



LA TECNOLOGIA INNOVATIVA DI PHOTOCATALYTIC GATE® PROTEGGE INCUBATOI E ALLEVAMENTI DA BATTERI E VIRUS

La porta catalitica rappresenta un sistema unico ed efficace, mirato alla disinfezione dell'aria e delle superfici e dedicato alle strutture zootecniche.

► Dott. Ing. Piotr Czech,
www.dezynfekcjapowietrzem.pl

Dr. Joanna Macyk,
www.inphocat.pl

Prof. Dr. Wojciech Macyk,
Università Jagellonica di Cracovia
Prof. Ass. Ing. Marcin Lis,
Università Agraria di Cracovia

Un problema enorme nella produzione avicola è quello provocato dai batteri e dai virus patogeni presenti nell'aria. Purtroppo gli incubatoi e gli allevamenti avicoli sono particolarmente vulnerabili alla contaminazione da parte di batteri, virus e funghi che possono portare a pericolose malattie infettive, quali:

- *Salmonella* - il batterio causa la salmonellosi, una grave infezione del tratto digestivo,

- *Escherichia coli* - il batterio è responsabile della colibatteriosi, causando infezioni intestinali e setticemia,
- il virus dell'influenza di tipo A - responsabile dell'influenza aviaria (HPAI), una malattia sistemica acuta con un tasso di mortalità fino al 100%,
- *Orthoavulovirus* java (OAV-J) - causa la malattia di Newcastle ND (pseudopeste aviare), altamente infettiva,
- *Aspergillus* - una muffa che può causare l'aspergillosi, una malattia polmonare nei pulcini.

La minaccia da parte dei patogeni riguarda l'intero ciclo di produzione del pollame, dal gruppo riproduttivo all'incubatoio, all'allevamento fino al macello. Le infezioni del pollame non solo sono causa di enormi perdite finanziarie per gli allevatori, ma rappresentano pure una minaccia per i consumatori.

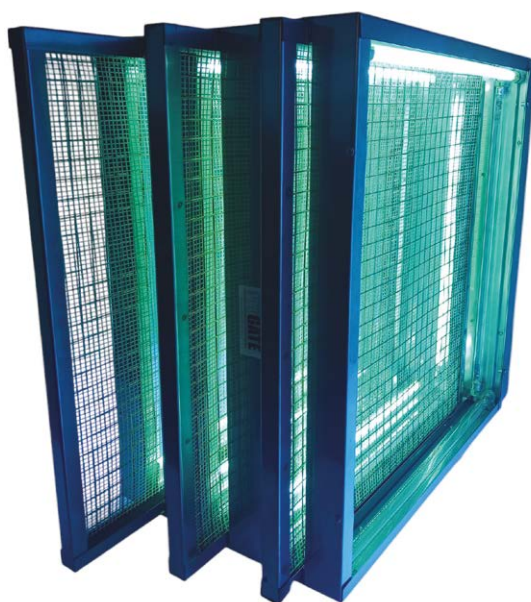
I batteri del genere *Salmonella* trovano il proprio habitat



nell'intestino degli uccelli sani. Si moltiplicano rapidamente nel tratto intestinale, anche durante il cosiddetto stato di portatore asintomatico e il rischio di infezione aumenta in presenza di fattori che indeboliscono l'immunità degli animali, ad esempio un'eccessiva densità nel capannone, una ventilazione inadeguata oppure lettieri umide. La diffusione dei virus e dei batteri può avvenire anche attraverso mangimi, acqua, feci, attrezzature e mezzi di trasporto contaminati, oltre che attraverso l'uomo, i cui indumenti, calzature o attrezzature contaminati, possono portare alle infezioni.

L'uso di antibiotici negli allevamenti avicoli è consentito solo durante la terapia e sotto stretto controllo veterinario. Al termine della terapia antibiotica è previsto un periodo di sospensione, ovvero il tempo necessario affinché i componenti del farmaco si decompongano fino a un livello sicuro per la salute umana. Il divieto di utilizzare gli antibiotici per la profilassi rende difficile proteggere il

▲ **Figura 1 - PHOTOCATALYTIC GATE**



▲ **Figura 2 - Fattori che determinano l'efficacia del processo di fotocatalisi**

pollame dalle infezioni.

