

Innowacyjna technologia jako ochrona wylęgarni i ferm drobiu

Olbrzymim problemem w produkcji drobiu są chorobotwórcze bakterie i wirusy obecne w powietrzu.

Niestety, wylęgarnie i fermy drobiu są szczególnie narażone na kontaminację bakteriami, wirusami oraz grzybami, które mogą prowadzić do groźnych chorób zakaźnych, takich jak:

- **Salmonella** – bakteria wywołująca salmonellozę, poważną infekcję przewodu pokarmowego,
- **Escherichia coli** – bakteria powodująca kolibakteriozę, która prowadzi do zakażeń jelitowych i posocznicy,
- **Wirus grypy typu A** – odpowiedzialny za ptasią gripę, ostrą chorobę ogólnoustrojową, której śmiertelność może sięgać nawet 100%,
- **Aspergillus** – pleśń mogąca wywołać aspergilozę, chorobę płuc u piskląt.

Zagrożenie ze strony patogenów obejmuje cały cykl produkcji drobiu, począwszy od stad reprodukcyjnych, przez wylęgarnie i fermę brojlerów, aż po ubojnię. Infekcje drobiu nie tylko powodują ogromne straty finansowe dla hodowców, ale stanowią także zagrożenie dla konsumentów.

Bakterie Salmonella bytują naturalnie w jelitach zdrowych ptaków i szybko namnażają się w przewodzie pokarmowym, nawet w trakcie tzw. bezobjawowego nosicielstwa. Ryzyko infekcji wzrasta, gdy pojawiają się czynniki osłabiające odporność zwierząt, takie jak zbyt duże zagęszczenie ptaków w kurniku, niedostateczna wentylacja powietrza czy zawilgocona ściółka. Rozprzestrzenianie się wirusów i bakterii może również nastąpić przez zanieczyszczoną paszę, wodę, nawóz, odchody, sprzęt i środki transportu, a także po-

przez człowieka – zanieczyszczone ubranie, obuwie lub sprzęt mogą prowadzić do masowych zakażeń drobiu i jaj.

W Polsce stosowanie antybiotyków w hodowlach drobiu jest dozwolone jedynie podczas leczenia, pod ścisłym nadzorem lekarza weterynarii. Po zakończeniu terapii antybiotykowej obowiązuje okres karencji – czas potrzebny na rozkład składników leku do poziomu bezpiecznego dla zdrowia ludzkiego. Zakaz stosowania antybiotyków w profilaktyce utrudnia ochronę inwentarza przed infekcjami.

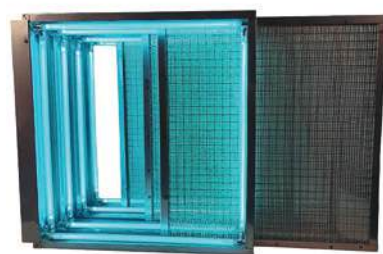
Zastanawiające są jednak dane z raportu przygotowanego przez Cóiłína Nunana dla Europejskiego Sojuszu na rzecz Zdrowia



Publicznego (European Public Health Alliance) z 2022 roku. Wykazuje on, że w 2020 roku sprzedaż antybiotyków weterynaryjnych w Polsce była drugą najwyższą w Europie, zaraz po Hiszpanii. Sprzedaż tych leków w Polsce stanowiła 15,4% całkowitej sprzedaży antybiotyków weterynaryjnych w 31 krajach europejskich objętych europejskim nadzorem nad spożyciem środków przeciwdrobnoustrojowych weterynaryjnych (ESVAC), mimo że polskie zwierzęta hodowlane stanowią jedynie 7,3% całej hodowli w Europie. Dane te niestety potwierdzają, że w Polsce istnieje poważny problem z nadużywaniem antybiotyków w hodowlach drobiu.

