

Nanotechnologia w rolnictwie

Nanotechnologia to ogólna nazwa technologii nowej generacji, opartej na zestawie technik i metod tworzenia różnorodnych struktur (nanostruktur) w skali nano (od 0,1 do 100 nm, a 1,0 nm = 10^{-6} milimetra), czyli na poziomie pojedynczych atomów. Nanomateriały są niewidoczne gołym okiem a ich obserwacje są możliwe tylko dzięki zastosowaniu wysokorozdzielczych metod mikroskopowych.

Ciekawostka:

Prekursorem nanotechnologii był amerykański fizyk teoretyk – Richard P. Feynman w 1959 r. Natomiast na rozwój nanotechnologii wpłynęło skonstruowanie mikroskopu tunelowego (Heinrich Rohrer i Gerard Binnig 1981 r.), który umożliwił uzyskanie obrazu powierzchni ze zdolnością rozdzielczą na poziomie pojedynczego atomu. Duży wpływ miało również odkrycie pierwszych nanomateriałów tzw. fulerenów (Harald Kroto 1996 r.) i nanorurek węglowych (Sumio Iijima 1991 r.)

Nanotechnologia jest nauką interdyscyplinarną, która dzięki obranemu kierunkowi działania już znalazła zastosowanie w:

- **medycynie** – w medycynie molekularnej i regeneracyjnej, chirurgii, także w onkologii, gdzie ograniczona została inwazyjność, w odniesieniu do chemio- czy radioterapii, a także w ukierunkowanym podawaniu leków, czy też do wytwarzania narzędzi diagnostycznych do wczesnego wykrywania nowotworów,
- **biotechnologii** – np. do modyfikacji genetycznych roślin i zwierząt,
- **kosmetologii** – np. do kontrolowanego uwalniania związków bioaktywnych z nanocząstek srebra o właściwościach bakteriobójczych, do ułatwiania dyfuzji cząsteczek składników aktywnych kosmetyków przez błony komórkowe, do zwiększenia rozpuszczalności substancji trudno rozpuszczalnych, do przenoszenia substancji aktywnych w wyższych stężeniach zmniejszając jednocześnie skutki uboczne np. podrażnienie,
- **budownictwie** – do powłok samoczyszczących, uzyskanie nanobetonu: redukcja wskaźnika wodno-cementowego,
- **elektronice i elektrooptyce** – np. do otrzymywania elementów elektronicznych o mniejszych rozmiarach, o zwiększonej przewodności cieplnej czy wyższej wytrzymałości,
- **żywieniu człowieka** – np. kapsułkowanie i ukierunkowane dostarczanie cząstek, wzmacnianie smaku i zapachu, wykorzystanie antybakteryjnych nanocząstek, przedłużanie okresu przydatności

Nanorurki węglowe, ze względu na unikalne właściwości związane z przewodnictwem elektrycznym oraz lekkość, giętkość, a jednocześnie ogromnie dużą wytrzymałość na rozciąganie, znajdują zastosowanie w elektronice, przemyśle komputerowym oraz lotniczym