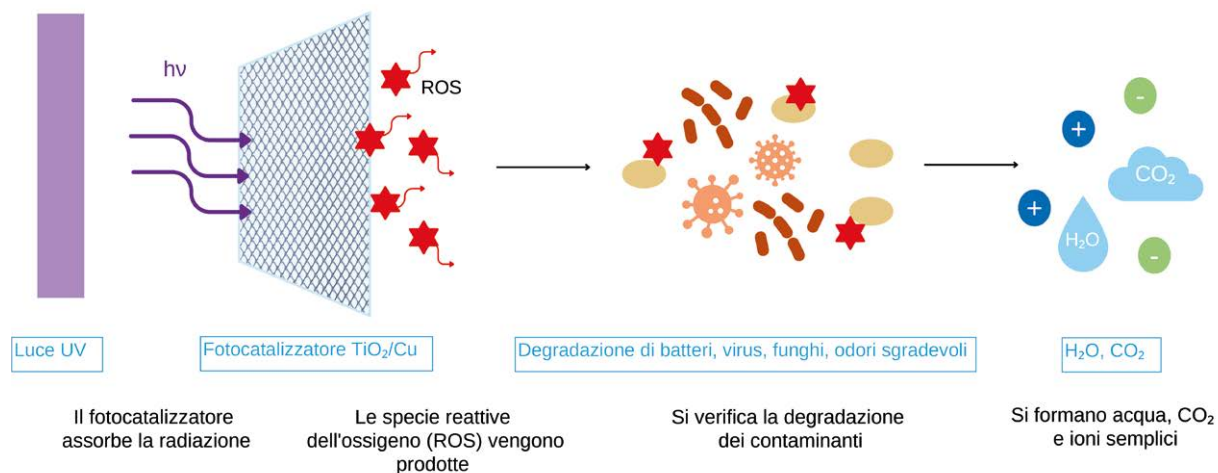
Un problema non trascurabile, soprattutto nelle aziende avicole, è rappresentato dai cattivi odori emessi nell'ambiente. Le lamentele e le proteste dei residenti rallentano la pianificazione, la costruzione e l'avvio delle aziende avicole. È innegabile che il problema degli odori cattivi influisca negativamente sull'immagine dell'intero settore agricolo, compreso quello avicolo: è necessario pertanto cercare delle soluzioni innovative per affrontare le sfide di una produzione avicola redditizia e sana, che riduca la necessità di terapie farmacologiche, le emissioni di odori molesti e l'inquinamento delle acque. Queste soluzioni devono essere sostenibili e garantire la sicurezza alimentare, per i lavoratori e l'ambiente.

Un sistema unico ed efficace, mirato alla disinfezione dell'aria e delle superfici e dedicato alle strutture zootecniche è PHOTOCATALYTIC GATE® (**Figura 1**). Questa porta fotocatalitica è stata ampiamente testata sia durante gli studi di laboratorio che nelle prove reali, effettuate sulle incubatrici di pollame.

La tecnologia della porta fotocatalitica si incardina sul fenomeno della fotocatalisi, in cui due elementi chiave - un fotocatalizzatore adatto e una fonte di luce appropriata - consentono la decomposizione dei contaminanti organici e microbici (**Figura 2**).

Il componente attivo del sistema è un fotocatalizzatore, il biossido di titanio (TiO_2), che quando viene illuminato con la luce UV assorbe il biossido di titanio (TiO_2) che, in presenza di ossigeno e umidità, porta alla produzione di composti reattivi dell'ossigeno (ROS) come il radicale idroperossido ($\text{HO}_2\cdot$), il radicale idrossile ($\text{HO}\cdot$) e il perossido di idrogeno (H_2O_2) (**Figura 3**). Per l'efficacia della porta fotocatalitica è fondamentale la scelta di un'adeguata fonte di luce UV, che consenta lo svolgimento della reazione di ossidazione e che generi inoltre piccole

▲ **Figura 3 - Schema del processo di fotocatalisi**



quantità di ozono. Grazie al forte effetto ossidante delle molecole ROS, tutti gli inquinanti organici e microbici vengono scomposti (ossidati) in sostanze semplici, come anidride carbonica e acqua.

L'aria contaminata a contatto con la superficie del rivestimento fotoattivo TiO_2 viene ripulita da allergeni, batteri, muffe, lieviti, virus e inquinanti tossici.

Il rivestimento fotocatalitico è stato arricchito con composti di rame per migliorarne l'efficacia nella purificazione dell'aria da vari inquinanti presenti negli allevamenti. Ciò include anche la riduzione degli odori sgradevoli generati, ad esempio, dalla decomposizione delle lettiere e dalla crescita di muffe e funghi, soprattutto nelle aree umide e poco ventilate. L'aggiunta di composti di rame potenzia l'effetto del fotocatalizzatore TiO_2 nella disattivazione delle muffe e dei funghi.