Niebagatelnym problemem, szczególnie na fermach, są odory emitowane do środowiska. Obecne rozwiązania i zalecenia Ministerstwa Rolnictwa ograniczają się głównie do restrykcji i zakazów dotyczących zabudowy na terenach przyległych do ferm. Problem ten dotyczy jednak nie tylko ferm – jest to znacznie szersza kwestia, która wymaga systemowych rozwiązań. Skargi i protesty mieszkańców okolicznych terenów spowalniają proces planowania, budowy oraz uruchamiania hodowli. Uciążliwość zapachowa bezsprzecznie negatywnie wpływa na wizerunek całej branży rolniczej, w tym również drobiarskiej.

Dlatego konieczne jest poszukiwanie innowacyjnych rozwiązań, które sprostają wyzwaniom związanym z opłacalną i zdrową produkcją drobiarską. Takie rozwiązania mogłyby ograniczyć konieczność stosowania terapii farmakologicznej, emisję uciążliwych zapachów oraz zanieczyszczenia wody. Powinny być zgodne z zasada-



Rys. 1. Bramka fotokatalityczna

mi zrównoważonego rozwoju oraz zapewniać bezpieczeństwo żywności, pracowników i środowiska.

Unikalnym i skutecznym systemem do dezynfekcji powietrza i powierzchni dedykowanym dla obiektów inwentarskich jest bramka fotokatalityczna (rys. 1). Technologia ta została dokładnie протестована zarówno w badaniach laboratoryjnych, jak i w rzeczywistych warunkach na wylęgarniach drobiu.

Technologia bramki fotokatalitycznej oparta jest na zjawisku fotokatalizy, w którym dwa kluczowe elementy – odpowiedni fotokatalizator i właściwe źródło światła – umożliwiają rozkład zanieczyszczeń organicznych i mikrobiologicznych (Rysunek 2).

Актыwnym elementem systemu jest fotokatalizator – dwutlenek tytanu (TiO₂), który pod wpływem światła UV pochłania je, co w obecności tlenu i wilgoci prowadzi do wytworzenia reaktywnych form tlenu (ROS), takich jak rodnik wodoronadtlenkowy (HO₂•), rodnik hydroksylowy (HO•) oraz nadtlenek wodoru (H₂O₂) (rys. 3). Kluczowe dla skuteczności bramki fotokatalitycznej jest dobranie odpowiedniego źródła światła UV, które umożliwia zachodzenie reakcji utleniania i dodatkowo generuje niewielkie ilości ozonu. Dzięki silnemu działaniu utleniającemu cząsteczek ROS wszelkie zanieczyszczenia organiczne i mikrobiologiczne są rozkładane (utleniane) do prostych substancji, takich jak dwutlenek węgla i woda.

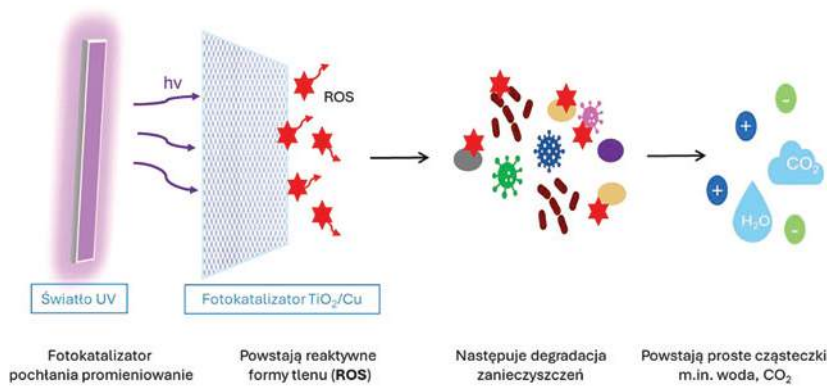
Zanieczyszczone powietrze mające kontakt z powierzchnią fotoaktywnej powłoki TiO₂ jest oczyszczane z alergenów, bakterii, pleśni, drożdży, wirusów oraz toksycznych zanieczyszczeń.