Obszar zastosowania

Nazwa nanocząstki i jej działanie

Obszar zastosowania	Nazwa nanocząstki i jej działanie	
Kosmetyka	Nanosrebro naturalny konserwant, który przedłuża trwałość produktów, posiada właściwości antyseptyczne (antybakteryjne i przeciwgrzybicze). Ponadto, działa przeciwzapalnie i kojąco.	Nanoziłoto stymuluje wzrost i rozwój komórek. Poza tym, działa na włókna kolagenowe w skórze, a tym samym spłyca zmarszczki i wspomaga procesy odnowy skóry. Odżywia, regeneruje i nawilża skórę, usuwa przebarwienia
Medycyna i farmacja	antybakteryjny składnik wyrobów medycznych, wykorzystywany w produktach na przeziębienie, grypę, przewlekły katar, w materiałach dezynfekcyjnych na rany czy oparzenia, w materiałach opatrunkowych, narzędziach stomatologicznych, w płynach do płukania jamy ustnej, preparatach łagodzących objawy alergii, szczególnie przy atopowym zapaleniu skóry a także wykorzystywany jako składnik środków do utrzymywania czystości w placówkach ochrony zdrowia, salach operacyjnych czy laboratoriach w celu zapewnienia odpowiedniego bezpieczeństwa mikrobiologicznego	działa przeciwzapalnie i regeneracyjnie, stymuluje wzrost i rozwój komórek. Sprawdza się w leczeniu chorób reumatycznych (artretyzm i reumatoidalne zapalenie stawów), chorób alergicznych, przy zapaleniu zewnętrznych narządów płciowych u mężczyzn i kobiet
Przemysł farbiarski, budownictwo, chemia gospodarcza	składnik farb, klejów, zapraw i tynków. Konserwuje farby, zabezpieczając przed rozwojem bakterii i grzybów wewnątrz opakowania. Zapewnia trwałość kolorów farb. Zapobiega żółknięciu jasnych kolorów. Zabezpiecza powierzchnię przed rozwojem pleśni tworząc powłokę przeciwgrzybiczą. Wykorzystywany do dezynfekcji powierzchni (np. ściany, podłogi, klamki, akcesoria kuchenne). Składnik preparatów do czyszczenia fug, zabezpiecza przed rozwojem grzybów zawilgocone miejsca, wykorzystywany w produktach do czyszczenia klimatyzacji, nawilzaczy powietrza, a także do czyszczenia lodówek i zamrażarek	Nanomiedź dezynfekcja powierzchni (np. ściany, podłogi, klamki, akcesoria kuchenne). W sposób bezpieczny usuwa grzyby z powierzchni ścian, sufitów, miejsc trudno dostępnych
Weterynaria	nanocząstki srebra zawarte w wodzie hamują wzrost bakterii jelitowych takich jak np. <i>Salmonella enteritidis</i> , <i>Escherichia coli</i> (badania <i>in vitro</i>). Nanocząstki srebra zabezpieczają skórę zwierząt przed rozwojem dermatoz. Wykazują skuteczność w łagodzeniu stanów zapalnych np. przyzębia u zwierząt. Wspomagają dezynfekcję wody przeznaczonej do procesów produkcyjnych lub podlewania	
Przemysł spożywczy	środek przeciwdrobnoustrojowy w technologiach pakowania żywności (przedłużenie okresu przydatności do spożycia)	

Tab. 1.

Przykłady wykorzystania nanocząstek na określonym obszarze zastosowania

ści do spożycia, wykrywanie zanieczyszczeń,

- w przemyśle spożywczym – nano-kapsułkowanie składników odżywczych np. witamin i kwasów tłuszczowych omega-3 (zwiększenie przyswajalności składników), produkcja materiałów do przechowywania

żywności zwiększających jej okres przydatności do spożycia,

■ w rolnictwie – zarówno w uprawie warzyw i owoców np. jako nośnik

- w rolnictwie – zarówno w uprawie warzyw i owoców np. jako nośnik

SILVECO+

Skoncentrowany preparat biobójczy przeznaczony do dezynfekcji.



POLSKI PRODUKT



Unikalna formuła zawierająca aktywne nanocząstki srebra!

Potwierdzone działanie:

- ✓ bakteriobójcze
- ✓ grzybobójcze
- ✓ wirusobójcze

Możliwość stosowania w obecności zwierząt, pozwala na redukcję kosztów hodowli.



Producent:
Smart Nanotechnologies S.A.
ul. Karola Olszewskiego 25, 32-566 Alwernia
tel. +48 12 25 89 395 | www.silveco.com.pl



Produkt zarejestrowany jako biobójczy w PT3 (higiena weterynaryjna)

Nanocząstki srebra wykazują działanie przeciwgrzybicze. Na ilustracji: zniszczenie *Trichophyton* przez nanocząstki srebra

pestycydów zwiększający ich rozpuszczalność i kontrolowane uwalnianie substancji jak i w hodowli zwierząt (dezynfekcja pomieszczeń inwentarskich, wykorzystywanie przeciwdrobnoustrojowych właściwości np. nanosrebra w leczeniu chorób wywoływanych przez bakterie i grzyby).

Rozwijająca się w szybkim tempie nanotechnologia, dzięki aktywizacji innych technologii pozwala na przetwarzanie dóbr naturalnych w dobra użyteczne (produkty), opierając

Ciekawostka:

Fenicjanie oraz żeglarze sumeryjscy w dawnych czasach przechowywali wodę, mleko i inne napoje w srebrnych naczyniach, aby przedłużyć ich świeżość. W starożytności do leczenia ran medycy stosowali srebrne monety, a Hipokrates w tym celu stosował sproszkowane srebro. Pierwiastek używany był do tego celu aż do momentu wprowadzenia na rynek antybiotyków

się głównie na naukach ścisłych czyli fizyce, chemii, biologii, inżynierii oraz informatyce. Obecnie nanoprodukty z udziałem nanomateriałów mają zastosowanie niemal we wszystkich dziedzinach życia.

