

Animal welfare, etológia és tartástechnológia



Animal welfare, ethology and housing systems

Volume 19

Issue 1

Gödöllő
2023

ÚJ LEHETŐSÉG AZ ÁLLATTARTÓ ÉPÜLETEK LEVEGŐJÉNEK TISZTÍTÁSÁRA

*Póti Péter¹, Vertséné Zándoki Rita¹, Kosztolányiné Szentléleki Andrea¹,
Baschán Árpád², Pajor Ferenc¹*

¹Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Állattenyésztési Tudományok Intézet,
Állattenyésztés-technológiai és Állatjóléti Tanszék

2100 Gödöllő, Páter Károly út 1.

²MIELEMED MPM Kft.

1149 Budapest, Egressy út 27-29. 3/B

Poti.Peter@uni-mate.hu

Received – Érkezett: 22.11.2022.

Accepted – Elfogadva: 03.04.2023.

Összefoglalás

Az istállólevegő számos, az állatok és gondozóik számára káros hatással bíró anyagot tartalmazhat (gázok, por, mikroorganizmusok, vírusok). A legkisebb méretű (<2,5 µm) szálló porrészecskék a mélyebb légutakba is bejutnak, magukkal szállítva a felületükön megtapadt kórokozókat is.

Megfelelő termelési mutatókat csak egészséges állományokban várhatunk, az istállólevegő tisztasága pedig jelentős hatással bír az egészségi állapotra és az állatjólétre. Járványos betegségek (pl. afrikai sertéspestis, baromfiinfluenza) rendszeresen nehéz helyzet elé állítják a tenyésztőket. Az istállóklíma a dolgozók egészségére, közérzetére is hatást gyakorol.

A szerzők célja egy innovatív technológia bemutatása zárt tartástechnológiák levegőjének tisztítására. A MESP technológia (mikroelektrosztatikus kicsapítás) során elektromos mezőjű, szigetelt szűrő kerül alkalmazásra, amely hatékonyan távolítja el a port, gombákat, pollent, kormot, füstöt, és jól hatástalanítja a vírusokat, baktériumokat. Állattartó telepeken, istállókban a technológia még nem került alkalmazásra. Üzemelése során szinte nincs hulladékképződés: a szűrő mosás után azonnal újra használható hatékonyságvesztés nélkül, így a szűrők tervezett élettartama 10 év is lehet. Az ózonképződés gyakorlatilag elhanyagolható. Elektromos ív és szikraképződés, illetve áramütésveszély nincs. Mikrobiális szennyeződéskockázat nem alakul ki. Energiafogyasztása alacsony. Széles hőmérséklet- és páratartományban alkalmazható (-15 °C - 50 °C; akár 100%-os páratartalom).

A semlegesítőképeség vizsgálat során vírusok tekintetében 96,84 - 99,99; baktérium esetén >99,99 %-os hatékonyságot eredményez. A MESP módszer kiváló megoldást jelenthet a zárt tartástechnológiában élő állatállományok járványos megbetegedésektől való megvédésére.

Kulcsszavak: levegőfertőtlenítés, mikorelektrosztatikus kicsapítás, istállólevegő

A new possibility for ensuring clean air in farm buildings

Abstract

Stall air may contain various contaminants (gases, dust, microorganisms, viruses) that are harmful for animals and workers. Smallest dust particles (<2,5 µm) can enter even lower parts of the respiratory system, carrying pathogens on their surfaces.

Proper production level can be expected only in a healthy stock, and air quality has significant effect on health and welfare status of animals. Contagious diseases like African swine fever and

bird flu regularly bring farmers into hard situations. Stall climate also affects health and comfort of farm workers.

Aim of the study was to introduce an innovative technology in air cleansing of indoor livestock housing technologies. In MESP (mikroelektrosztatikus precipitáció) technology, insulated filters with electrostatic maze are applied that remove dust, fungi, black, fume, and inactivate bacteria and viruses. This technology has not been applied in farm buildings yet. MESP technology avoids waste production: filters are ready to be used again after washing, without loss of efficiency, with a lifetime of approximately 10 years. Ozone production is negligible. There is neither electric arc formation, nor danger of electric shock. No risk of microbial contamination takes place. Its energy demand is low. MESP can be applied within wide ranges of temperature and air humidity conditions (-15 °C - 50 °C; even 100% humidity).