Powłoka fotokatalityczna została wzbogacona o związki miedzi ze względu na zastosowanie systemu do oczyszczania powietrza z różnorodnych zanieczyszczeń w hodowlach inwentarskich.

W wyniku zjawiska fotokatalizy szkodliwe zanieczyszczenia chemiczne i mikrobiologiczne rozkładane są do prostych związków przez bardzo reaktywne formy tlenu.



Rys. 2. Czynniki determinujące skuteczność procesu fotokatalizy



Rys. 3. Schemat działania procesu fotokatalizy

Obejmuje to również redukcję nieprzyjemnych zapachów generowanych, na przykład, podczas rozkładu ściółki i obornika oraz rozwoju pleśni i grzybów, szczególnie w obszarach zawilgoconych i słabo wentylowanych. Dodatek związków miedzi wzmacnia działanie fotokatalizatora TiO_2 w procesie dezaktywacji pleśni i grzybów.

Grzybostatyczne działanie związków miedzi jest dobrze udokumentowane i potwierdzone danymi zarejestrowanych produktów biobójczych w bazie Głównego Inspektoratu Rejestracji Produktów Biobójczych. Mechanizm biobój-

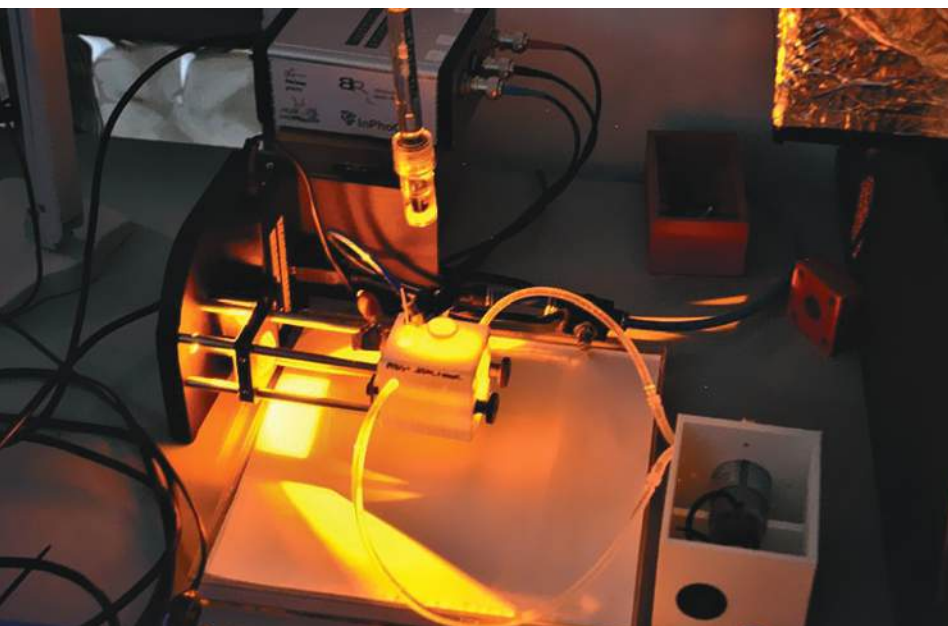
czego działania miedzi polega między innymi na uszkodzaniu ścian komórkowych mikroorganizmów. Po wnikięciu jonów metalu do wnętrza komórki następuje inhibicja procesów metabolicznych, co prowadzi do dezaktywacji komórek mikroorganizmów. Działanie fotokatalityczne aktywnego dwutlenku tytanu prowadzi natomiast do całkowitego utlenienia materii organicznej, czego końcowymi produktami są dwutlenek węgla i woda.