L'efficacia della porta fotocatalitica non è casuale. La ricerca pluriennale in laboratorio per comprendere il meccanismo della fotocatalisi e l'influenza di vari fattori sulla sua efficacia è stata condotta da un team di scienziati esperti, guidati dal professor Wojciech Macyk dal Dipartimento di Chimica presso l'Università Jagellonica.

L'autore della tecnologia di PHOTOCATALYTIC GATE®, che combina la fotocatalisi con una bassa dose di ozono e introduce una serie di soluzioni innovative, è l'ing. Piotr Czech (dezynfekcjapowietrzem.pl), specialista nel campo della ventilazione e dell'aria condizionata. Il suo prototipo installato in un incubatoio avicolo ha portato all'eliminazione degli agenti patogeni, tra cui la *Salmonella spp.* La porta fotocatalitica è stata ottimizzata e sottoposta alle prove presso la ditta InPhoCat dalla dott.ssa Joanna Macyk e dal prof. dr. Wojciech Macyk per quasi quattro anni ed è stato confermato inequivocabilmente che una giusta combinazione di un fotocatalizzatore (TiO_2), della luce UV con una dose minima di ozono (UV/O_3) e dei composti di rame (Cu^{2+}) ha dato risultati eccellenti nei test di durata, decomposizione

di composti organici e, soprattutto, in materia di decomposizione dei contaminanti microbici.

Lo dimostrano, tra l'altro, i test microbiologici condotti sull'aria e sulle superfici in diversi laboratori indipendenti, tra cui:

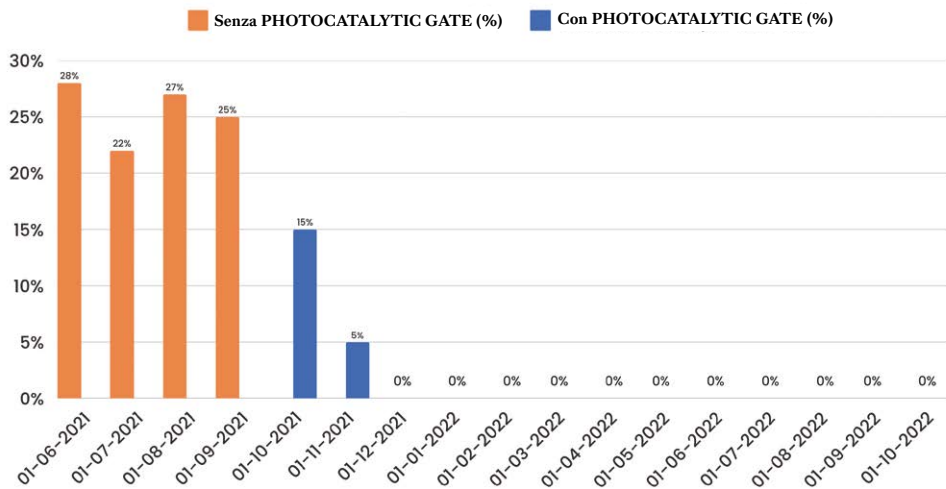
- Test microbiologici sui batteri - *Salmonella enterica*, *Enterococcus faecalis* e *Staphylococcus aureus* nel laboratorio accreditato dell'Istituto di biotecnologia dell'industria agricola e alimentare di Łódź.

- Test microbiologici sui virus involuppati, come coronavirus (incluso SARS-CoV-2), virus del morbillo, virus della varicella, virus dell'influenza, virus dell'herpes simplex, virus dell'HIV, epatite C, epatite B, epatite D, EBOLA e Marburg (test su un ceppo modello di Vaccinia Virus) effettuati presso il Centro di ricerca e sviluppo MEDISEPT Ltd.

- Test contro batteri gram(+) e gram(-) per i ceppi batterici resistenti agli antibiotici: *Klebsiella pneumoniae* NDM-1, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* MRSA, *Clostridium difficile*, *Escherichia coli* ed *Enterococcus hirae* – test condotti presso il Centro di Ricerca e Sviluppo MEDISEPT Sp. z o.o di Lublino.

- Test microbiologici sui ceppi di *Staphylococcus aureus* ed *Escherichia coli* presso il laboratorio autonomo Mikrografia. I test effettuati in condizioni reali in un impianto di incubazione di pollame [ZWD] hanno confermato che il problema della presenza della *Salmonella* si è verificato nonostante l'applicazione delle procedure standard di biosicurezza. Nel 28% dei campioni analizzati, la presenza di *Salmonella* è stata confermata prima dell'applicazione della tecnologia della porta fotocatalitica (barre rosse nella Figura 4). Dall'implementazione della tecnologia PHOTOCATALYTIC GATE insieme alle misure di biosicurezza, la *Salmonella* è stata ridotta (barre blu nella Figura 4) e infine eliminata nel 100% dei casi (valore 0% nella Figura 4).