In tests, efficiency results for elimination of viruses and bacteria were 96,84 - 99,99% and >99,99%, respectively. MESP technology can be an ideal solution for defence against contagious diseases in indoor housing systems.

Keywords: air purifying, microelectrostatic precipitation, stall air

Az istállólevegő összetételének jelentősége

Az istállólevegő hatása a termelésre

Az istállólevegő - mely zárt tartás esetén nagyon eltérő összetételű lehet a külső levegő összetételétől - számos, az állatok és gondozóik számára káros hatással bíró anyagot tartalmazhat. A levegő szennyező anyagai három fő csoportba sorolhatók: gázok (pl. CO₂, NH₃), por, mikroorganizmusok és vírusok.

A porszennyezettség forrásai a padozat, az alomanyagok, a száraz takarmányok, a külső levegő, a virágpor, valamint az állati eredetű hámsejtek lehetnek. A legmagasabb mértékű porrészecske képződés a baromfiistállóknak figyelhető meg. A por hatása függ az eredetétől, összetételétől, méretétől. A porkoncentráció meghatározása szemcseméret alapján történik. A 10 mikrométernél kisebb átmérőjű lebegő porszemcsék a szervezetre a legveszélyesebbek. A 10µm, 4µm, 2.5µm és 1µm nagyságokat külön mérik, ezekre a PM₁₀ és a PM_{2,5} stb. jelölést használjuk. A legkisebb szálló por a PM_{2,5}, ennél már csak a vírusok és baktériumok kisebbek: azok pont ezekhez a nagyon kicsi porszemcsékhez kapcsolódva jutnak be a légterbe (Aarnik és mtsai, 2011; Predicala és mtsai, 2013; deRoos és mtsai, 2019; Yuferev, 2022). Az istállólevegő maximális porrészecske tartalmát 150/ml-ben határozták meg (Aarnik és mtsai, 2011).

A kórokozók az istállólevegőbe kerülhetnek a külső levegőből (szellőztetés), illetve trágyából, vizeletből, alomanyagokból, takarmányból, állatok váladékaiból. Zárt tartásban a meleg levegő a magas páratartalommal párosulva a csírák gyors terjedését biztosítja (Adams és mtsai, 2022). Az istálló berendezéseinek tisztítása nem jelent garanciát a levegő csírafejlődés elleni védelmére vonatkozóan. A kórokozók jelenléte a porszennyezettséggel együtt értékelendő, hiszen mennyiségük szorosan összefügg a por mennyiségével. A porszemcsék a mélyebb légutakba is bejuthatnak (0-5 mikrométer méretűek), magukkal szállítva a felületükön megtapadt kórokozókat is (Hamamura és Park, 2010; Lee és mtsai, 2021; Adams és mtsai, 2022; Yuferev és mtsai, 2022).

Az istállólevegő minősége alapvetően befolyásolja a termelés gazdaságosságát. Megfelelő termelési mutatókat csak egészséges állományokban várhatunk, és az istállólevegő tisztasága nagy hatással bír az egészségi állapotra és az állatok jóllétére. A por az állatokra toxikus, irritáló, allergiát okozó hatással bír, amely elsősorban a bőr, szem, légzőszervek nyálkahártyáinak megbetegedését idézi elő; valamint a szemcsék felületén tapadó kórokozók révén fertőzéseket közvetít (Anderson és mtsai, 2020; Yuferev, 2022). A betegségek megelőzése

kiemelkedő fontossággal bír, hiszen a betegségekkel sújtott állatállományokban a csökkent termelési paramétereken kívül a magas kezelési költségekkel (állatorvos, gyógyszerek) is szembe kell nézni, valamint bizonyos betegségek esetén az egyedek, vagy akár az egész állomány kényszervágására is sor kerülhet. A járványos betegségek, mint pl. afrikai sertéspestis, illetve baromfiinfluenza, rendszeresen nehéz helyzetek elé állítják a hazai tenyésztőket is.