Efektywność działania bramki fotokatalitycznej nie jest przypadkowa. Wieloletnie badania labora-

toryjne nad zrozumieniem mechanizmu działania fotokatalizy oraz wpływu różnych czynników na jej efektywność były prowadzone przez zespół doświadczonych naukowców pod kierunkiem profesora Wojciecha Macyka z Wydziału Chemii Uniwersytetu Jagiellońskiego. Autorem technologii bramki fotokatalitycznej, która łączy fotokatalizę z niewielką dawką ozonu oraz zawiera wiele innowacyjnych rozwiązań, jest mgr inż. Piotr Czech, specjalista w dziedzinie wentylacji i klimatyzacji. Jego prototypowa instalacja na wylęgarni drobiu doprowadziła do eliminacji patogenów chorobotwórczych, w tym *Salmonelli spp.* Bramka fotokatalityczna była optymalizowana i testowana przez dr Joannę Macyk oraz prof. dr hab. Wojciecha Macyka w spółce InPhoCat przez niemal 4 lata. Badania jednoznacznie potwierdziły, że odpowiednie połączenie fotokatalizatora (TiO_2), światła UV, minimalnej dawki ozonu (UV/ O_3) oraz związków miedzi (Cu^{2+}) przyniosło rewelacyjne wyniki w zakresie trwałości, rozkładu związków organicznych i, co najważniejsze, rozkładu zanieczyszczeń mikrobiologicznych.

Dowodem na to są m.in. badania mikrobiologiczne przeprowadzone na próbkach powietrza i powierzchni w wielu niezależnych laboratoriach, w tym:

- Badania mikrobiologiczne wobec *Salmonella enterica*, *Enterococcus faecalis* i *Staphylococcus aureus* przeprowadzone w akredytowanym Laboratorium Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego w Łodzi,
- Badania mikrobiologiczne przeciwko wirusom osłonkowym, takim jak koronawirusy (w tym

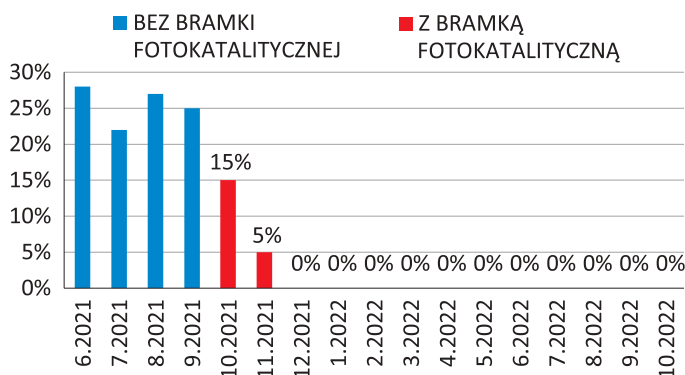


SARS-CoV-2), wirus odry, wirus ospy wietrznej, wirus grypy, wirus opryszczki pospolitej, wirus HIV, WZW C, WZW B, WZW D, Ebola i Marburg (testy na szczepie modelowym Vaccinia virus) wykonane przez Centrum Badaawczo-Rozwojowe MEDISEPT Sp. z o.o.,

- Badania mikrobiologiczne wobec szczepów Staphylococcus aureus oraz Escherichia coli przeprowadzone w niezależnym laboratorium Mikrografia.

Badania przeprowadzone w rzeczywistych warunkach na wylęgarni drobiu potwierdziły, że problem obecności Salmonelli występował pomimo stosowania standardowych procedur bioasekuracji. W 28% badanych próbek potwierdzono obecność Salmonelli przed zastosowaniem technologii bramki fotokatalitycznej (niebieskie słupki na rys. 4). Od momentu wdrożenia technologii bramki fotokatalitycznej oraz procedur bioasekuracji Salmonella została wyeliminowana w 100% (czerwone słupki na rys. 4).

Salmonella spp. redukcja na wylęgarni



Rys. 4. Procentowe występowanie salmonelli przed i po zainstalowaniu bramki fotokatalitycznej na wylęgarni (wyniki badania puchu z aparatów klujnikowych oraz wymazów powierzchniowych)

Wyniki przeprowadzonych badań potwierdzają wysoką skuteczność systemu fotokatalitycznego.