▲ **Figura 4** - Il grafico a barre presenta l'incidenza di *Salmonella* prima e dopo l'installazione PHOTOCATALYTIC GATE nell'incubatoio (risultati dei test sulla lanugine proveniente dalle camere di schiusa e dai tamponi di superficie).



I risultati dei test effettuati confermano dunque l'elevata efficienza del sistema fotocatalitico. L'efficacia microbiologica in condizioni reali è stata confermata dal lavoro scientifico e di ricerca svolto da un team di zooigienisti e microbiologi guidati dal Prof. Marcin Lis, MD, PhD, dell'Università di Agricoltura di Cracovia presso un'avannotteria a Cracovia. Dopo l'installazione delle porte fotocatalitiche è stata osservata una riduzione della popolazione

di microrganismi aerobi mesofili nei seguenti punti di misurazione: l'unità di trattamento aria delle incubatrici - di 0,7 log ufc/25 cm² e l'unità di trattamento aria delle camere di schiusa - di 0,3 log ufc/25 cm². Le porte fotocatalitiche sono state efficaci nel ridurre il numero di Enterobacteriaceae, Stafilococchi e funghi nell'unità di trattamento aria delle incubatrici. Hanno anche ridotto il numero dei funghi nell'unità di trattamento aria delle camere di schiusa (**Tabella 1**).

Inoltre, utilizzando il metodo di sedimentazione di Koch, è stato dimostrato che l'uso delle porte fotocatalitiche ha permesso di ridurre completamente la popolazione microbica nell'aria (fino allo zero) sulle superfici particolarmente esposte alla contaminazione microbica, come la superficie piana dell'unità di trattamento aria nel magazzino dei pulcini, la superficie piana dell'unità di trattamento aria delle incubatrici e la superficie piana dell'unità di trattamento aria delle camere di schiusa. Il numero di 4900-5000 ufc/100

■ **Tabella 1** - Conta microbica [log ufc/25 cm²] sulla superficie dei punti chiave nell'impianto avicolo, misurata prima e dopo 30 giorni dall'applicazione della porta fotocatalitica.

Luogo di campionamento		Conta microbica totale		Bacilli enterici		Stafilococchi	
		Prima	Dopo	Prima	Dopo	Prima	Prima
Unità trattamento aria	davanti porta	2.49	2.48	1.00	0.78	1.80	0.90
	dietro porta		1.78		0		0.60
Incubatrice	Terzo giorno di incubazione	0	0	0	0	0	0
	Incubazione di 17 giorni	0	0	0	0	0	0
Unità trattamento aria camere di schiusa	davanti porta	1.58	1.25	0	0	0	0
	dietro porta		0.90		0		0
Camere di schiusa dopo nascita polli		2.49	1.90	0	0	0	0
Magazzino pulcini dopo svuotamento		2.32	1.08	0	0	1.53	0.30
Unità trattamento aria del magazzino pulci	davanti porta	2.48	1.78	0	0	0	0
	dietro porta		1.78		0		0

cm³, riscontrato nella camera dopo la schiusa e nell'unità di trattamento aria del magazzino davanti alla porta fotocatalitica, è caratteristico nel caso di ambienti polverosi con umidità elevata (Tabella 2). Durante lo studio, l'uso della porta fotocatalitica non ha influito sui parametri dell'aria di temperatura, umidità relativa e movimento e non ha influenzato neppure la concentrazione di CO₂. Poiché le concentrazioni di miscele gassose nocive (NH₃ e H₂S) nelle stanze dell'impianto suddetto [ZWD] sono rimaste al di sotto del limite di rilevamento degli strumenti, non è possibile concludere se il dispositivo possa aver influenzato questi parametri. Pur non potendo provarne l'efficacia nei confronti di polveri di diametro compreso tra 2,0 e 10 µm, la porta fotocatalitica in funzione ha decisamente ridotto la concentrazione delle polveri ultrafini respirabili più dannose dall'8% al 31%. È interessante notare che l'effetto verso questa

Punto di misurazione presso l'impianto di incubazione di pollame	Conta microbica totale nell'aria [ufc/100 cm ³]
Unità trattamento aria [UTA] delle incubatrici - ingresso	236
UTA degli incubatori - uscita	158
Incubatrice - 3° giorno di incubazione	158
Camera di schiusa - 17° giorno di incubazione	79
UTA delle incubatrici - ingresso	551
UTA delle incubatrici - uscita	0
Camera di schiusa dopo schiusa	5030
Magazzino pulcini dopo svuotamento	0
UTA per magazzino polli - ingresso	4952
UTA per magazzino polli - uscita	0