Mint ahogy Európa legtöbb országába, Magyarországra is a területén vonuló vadmadárfajokkal jutott be a madárinfluenza vírusa. A betegséget a madarak legkönnyebben ürülékkel tudják átadni egymásnak. Nincs szükség tehát az egyedek közvetlen érintkezésére; elegendő, ha a vírust hordozó madár ürüléke szalmával, takarmánnyal bejut a tartástechnológiába. Az ürüléken kívül a fertőző madár tolla is fertőző forrás lehet (Al-Abassi és mtsai, 2004; Kammon és mtsai, 2022). Leggyakrabban a fertőző ürülékkel szennyezett alomanyaggal, szalmával, takarmánnyal, de sok esetben az állatgondozók cipő talpával, ruhájával kerül be a fertőzés a baromfiólba, illetve a zárt baromfitartó épületbe. A hazai esetek és külföldi tapasztalatok is igazolják, hogy a madárinfluenza vírust a téli hideg sem mindig képes elpusztítani, alacsony hőmérsékleten is fertőzőképes marad (http1; Erastova és mtsai, 2022).

Az állatállományon kívül, a nem megfelelő istállóklíma a dolgozók egészségére és közérzetére is negatív hatást gyakorol (Zhiping és mtsai, 1996; Schiffmann és mtsai, 2005; Ogunleye és mtsai, 2022).

Az istálló levegőjét szennyező anyagok csökkentésére illetve kiküszöbölésére több megoldást is javasolnak.

A külső eredetű por koncentrációja csökkenthető az istálló megfelelő elhelyezésével, védő fasor telepítésével, a szellőztető berendezéseknél porszűrő használatával (Mostafa és Boeschler, 2011; Winkel és mtsai, 2017). A belső porképződés csökkenthető a takarmányok óvatos kezelésével, az istálló gyakori takarításával, óvatos alomcserével (előtte nedvesítést alkalmazva), a páratartalom és hőmérséklet megfelelő szinten tartásával (a páracseppek segítik a porszemek ülepedését, a magas hőmérséklet pedig a levegőbe emelkedésüket), illetve levegőtisztító berendezések alkalmazásával (Chang és mtsai, 2001; Mostafa és Boeschler, 2011; Manuzon és mtsai, 2014; Yuferev és mtsai, 2022).

Az istállólevegő csíráterhelése csökkenthető minden olyan módszerrel, amely a porkoncentrációt csökkenti, valamint a megfelelő egyedsűrűség kialakításával, a trágya és vizelet rendszeres eltávolításával, a megfelelő minőségű takarmány és alomanyag használatával, rendszeres takarítással (Hamamura és Park, 2010; Yuferev és mtsai, 2022). Ideálisnak tekinthető az olyan istállólevegő tisztító technológia, amely lehetővé teszi mind a szálló por, mind a kórokozók eltávolítását az istállólevegőből.

Légtisztítási technológiák

Többféle technológiával előállított levegőtisztító berendezés létezik, a maguk előnyeivel és hátrányaival.

Azok a módszerek, amelyek poreltávolító, pormegsemmisítő hatással nem rendelkeznek, nem jelentenek teljesen hatékony megoldást, mivel ez esetben a levegőben lévő kórokozók száma csökken, de a leülepedett porszemcsékhez tapadva még mindig jelen vannak az istállóban, és bármikor a levegőbe kerülhetnek (légmozgás hatására).

A főbb légtisztítási technikák az 1. táblázatban láthatók, előnyeiket és hátrányaikat összefoglalva.

