

Andrzej Myczko
Instytut Budownictwa, Melioracji i Elektryfikacji Rolnictwa
Oddział w Poznaniu

ZASTOSOWANIE NANOTECHNOLOGII W PRAKTYCE ROLNICZEJ

Streszczenie

Wszystkie funkcje tlenków katalitycznych z udziałem nanocząsteczek srebra (Ag) oraz fotokatalizatorów z nanocząsteczkami tytanu (TiO₂) mogą znaleźć zastosowanie do sanitacji i dezodoryzacji budynków inwentarskich oraz zmniejszenia emisji gazów, głównie amoniaku (o około 50%) i podtlenku azotu (od 68 - 75%). Wymaga to zmian konstrukcji wielu elementów budynku w celu zwiększenia powierzchni styku „zagrożeń” z powłokami katalitycznymi. Nieznane ciągle są interakcje pomiędzy preparatami zawierającymi nanocząsteczki, a zwierzętami, owadami i drobnoustrojami, które przebywają w budynkach dla zwierząt oraz ich wpływ na produkty pochodzenia zwierzęcego, zwłaszcza mleko.

Słowa kluczowe: nanotechnologia, powłoki katalityczne

Wprowadzenie

Nanotechnologia jest działem nauki o materiałach. Pod tym pojęciem kryje się zestaw technik i sposobów tworzenia rozmaitych struktur o rozmiarach nanometrycznych (od 10 do 1000 nanometra), czyli na poziomie pojedynczych cząsteczek. Nauka ta łączy wybrane obszary fizyki ciała stałego, chemii, materiałoznawstwa oraz biologii molekularnej [Cempel 1999].

Nanotechnologie uprawiają wszystkie organizmy żywe. Struktury wewnątrz komórek można porównać do mikromaszyn. Na poziomie pojedynczych cząsteczek jest kontrolowana struktura drewna, łądyg roślinnych, kości, skóry. Ludzie, również wykorzystują struktury nanometryczne. Można wśród nich wymienić:

- tworzywa sztuczne,
- sztuczne włókna,
- roztwory powłokowe o działaniu katalitycznym,
- nanorurki jako kierunkowe przewodniki prądu lub filtry wybiórcze,
- mikrosfery w których można umieszczać leki lub preparaty stymulujące,
- molekularne układy elektroniczne.
- mikromaszyny o elementach z kilku lub kilkuset cząsteczek.

Ze względu na istniejące w rolnictwie, a zwłaszcza w produkcji zwierzęcej, problemy z zanieczyszczeniem środowiska naturalnego, emisjami nieprzyjemnych odorów oraz emisjami gazów wpływających na globalne ocieplenie, najefektywniejsze obecnie wydaje się stosowanie roztworów powłokowych o działaniu katalitycznym. Wkomponowane w strukturę tych roztworów nanocząsteczki TiO_2 , Ag oraz SiO_2 ujawniają bowiem nieznanе dotychczas właściwości tych substancji [Renner 2001]. Powłoki katalityczne stymulują reakcje utleniania i redukcji na ich powierzchni i w bliskim otoczeniu. W budynkach inwentarskich utlenianie można wykorzystać do dezodoryzacji, a reakcje redukcji do ograniczania emisji amoniaku i tlenków azotu. Stosowanie preparatów wywołujących tzw. katalizę środowiskową, np. fotokatalizatorów na bazie TiO_2 pozwala w rolnictwie wykorzystać następujące ich funkcje:

- efekt hydrofilowy
- samooczyszczającą
- bakteriobójczą
- grzybobójczą
- dezodoryzującą
- neutralizującą lotne związki organiczne.

Zastosowanie tlenków katalitycznych z udziałem nanocząsteczek srebra (Ag) umożliwia uzyskanie efektu katalitycznego bez dostępu światła oraz wzmacnia funkcję bakteriobójczą i grzybobójczą. Możemy nawet w tym przypadku mówić o funkcji sterylizującej. Wszystkie wymienione powyżej funkcje mogą znaleźć zastosowanie w budownictwie inwentarskim. Ich skuteczne wdrożenie do praktyki rolniczej poprawi dobrostan zwierząt i warunki zoohigieniczne, ograniczy uciążliwość dla otoczenia oraz zmniejszy zagrożenia środowiskowe wywoływane emisjami gazowymi z fermentacji jelitowej i odchodów.