Skuteczność mikrobiologiczną w warunkach rzeczywistych potwierdza praca naukowo-badawcza przeprowadzona przez zespół zoohigienistów i mikrobiologów pod kierownictwem dr hab. inż. Marcina Lis prof. URK, z Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie na Zakładzie Wylęgu Drobiu. Po zainstalowaniu bramek fotokatalitycznych zaobserwowano zmniejsze-

nie populacji drobnoustrojów tlenowych mezofilnych w następujących punktach pomiarowych: centrali wentylacyjnej inkubatorów o 0,7 log jtk/25 cm² oraz centrali wentylacyjnej klujników o 0,3 log jtk/25 cm². Bramki fotokatalityczne skutecznie redukowały liczbę pałeczek jelitowych, gronkowców i grzybów w centrali wentylacyjnej inkubatorów. Ograniczyły również liczbę grzybów w centrali wentylacyjnej klujników (Tabela 1).

Tab. 1. Liczebność drobnoustrojów [log jtk/25 cm²] na powierzchni kluczowych punktów zakładu wylęgu drobiu zmierzona przed i po 30 dniach stosowania bramki fotokatalitycznej

Miejsce pobrania próby		Ogólna liczba drobnoustrojów		Pałeczki jelitowe		Gronkowce	
		przed	po	przed	po	przed	po
Centrala wentylacyjna aparatów łęgowych	przed bramką	2,49	2,48	1	0,78	1,8	0,9
	za bramką		1,78		0		0,6
Aparat łęgowy	3 doba inkub.	0	0	0	0	0	0
	17 doba inkub.	0	0	0	0	0	0
Centrala wentylacyjna klujników	przed bramką	1,58	1,25	0	0	0	0
	za bramką		0,9				
Klujnik po zakończeniu wylęgu		2,49	1,9	0	0	0	0
Magazyn piskląt po opróżnieniu z piskląt		2,32	1,08	0	0	1,53	0,3
Centrala wentylacyjna magazynu piskląt	przed bramką	2,48	1,78	0	0	0	0
	za bramką		1,78				

Ponadto z wykorzystaniem metody sedymentacyjnej Kocha wykazano, że instalacja bramek fotokatalitycznych umożliwiła zupełną redukcję populacji drobnoustrojów w powietrzu (do zera) na powierzchniach szczególnie narażonych na zanieczyszczenia mikrobiologiczne, takich jak: powierzchnia płaska centrali wentylacyjnej magazynu piskląt, powierzchnia płaska centrali wentylacyjnej klujników i powierzchnia płaska centrali wentylacyjnej inkubatorów. Liczba 4900-5000 jtk/100 cm³, stwierdzona w klujniku po zakończonym wylęgu oraz centrali wentylacyjnej magazynu przed bramką fotokatalityczną, jest charakterystyczna dla pomieszczeń zapylnych o podniesionej wilgotności powietrza (Tabela 2).

W trakcie badań nie stwierdzono, aby zastosowanie bramki fotokatalitycznej wpływało na takie parametry powietrza, jak temperatura, wilgotność względna oraz jego ruch. Bramka fotokatalityczna nie miała wpływu na koncentrację CO₂. Ponieważ stężenia szkodliwych domieszek gazowych (NH₃ i H₂S) w pomieszczeniach ZWD utrzymywały się na poziomie poniżej granicy wykrywalności przyrządów, nie można jednoznacznie stwierdzić, czy urządzenie mogło mieć wpływ na te parametry. Podczas badań przeprowadzonych w ZWD zauważono, że zapylenie oraz skład pyłów pod względem frakcji wielkościowych ziarna różniły się w zależności od pomieszczenia technologicznego. Źródłem pyłów w pomieszczeniach inwentarskich było zarówno powietrze atmosferyczne, jak i procesy technologiczne związane z prowadzoną działalnością. W przypadku badanego zakładu wylęgu drobiu, po-