Pochodzenie i podział nanocząstek

Nanocząstki to niewykrywalne dla ludzkiego oka (wielkość 1-100 nm) cząstki, które mogą wykazywać odmienne właściwości fizyczne i chemiczne od ich odpowiedników w skali makroskopowej. Nanocząstki ze względu na pochodzenie dzielą się na naturalne tj. występujące w biosferze niezależnie od działalności człowieka oraz związane z jego działalnością, czyli celowo projektowane (inżynieryjne) oraz niezamierzone, do których zalicza się produkty uboczne związane z procesami nanotechnologicznymi. Ze względu na skład chemiczny, podział uwzględnia pochodzenie organiczne (np. nanorurki węglowe, fulereny, dendrymery) oraz nieorganiczne (np. metale i tlenki metali). Nanocząstki mogą być projektowane w środowisku, podlegać biodegradacji, zmieniać swoje właściwości chemiczne i fizyczne (me-

chanizmy tego procesu nie zostały dotąd poznane). Większość nanocząstek mających zastosowanie w szeroko pojętym przemyśle została utworzona z materiałów niepodlegających degradacji m.in. nanocząstki metali, tlenków metali. Niektóre fulereny mogą zostać całkowicie zmetabolizowane przez wybrane gatunki grzybów, a niektóre nanocząstki metali podlegają w środowisku chemicznej transformacji np.: nanoFe, które utlenia się do FeO. Inne nanocząstki, np. Zn, Cu, krzem (Si) utleniając się w powietrzu stają się bardzo toksyczne. A więc widoczne jest duże zróżnicowanie nanocząstek pod względem zachowania w środowisku. Największe zagrożenie mogą stanowić wolne, pojedyncze nanocząstki ze względu na zdolność przenikania przez większość barier biologicznych (np. bariery krew-mózg).

Ocena ryzyka zagrożenia

Obecnie dużo się dyskutuje na temat zysków i strat podczas stosowania nanocząstek projektowanych. Do najważniejszych zadań nauki o nanocząstkach należy opracowanie

właściwych kryteriów oceny ryzyka związanego z narażeniem środowiskowym i zawodowym, na nanomateriały. Nanocząstki posiadają bowiem bardzo dużą powierzchnię właściwą, czego konsekwencją jest większa reaktywność chemiczna, aktywność biologiczna i katalityczna w porównaniu do większych cząstek, o tym samym składzie chemicznym. Ta zwiększona reaktywność chemiczna oraz bioprzyswajalność nanomateriałów może prowadzić do ich większej toksyczności w odniesieniu do większych cząstek. Nanocząstki o wielkości do 300 nm, z wysoką bioprzyswajalnością mogą być absorbowane w narządach, tkankach i komórkach, a te mniejsze od 70 nm mogą docierać do jądra komórkowego, powodując znaczne uszkodzenia. Właściwości nanomateriałów są zależne od struktury ich powierzchni, kształtu, zakresu agregacji bądź rozpadu cząstek, składu chemicznego, obecności lub braku przyłączonych grup chemicznych. Nanomateriały coraz powszechniej są wykorzystywane w terapii przeciwnowotworowej np. jako nośniki leków mające na celu zwiększenie celowanego transportu leku do komórki nowotworowej. Zastosowanie nanomateriałów w takim obszarze może realnie przyczynić się do zmniejszenia skutków ubocznych chemioterapii.

Nanotechnologia wspomaga produkcję zwierzęcą

Wśród różnych preparatów uzyskanych na bazie nanotechnologii, w produkcji zwierzęcej dostępne są preparaty odkażające do dezynfekcji pomieszczeń inwentarskich (kurniki, obory, chlewnie) i całego ich wyposażenia. Zawierają one aktywne nanoformy pierwiastków lub

Zbyt częste i niewłaściwe podawanie antybiotyków, sulfonamidów i leków sterydowych skutkuje zaburzeniami odporności, powoduje występowanie alergii i zmian skórnych, nasila lub nadmiernie hamuje zapalne działanie cytokin (w zależności od rodzaju antybiotyku), powoduje utratę mikroflory zwacza i jelit, sprzyja nadmiernemu rozrostowi patogennych drożdżaków

związków chemicznych takich jak srebro, złoto miedź czy krzemionka o silnym działaniu przeciwdrobnoustrojowym. Zaletą tych produktów jest możliwość ich stosowania w obecności ludzi i zwierząt oraz bardzo niskie stężenie nanomateriałów w produkcie np. nanocząstek srebra wykazujących skuteczność antybakteryjną.