1. táblázat: Levegőtisztítási módszerek előnyei és hátrányai

Alkalmazott technika(1)	Előny(2)	Hátrány(3)
HEPA szűrő(4)	poreltávolítási hatékonyság magas(14)	nem pusztítja el a kórokozókat(23)
UV sugárzás(5)	tárgyakat hatékonyan fertőtleníti(15)	áramló levegő fertőtlenítésére nem alkalmas, poreltávolítás nincs(24)
Ózon(6)	hatékony fertőtlenítés(16)	egészségre ártalmas(25)
Elektrosztatikus ESP(7)	hatékony sterilizálás és részecske eltávolítás(17)	ózontermelés: egészségre ártalmas(26)
Fotokatalizátor(8)	hatékony fertőtlenítés(18)	poreltávolítás nincs(27)
Plazma(9)	hatékony levegősterilizálás(19)	poreltávolítás igen gyenge(28)
Bipoláris ionizáció(10)	hatékony levegősterilizálás(20)	poreltávolítás igen gyenge(28)
Vegyszerek (peracetsav, hidrogénperoxid)(11)	kórokozók hatékony pusztítása(21)	mérgező hatás(29)
Negatív ionok(12)		gyenge sterilizáló és részecskeeltávolító hatás(30)
MESP(13)	hatékony levegőfertőtlenítés és részecskeeltávolítás(22)	

http2 nyomán

Table 1. Advantages and disadvantages of different air purifying and air sterilizing methods.

Technique(1); Advantage(2); Disadvantage(3); HEPA filter(4); UV radiation(5); Osone(6); Electrostatic ESP(7); Photocatalisation(8); Plasma(9); Bipolar ionization(10); Chemicals (peracetate; hydrogen-peroxide)(11); Negative ions(12); MESP(13); high dust elimination(14); efficient disinfection of objects(15); Efficient disinfection(16); Efficient sterilization and particle elimination(17); Efficient disinfection(18); Efficient air sterilization(19); Efficient air sterilization(20); Efficient elimination of pathogens(21); Efficient air disinfection and elimination of particles(22); Does not kill pathogens(23); Not suitable for disinfection in air flow; no particle elimination takes place(24); Harmful for human and animal health(25); Osone production (harmful for human and animal health)(26); No particle elimination(27); Weak particle elimination(28); Poisoning effect(29); Weak sterilizing and particle eliminating effect(30)

A kizárólag szűrőket alkalmazó technológiák hátrányai - azon kívül, hogy a kórokozókat bár kiszűrjük, de nem semmisítik meg - hogy csökkentik a légszállítás kapacitását, növelik a légmozgatás energiaszükségletét, a szűrőbetétek rövid idő alatt telítődnek, ezért gyakori cseréjük szükséges. Elmaradása esetén jelentősen romlik a szellőztetés hatékonysága. A szűrők cseréje szakértelmet, precíz, pontos munkavégzést, az elhasznált szűrők tárolása, kezelése, megsemmisítése jelentős humán-, állategészségügyi, valamint környezeti kockázatot jelent, amely elvégzése egyben jelentős költséget igényel.

A MESP technológia

A MESP általános jellemzői

A MESP technológia (mikroelektrosztatikus precipitátor – mikroelektrosztatikus kicsapódás) során erős elektromos mezőjű, szigetelt szűrő kerül alkalmazásra, amely rendkívül hatékonyan távolítja el a levegőben szálló részecskéket, gombákat, port, polleneket, kormot, füstöt, és erőteljesen hatástalanítja a vírusokat és baktériumokat. Állattartó egységekben a technológia még nem került alkalmazásra.

Legfontosabb jellemzői:

- nincs hulladékképződés: mosható és újra felhasználható szűrők, rendkívüli költséghatékonysággal. A szűrők tervezett élettartama akár 10 év is lehet (AQT laboratóriumi teszt: a MESP szűrők porleválasztási hatékonysága 100-szoros mosás után mindössze 1,3%-kal csökkent).
- ózonképződés: max. 10 ppb
- levegőtisztítás- és sterilizálás: gombák, vírusok, baktériumok pollenek, korom, füst, por ellen
- nincs hatékonyságvesztés a szűrő mosása után, azt követően azonnal használható
- nincs elektromos ív és szikraképződés, nincs áramütésveszély
- nincs mikrobiális szennyeződésveszély
- alacsony energiafogyasztás, alacsony légellenállás, energiatakarékos és környezetbarát (sokkal kisebb légellenállása miatt már sokkal kisebb légáramlási sebesség mellett is ugyanolyan hatékonysággal működik; a kisebb légáramlás kisebb áramfogyasztást, kevesebb energiaigényt jelent)
- tűzállóság
- széles hőmérséklet- és páratartomány: -15 °C és 50 °C között, akár 100 %-os páratartalommal is használható
- emberi jelenlét mellett is használható
- könnyű telepítés és karbantartás