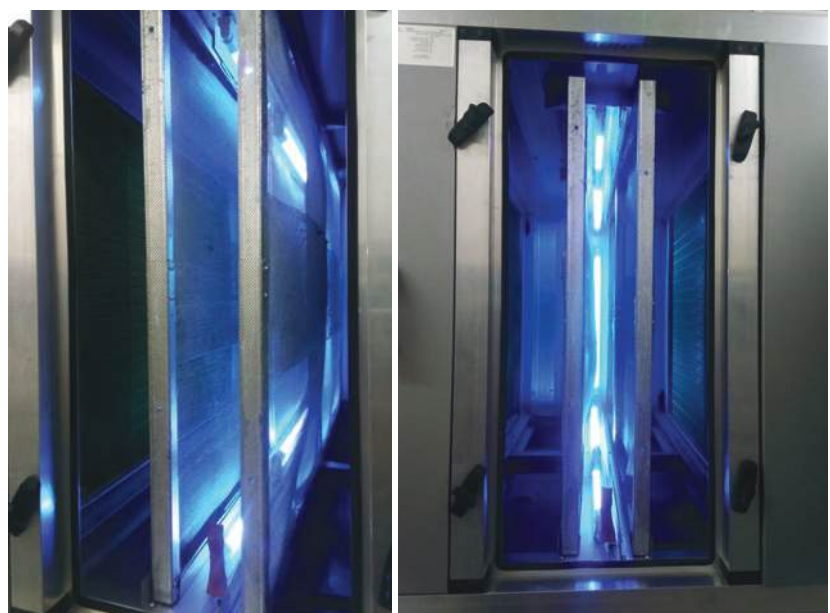
Tab. 2. Zanieczyszczenie mikrobiologiczne powietrza w kluczowych punktach zakładu wylęgu drobiu

Punkt pomiarowy w zakładzie wylęgu drobiu	Ogólna liczba drobnoustrojów w powietrzu [jtk/100 cm ³]
Centrala wentylacyjna inkubatorów – wlot	236
Centrala wentylacyjna inkubatorów – wylot	158
Aparat lęgowy – 3 doba inkubacji	158
Aparat lęgowy – 17 doba inkubacji	79
Centrala wentylacyjna klujników – wlot	551
Centrala wentylacyjna klujniki – wylot	0
Klujnik po zakończeniu wylęgu	5030
Magazyn piskląt po opróżnieniu	0
Centrala wentylacyjna magazynu piskląt – wlot	4952
Centrala wentylacyjna magazynu piskląt – wylot	0

wietrze zewnętrzne przechodziło przez centrale wentylacyjne i system filtrów, które skutecznie zatrzymywały pyły o średnicy ziarna 1 µm, lecz nie zatrzymywały najmniejszych cząstek o średnicy do 0,3 µm. Skuteczność filtrów malała wraz ze zmniejszaniem się średnicy ziarna pyłu: dla cząstek o średnicy <10 µm oscylowała w granicach 48-55%, dla pyłów 5-10 µm wynosiła 63-94%, a dla 2-5 µm osią-

gała 15-76%. Natomiast dla frakcji 1-2 µm skuteczność wynosiła 0-40%, dla 0,5-1 µm 0-12%, a dla 0,3-0,5 µm jedynie 1-8%.

Ze zrozumiałych względów stężenie grubych pyłów (tchawicznych, o średnicy ziarna >5 µm) było bardzo wysokie w pomieszczeniach, w których znajdowały się wyklute pisklęta (klujnik, sortownia, magazyn piskląt). Natomiast w magazynie jaj i aparatach



Rys. 5. Bramki fotokatalityczne zamontowane wewnątrz centrali wentylacyjnej w zakładzie wylęgu drobiu na nawiewie

lęgowych zawartość tych cząstek była śladowa, a dominowały pyły respirabilne, których stężenie było zbliżone do tego, jakie zmierzono w powietrzu opuszczającym centrale wentylacyjne.

