as the content of nutrients in the faeces. Additionally, the microclimatic parameters and air dustiness were analyzed. The study included experimental animals (groups A and B) receiving a feed with 1.5% addition of a mixture of aluminosilicates (bentonite and zeolite) and animals from the control group (C) fed with standard diet. The use of the above sorbents in animal nutrition of experimental groups in farm conditions reduced emissions of gaseous pollutants. The lowest concentrations of NH_3 were observed in group A (16.34 ppm), while CH_4 in group B (62.38 ppm). These differences, in comparison with group C (NH_3 - 18.55 ppm, CH_4 - 88.32 ppm), were statistically significant at $p \leq 0.05$. The highest reduction of CH_4 at the level of nearly 30% was noted for group B; in group A the reduction was over 20%. Both content of nutrients in the faeces and microclimatic parameters showed slight differences between the groups.

The second cycle of the experiment assessed the impact of natural sorbents, including biochar, bentonite, and zeolite, on the chemical composition, texture, and physicochemical properties of two skeletal

muscles – *musculus longissimus lumborum* (MLL) and *musculus semimembranosus* (MSM). For this purpose, five groups of animals were created: three experimental groups – A and B, receiving 1.5% addition of a mixture of bentonite and zeolite in the diet, and D, receiving the feed with 0.5% addition of biochar, as well as two control groups – C1 and C2. Biochar in pigs' diet showed a significant effect on the parameters of colour, shear force, and energy, as well as the oxidative stability of skeletal muscles. The addition of bentonite and zeolite had a significant ($p \leq 0.01$) effect on the lower content of haem pigments in both muscle samples, with a significantly higher ($p \leq 0.05$) lightness (L^*). At the same time, the MLL muscle had a higher oxidative stability value and a lower drip loss.

The obtained results indicate that the selected additives can be used in feeding of pigs and have a potential to become an effective method reducing the negative impact of animal production on the natural environment. Moreover, they can be considered as a safe component of pigs' diet in line with the current climate policy.

Keywords: gaseous pollutants; pig; bentonite; zeolite; biochar; meat; technological suitability; dioxins; furans; PCB