Silne działanie bakterio- i grzybobójcze miedzi i srebra znane jest od bardzo dawnych czasów. Kiedy wielkotowarowa intensywne produkcja zwierzęca (drób, świnie, bydło mleczne) zaczęła borykać się z problemem lekooporności, szczególnie przy zapaleniu wymienia (głównie szczepy gronkowca złocistego), na pomoc ruszyła nanotechnologia wykorzystująca tzw. nanostruktury, czyli małe cząsteczki, które jednocześnie są zdolne do samodzielnego istnienia i wykazują aktywność biologiczną, tworząc produkty eliminujące w dużym stopniu zagrożenia mikrobiologiczne. Dzięki temu wyprodukowano szereg preparatów odkażających np. zwierzęce kopy-

ta, racice czy rany, pomieszczenia dla zwierząt i sprzęty rolnicze (m.in. dojarki, kany na mleko), a także impregnujących i odkażających odzież. Ponadto nanocząstki (srebra) wykazują właściwości przeciwzapalne, co mogłoby znaleźć zastosowanie w leczeniu stanów zapalnych racic, skóry czy wymienia. Nanomolekuły tlenu tytanu posiadają właściwości neutralizacji zapachów, co może znaleźć zastosowanie w nowoczesnym budownictwie wielkotowarowych obiektów inwentarskich, głównie chlewni i kurników.

Nanocząstki posiadają zdolność przenikania do tkanek, ale i komórek, dlatego mogą być wykorzystywane do produkcji nośników paszowych, które muszą trafić do konkretnego miejsca lub komórki w nienaruszonej postaci, jednocześnie omijając miejsca, w których nie są potrzebne. Nanocząstki wykorzystywane są więc do tworzenia kapsułek lub matryc chroniących aktywny składnik paszy przed jego degradacją

Ciekawostka:

Naukowcy z Japonii opracowali innowacyjny sposób ulepszenia jakości upraw rolniczych. Metoda opiera się na zastosowaniu sprayu wprowadzającego bioaktywne cząsteczki do komórek roślinnych, umożliwiające osiągnięcie pożądanego efektów – bezpiecznej ochrony upraw przed szkodnikami (w tym pasożytami) oraz innymi negatywnymi czynnikami środowiskowymi, np. suszą. Nowa technika stanowi alternatywę dla modyfikacji genetycznej – dość kosztownej i czasochłonnej procedury, która wciąż nie zyskała pełnego poparcia społecznego

w organizmie (np. w żwaczu), do czasu gdy nie osiągnie on miejsca docelowego. Przykładem mogą być *nanoliposomy*. Otaczając cząsteczkę paszy chronią ją przed utlenianiem i enzymami trawiennymi mikroorganizmów żwacza, tym samym zwiększając biodostępność składników aktywnych, takich jak antyoksydanty, witaminy z grupy B, witamina K. Również zastosowanie kombinacji nanoemulgatorów pozwoliło znacznie ulepszyć postać fizyczną preparatów podawanych zwierzętom (właściwie zemulgowane olejki nie wypływają na powierzchnię roztworu. Rozprowadzenie ich w całym produkcie jest jednorodnym i dlatego przenoszone składniki aktywne są dostępne z całej mieszanki jednakowo).

Nanotechnologia pracuje nad nanofiltrami z tlenku tytanu, srebra,

niektórych odmian węgla lub krzemionki, o średnicy mniejszej niż 100 nm, które w produkcji zwierzęcej pozwoliłyby na odseparowanie, z różnego rodzaju płynów, bakterii, niektórych metali ciężkich, pestycydów, azotanów oraz niektórych komórek (np. komórek somatycznych). Do tej pory takie nanofiltry stosowane są do zagęszczania serwatki, produkcji żelatyny z mączki kostnej oraz, co jest bardzo ważne, oczyszczania wody pitnej. Przyszłość jednak zdecyduje o przeznaczeniu tej metody, która może zostać wykorzystana do filtracji mleka.

Nanotechnologia staje się nową rewolucją przemysłową. Jej duże możliwości dostrzegane są również w doskonaleniu technik rozrodu oraz przy przetwarzaniu odpadów rolniczych i żywnościowych. Również medycyna liczy na coraz to szerszy

zakres konstruowania narzędzi niezbędnych do diagnostyki chorób, szczególnie w obecnej dobie, kiedy choroby cywilizacji dają się we znaki. Szybka diagnostyka wykrywania nowotworów przy wykorzystaniu narzędzi nanotechnologii bez wątplenia może przyczynić się do zwiększenia skuteczności ich leczenia. Wykorzystywanie nanomateriałów jako nośników leków może natomiast realnie ograniczyć skutki uboczne terapii przeciwnowotworowej i zwiększyć jej efektywność. Dużo ciekawych informacji można przeczytać na stronie www.tygodnik.in-teria.pl, w artykule Marcina Powęski „Nanotechnologia w medycynie. Miniaturowe roboty naprawią cię od środka” ■