Pracująca bramka fotokatalityczna, choć nie była skuteczna względem pyłów o średnicy 2,0-10 µm, zdecydowanie obniżała stężenie najbardziej szkodliwych, najdrobniejszych pyłów respirabilnych o 8-31%. Co ciekawe, jej działanie w zakresie redukcji tej frakcji pyłów wydawało się utrzymywać w pomieszczeniach, do których włączano powietrze oczyszczone przez bramkę fotokatalityczną. Stężenie nanopylew w aparatach lęgowych i sortowni wynosiło około 86-92% wartości zmierzonej w powietrzu bezpośrednio za bramką

fotokatalityczną, a w magazynie piskląt nawet 19%. Takiego efektu w przypadku frakcji pyłów o większej średnicy nie zaobserwowano.

Na wylęgarniach wyposażonych w centrale wentylacyjne, bramki fotokatalityczne montowane są na nawiewie wewnątrz urządzeń lub na kanale nawiewnym (Rysunek 5). Zasadny jest także montaż bramki fotokatalitycznej na wylotach powietrza, ponieważ przyczyni się to do redukcji odorów w usuwanym powietrzu. W ten sposób znacznie zmniejszy się uciążliwość zapachowa obiektów inwentarskich dla lokalnego środowiska.

Do dezynfekcji naczep izotermicznych przeznaczonych do transportu brojlerów możliwe jest zainstalowanie bramki fotokatalitycz-

nej w przestrzeni, gdzie zamontowane są wentylatory systemu wentylacji, ogrzewania i chłodzenia naczepy.

Korzyści z instalacji bramki fotokatalitycznej w systemie wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej w przykładowej wylęgarni drobiu obejmują:

- 100% skuteczność wobec *Salmonella enterica* (Salmonelloza),
- znaczące zmniejszenie liczby upadków wśród piskląt,
- wyeliminowanie kosztów związanych z leczeniem antybiotykowym,
- ochronę przed okresem karencji po zastosowaniu antybiotyków,
- zapewnienie bezpiecznego systemu wentylacji, wolnego od bakterii, wirusów, grzybów i pleśni,

NAGRZEWNICE **HOLLAND HEATER**

rok produkcji: **2022**

moc: **100 kW** oraz **120 kW**

zasilanie: **olej opałowy**

MODELE NAGRZEWNIC NA SPRZEDAŻ:

- **HHO 100** w ilości 13 szt.
cena netto za sztukę: **3700 zł**
lokalizacja: **Unimie**
- **HHO 120** w ilości 34 szt.
cena netto za sztukę: **4000 zł**
lokalizacja:
Unimie, Smoleń, Kłęby, Krapiel

KONTAKT:

tel. **606 833 138** • e-mail: **michal@karex.eu**

- Wszystkie maszyny znajdują się w województwie **zachodniopomorskim**
- Istnieje możliwość odbioru wszystkich nagrzewnic z jednej z naszych ferm
- Nagrzewnice używane
- Stan nagrzewnic **bardzo dobry**
- Wystawiamy faktury VAT 23%