Mimo że działanie ekologicznych roztworów produkowanych z wykorzystaniem nanotechnologii jest już wykorzystywane w innych działach gospodarki, np. w przemyśle motoryzacyjnym i budownictwie mieszkaniowym, to w rolnictwie brak jakichkolwiek zastosowań. Ich upowszechnienie będzie wymagało zmodyfikowania elementów konstrukcyjnych przyziemia budynków, elementów ściennych, sufitowych oraz zbiorników nawozu, tak aby zoptymalizować efekt katalizy. Dodatkowym utrudnieniem będą nieznanе jeszcze interakcje pomiędzy nanocząsteczkami, a szeroko pojętym światem żywym (w tym mikrobiologicznym) budynku inwentarskiego oraz ich wpływ na produkty pochodzenia zwierzęcego (mleko, obornik). Również nie do końca można przewidywać sposób rozkładu związków azotowych. Bowiem tylko teoretycznie można założyć, że w wyniku rozkładu pozostanie woda, dwutlenek węgla i azotan wapnia. W IBMER O/Poznań przeprowadzono wstępne badania dotyczące wpływu stosowania powłok z nanastrukturalnych tlenków katalitycznych na ograniczenie emisji gazowych i zmniejszenie ilości drobnoustrojów na powierzchniach ścian.

Material i metody

Założono, że w obecności obornika zastosowanie na przegrodach ściennych powłok katalitycznych spowoduje istotne statystycznie zmniejszenie ilości drobno-ustrojów na jednostce powierzchni oraz zmaleje emisja NH_3 , N_2O , CH_4 i CO_2 . Celem pracy było przebadanie wpływu czterech roztworów katalitycznych. Dwóch z udziałem nanocząsteczek TiO_2 tworzących powłoki fotokatalityczne oraz dwóch z nanocząsteczkami Ag.

Do badań użyto preparatów firmy NANOPAC o symbolach:

Powłoki fotokatalityczne z TiO_2

- P&T – 100 do pokrywania szkła, ceramiki, poliwęglanów, plandek, lamp. Preparat ten wymaga stałego dostępu światła.
- P&T – 230 Ag do ścian malowanych i betonowych, tapet, tkanin, skór. Ten preparat zawiera również nanocząsteczki srebra, co umożliwia stosowanie w miejscach pozbawionych dostępu światła.

Tlenki katalityczne z Ag

- NPS – 100 do nanoszenia na wewnętrzne powierzchnie w budownictwie (ściany tynkowane i betonowe, wykładziny, tkaniny, tkaniny filtracyjne, artykuły sanitarne).
- NPS – 200 do nanoszenia na filtry powietrza i filtry wodne, zbiorniki, przewody wentylacyjne. Można go stosować w warunkach normalnego oświetlenia dowolnym rodzajem światła, jak również w ciemności.

Próbkę, każdego z badanych materiałów nanoszono na 4 płytki o wymiarach 20x30 cm (łącznie 0,24 m²) o powierzchniach powleczonych zaprawą cementową. Wszystkie wysterylizowane próbki z TiO_2 umieszczono w pierwszej sekcji komory doświadczalnej o pojemności 1,0 m³. W drugiej komorze umieszczono próbki z preparatami NPS. Próbki kontrolne umieszczono w zaadaptowanej komorze pyłowej o podobnej pojemności. Badania prowadzono w temperaturze 20°C. We wszystkich komorach ustawiono kuwety (naczynia) z ze świeżym obornikiem o pojemności 25 litrów. W oborniku utrzymywano temperaturę 40-50°C. Do stabilizacji temperatury zastosowano grzałki solne umieszczone w kąpeli wodnej. Pozwoliło to również podnieść wilgotność względną powietrza w komorach do 80%, czyli takiej jaka panuje w budynku inwentarskim. Badania mikrobiologiczne próbek zlecono wyspecjalizowanemu laboratorium. Badania emisji gazowych wykonano multianalizatorem gazowym firmy Innova. Pomiary wykonano w komorach z próbkami P&T – 230Ag oraz NPS – 200, które wykazały najlepszy efekt biobójczy. Dla wzmocnienia efektu preparatami pokryto obustronnie dodatkowe płyty o powierzchni po 0,8 m², na płytach umieszczonych poziomo pomiędzy obornikiem, a wylotem wentylacyjnym. Wielkość tych płyt była podyktowana rozmiarami

komór doświadczalnych. W sposób symultaniczny rejestrowano stężenia amoniaku, podtlenku azotu, metanu i dwutlenku węgla.

Wyniki

Uzyskane w badaniach wyniki przedstawiono w tabelach 1 i 2. Tabela 1 zawiera średnie ilości mikroorganizmów stwierdzonych na powierzchniach badanych płytek. Zgodnie z wcześniejszymi przewidywaniami powłoki naniesione na powierzchnie chropowate o dużej granulacji tynku (6 – 8 mm) wykazały lepsze oddziaływanie ze względu na większą powierzchnię czynną naniesionego preparatu.