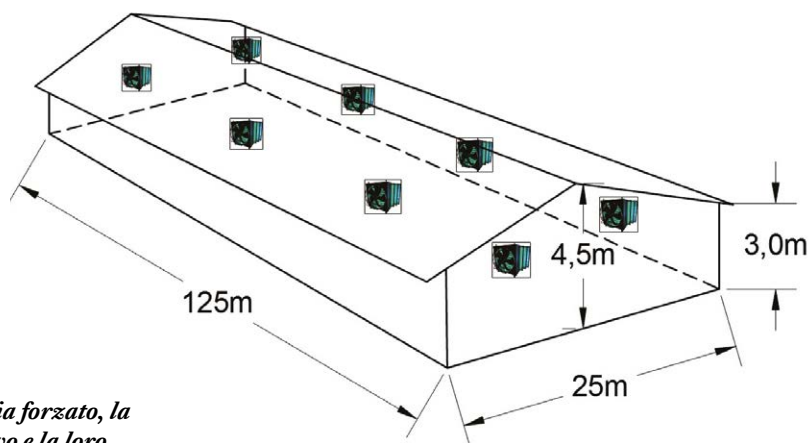
■ *Tabella 2- Contaminazione microbiologica dell'aria nei punti chiave nell'impianto di incubazione.*

Nei macelli le porte fotocatalitiche dovrebbero essere installate in tutte le unità di trattamento dell'aria e i punti chiave di produzione dovrebbero essere dotati di un sistema di disinfezione

frazione di polvere sembra persistere nelle stanze in cui viene immessa l'aria purificata dalla porta fotocatalitica. La concentrazione del nanoparticolato in queste strutture di schiusa e di smistamento si aggirava sull'86-92% del valore misurato nell'aria immediatamente a valle della porta in funzione, e addirittura il 19% nel magazzino dei pulcini. Non sono state osservate delle prestazioni simili nei confronti della frazione di polvere di diametri maggiori. Negli incubatoi dotati di unità di trattamento dell'aria [UTA], le porte fotocatalitiche sono installate sul sistema di aria di mandata all'interno delle unità oppure sul

▲ *Figura 5 - Porte fotocatalitiche installate all'interno dell'unità di trattamento dell'aria di un impianto di incubazione di pollame nell'aria di mandata.*





▲ **Figura 6 - Apparecchiature con flusso d'aria forzato, la porta fotocatalitica e un filtro UVC innovativo e la loro distribuzione negli allevamenti del pollame.**

condotto di alimentazione (**Figura 5**). È raccomandata anche l'installazione di una porta fotocatalitica alle uscite dell'aria, per contribuire ad attenuare gli odori cattivi nell'aria di scarico. Per la disinfezione dei semirimorchi (con camion isotermici o refrigerati/riscaldati utilizzati per il trasporto), è possibile installare PHOTOCATALYTIC GATE nello spazio in cui si trovano i ventilatori dei sistemi di ventilazione, riscaldamento e raffreddamento del semirimorchio.

Questa tecnologia può essere applicata con successo negli allevamenti avicoli per tutti i tipi di ventilazione forzata:

trasversale, a camino oppure a tunnel, sia in pressione che in depressione, dove sono protette tutte le entrate dell'aria di ventilazione. È possibile utilizzare anche le unità monoblocco, dotate di ventilatori propri e funzionanti con l'aria in circolazione, che permettono di tagliare notevolmente le spese di investimento e di esercizio. Tuttavia, questa soluzione sarà meno efficiente. Nei macelli le porte fotocatalitiche dovrebbero essere installate in tutte le unità di trattamento dell'aria e i punti chiave di produzione dovrebbero essere dotati di un sistema di disinfezione.



FISSA LA DATA & INCONTRA LA FILIERA AVICOLA

Unisciti a Fieravicola Business Club: aree B2b, seminari e professional tour

FIERA VICOLA
INTERNATIONAL POULTRY EXHIBITION

6-7-8 MAGGIO 2025
Martedì, Mercoledì, Giovedì
RIMINI EXPO CENTRE • ITALIA

IN COLLABORAZIONE CON
madeinitaly.gov.it

ITALIA
ITALIAN TRADE SECRET
ICE - Agenzia per la promozione all'estero e
Pubblicizzazione delle imprese italiane

IN CONTEMPORANEA A
MACFRUT 2025