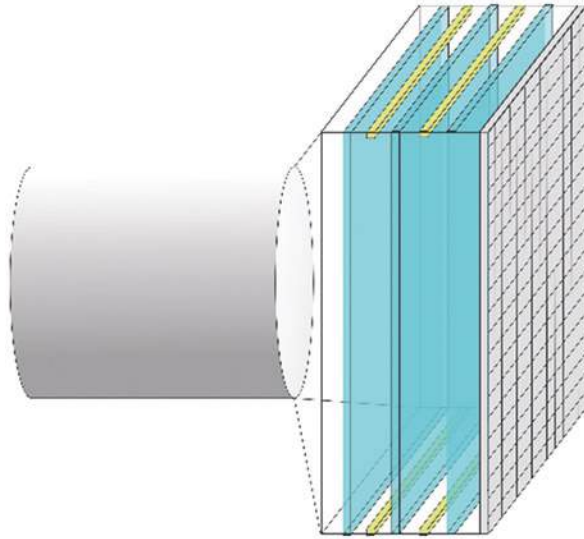
- poprawę jakości powietrza obiegowego, a tym samym poprawę dobrostanu inwentarza,
- redukcję pyłów respirabilnych o średnicy $<0,3 \mu\text{m}$ o 9,3-20,6% oraz pyłów o średnicy $<0,5 \mu\text{m}$ o 8-31%,
- wsparcie bioasekuracji w zapobieganiu zakażeniom krzyżowym,
- wsparcie bioasekuracji w zapobieganiu zakażeniom przenoszonym przez personel,
- poprawę jakości pracy,
- ograniczenie rozprzestrzeniania się bakterii i ich zarodników na terenie zakładu,
- redukcję emisji szkodliwych zanieczyszczeń do środowiska zewnętrznego.

Technologia bramki fotokatalitycznej może być z powodzeniem stosowana na fermach drobiu we wszystkich rodzajach wentylacji mechanicznej: poprzecznej, kominowej lub tunelowej, zarówno nadciśnieniowej, jak i podciśnieniowej. Poglądowy schemat systemu z bramką fotokatalityczną na przykładzie mieszacza powietrza, który można montować na fermie drobiu, przedstawiono na rysunku 6.

W ubojniach drobiu bramki fotokatalityczne powinny być zamontowane we wszystkich centralach wentylacyjnych, a niewralgiczne punkty produkcyjne należy wypozażyć w system dezynfekcji z wykorzystaniem bramki fotokatalitycznej.

Bramka fotokatalityczna działa dwustopniowo:

- dezynfekuje przepływające powietrze z efektywnością od 90 do 99% dzięki odpowiedniej mocy światła UV,
- dezynfekuje kanały wentylacyjne oraz powietrze i powierzch-



Rys. 6. Schematyczny rysunek urządzenia wentylacyjnego z bramką fotokatalityczną

nie w pomieszczeniach ze skutecznością powyżej 99% dzięki zastosowaniu powłoki fotokatalitycznej TiO_2/Cu ,

- zapewnia sprawność przez okres około 2 lat, po którym należy przeprowadzić przegląd serwisowy i wymienić matryce katalityczne.

Opatentowane rozwiązania zastosowane w bramce fotokatalitycznej obejmują:

- zabezpieczenie całego przekroju przepływu powietrza w kanale nawiewnym lub w centrali wentylacyjnej,
- uniwersalność konstrukcji – możliwość stosowania kilku rzędów matryc fotokatalitycznych, co zapewnia skuteczną ochronę przy zachowaniu zalecanej wydajności wentylacyjnej obiektu,

- prostotę serwisowania – całe urządzenie można wysunąć na specjalnych szynach na zewnątrz sekcji centrali wentylacyjnej, co ułatwia wymianę lamp UV, statczników i filtrów fotokatalitycznych.

Bramka fotokatalityczna uzyskała świadectwa potwierdzające bezpieczeństwo stosowania, w tym badanie emisji nanoobjektów przeprowadzone przez Centralny Instytut Ochrony Pracy w Warszawie (CIOP) – Państwowy Instytut Badawczy, które potwierdzają, że drobinki powłoki TiO_2/Cu nie przedostają się z powietrzem wentylacyjnym do pomieszczenia. Dodatkowo, rozwiązanie to posiada atest PZH do stosowania w obiektach inwentarskich. ■

Całość technologii jest chroniona zgłoszeniem patentowym w Urzędzie Patentowym RP nr P. 4441199 i międzynarodowym zgłoszeniem patentowym – World Intellectual Property Organization WIPO PCT nr PCT/IB2023/053731 oraz wzorami przemysłowymi UE.