Tabela 1. Średnia ilość drobnoustrojów z sześciu prób w ciągu doby, pobieranych co 4 godziny

Table 1. Average number of microorganisms from six tests in 24 hours, sampled every 4 hours

Preparat	Powierzchnia kontrolna bez preparatów [mln/cm ²]	Powierzchnia doświadczalna Gładka [mln/cm ²]	Powierzchnia doświadczalna chropowata [mln/cm ²]
Fotokatalizatory z TiO ₂ P&T – 100 P&T – 230Ag	57	1,87	2,14
		1,91	1,02
Tlenki katalityczne z Ag NPS – 100 NPS – 200		0,83 poniżej 0,5	2,01 poniżej 0,5

Tabela 2. Średnie emisje gazowe z poszczególnych komór doświadczalnych (n=6 razy w ciągu doby) w ppm.

Table 2. Average gas emissions from the respective test chambers (n=6 times in 24 hours) in ppm.

Preparat	Powierzchnia Kontrolna bez preparatów	Powierzchnia doświadczalna gładka	Powierzchnia doświadczalna chropowata
Fotokatalizatory z TiO ₂		NH ₃ – 15,21 N ₂ O – 23,16	NH ₃ – 12,35 N ₂ O – 19,99
P&T – 230Ag	NH ₃ – 37,33 N ₂ O – 28,85	CH ₄ – 500,31 CO ₂ – 41132,66	CH ₄ – 611,00 CO ₂ – 54548,03
Tlenki katalityczne z Ag NPS – 200	CH ₄ – 685,03 CO ₂ – 34783,2	NH ₃ – 17,40 N ₂ O – 21,81 CH ₄ – 314,32 CO ₂ – 39867,8	NH ₃ – 13,39 N ₂ O – 19,65 CH ₄ – 529,76 CO ₂ – 45956,2

Najlepsze właściwości biobójcze wykazał preparat NPS – 200, jednakże działanie wszystkich zastosowanych preparatów należy uznać za wystarczające. Zastosowanie ich na powierzchniach ścian i sufitów budynków dla zwierząt, szczególnie w tuczarniach świń i w kurnikach obniży koszty dezynfekowania pomieszczeń. Uzyskane wyniki z pomiarów emisji gazowych świadczą o przydatności badanych preparatów do ograniczania zawartości amoniaku i podtlenku azotu. Większa skuteczność wykazana przez preparaty naniesione na powierzchnie chropowate była spowodowana większą ich powierzchnią całkowitą, która umożliwia katalizatorowi zmagazynowanie większej ilości energii do udostępnienia dla reakcji utleniania i redukcji.

Oceniając wyniki należy uwzględnić fakt, że uzyskano je w komorach bilansowych, które są swego rodzaju układem statycznym. Wprowadzone do niego „przypadkowe” ilości drobnoustrojów nie muszą wiernie odzwierciedlać zjawisk jakie będą zachodziły w ciągle zmieniającym się układzie dynamicznym jakim jest wypełniony zwierzętami budynek inwentarski. Dlatego dalsze badania powinny być przeprowadzone na obiektach rzeczywistych z uwzględnieniem oceny wpływu stosowanych preparatów na występujące w budynku inwentarskim organizmy żywe, tj. zwierzęta, mikroorganizmy i owady.

Wnioski

1. Wszystkie zastosowane rodzaje powłok katalitycznych spowodowały zmniejszenie ilości drobnoustrojów w stosunku do powierzchni kontrolnej, przy czym działanie tlenków katalitycznych z nanocząsteczkami srebra było skuteczniejsze niż fotokatalizatora tylko z nanocząsteczkami dwutlenku tytanu.
2. Największą redukcję emisji gazowych zaobserwowano w stosunku do amoniaku. Preparaty naniesione na powierzchnie gładkie spowodowały redukcję ponad 50%, a na powierzchniach chropowatych od 68 do 75%.
3. Największą redukcję metanu spowodował preparat NPS – 200.
4. We wszystkich przypadkach wystąpił wzrost emisji dwutlenku węgla.
5. Nieznane ciągle są interakcje pomiędzy preparatami zawierającymi nanocząsteczki, a zwierzętami, owadami i drobnoustrojami, które przebywają w budynkach inwentarskich oraz ich wpływ na produkty pochodzenia zwierzęcego, zwłaszcza mleko.

Bibliografia

Cempel Cz.1999. Nanonauka – nanotechnologia: Źródła i perspektywy. Nauka. 3. s. 177-187.

THE APPLICATION OF NANOTECHNOLOGY TO THE AGRICULTURAL PRACTICE

Summary

All functions of catalytic oxides with portion of nanomolecules of silver (Ag) and photocatalysts with nanomolecules of titanium (TiO₂) can be applied to sanitation and deodorization of livestock buildings as well as to decrease the emission of gases, especially ammonia (by about 50%) and nitrous oxide (by 68 - 75%). It requires some constrictive changes of many elements of the building in order to enlarge the surface of contact of "risks" with catalytic coats. The interactions between preparations containing nanomolecules and animals, insects and microorganisms which are present in buildings for animals are still unknown as well as their influence on the animal products, especially milk.