A MESP technológia különböző kórokozókra vonatkozó semlegesítőképeség vizsgálati eredményei

A fertőtlenítő képesség értékelése minden bemutatott vizsgálat esetén tesztkamrákban történt, független, akkreditált kutató laboratóriumok által. A következő kórokozókra vonatkozó semlegesítőképeséget vizsgálták eddig aeroszolokban:

- SARS-CoV-2 (izolátum: USA-CA1/2020 GenBank: MN994467.1; laboratórium: Innovative Bioanalysis Inc; 3188 Airway Ave Suite D Costa Mesa, CA 92626; forrás: Yee és mtsai, 2021)
- Influenza A vírus (A/PR8/34 H1N1; laboratórium: Guang Zhou Institute of Biotechnology, 510063 Guandong, Huangpu District, Guangzhou, Jiantashan Road 1.; forrás: [http3](#))
- *Staphylococcus albus* baktérium (laboratórium: Shanghai WEIPU Testing Technology Group Co. LTD; 200441 Shanghai, Baoshan District, Changjiang Road 48. 1-3.; forrás: *Test Report of WEIPU Testing Technology, 2022*)

A fenti vizsgálatok során biztosított környezeti feltételeket a 2. táblázat mutatja be.

2. táblázat: A levegőtisztító képesség mérése során biztosított hőmérsékleti és páratartalmi értékek a különböző kórokozók vizsgálata esetén

Kórokozó(1)	Hőmérséklet, °C(2)	Páratartalom, % (3)	Forrás(4)
SARS-CoV-2	21,6	46%	Yee és mtsai, 2021
Influenza A vírus	23-25	50-60	http3
<i>Staplylococcus albus</i>	20-25	50-70	WEIPU, 2011

Table 2: Temperature and humidity parameters in testing boxes
Pathogen(1); Temperature, °C(2); Humidity, %(3); Source(4)

A különböző kórokozók ellen, különböző laboratóriumokban tapasztalt semlegesítőképeségeik eredményeit a 3. táblázatban foglaljuk össze.

3. táblázat: A fertőtlenítés hatékonyság vizsgálat eredményei MESP technológia (Airquality MESP® Air Sterilizing Purifier) esetén

Kórokozó(1)	aeroszol TCID50/m ³ bemenet(2)		aeroszol TCID50/m ³ MESP után(3)		Forrás(4)
	SARS-CoV-2	minta 1(5)	6,02 x 10 ⁶	6,02 x 10 ²	
	minta 2(6)	6,02 x 10 ⁶	6,02 x 10 ²	6,02 x 10 ²	
	minta 3(7)	6,02 x 10 ⁶	6,02 x 10 ²	6,02 x 10 ²	
Influenza A vírus	minta 1(5)	7,48 x 10 ⁵	1,6 x 10 ³	1,6 x 10 ³	http3
	minta 2(6)	5,06 x 10 ⁵	1,6 x 10 ³	1,6 x 10 ³	
	minta 3(7)	3,42 x 10 ⁵	1,6 x 10 ³	1,6 x 10 ³	
		aeroszol cfu/m ³ bemenet(8)	aeroszol cfu/m ³ MESP után(9)	Forrás(4)	
<i>Staplylococcus albus</i>	minta 1(5)	1,2 x 10 ⁵	0,0	WEIPU, 2011	
	minta 2(6)	1,0 x 10 ⁵	0,0		
	minta 3(7)	1,1 x 10 ⁵	0,0		

TCID50 = Tissue Culture Infectious Dose (szövetkultúra fertőző dózis) a vírusnak az a hígítása, amely az assay körülményei között várhatóan a leoltott szövetkultúrák felét megfertőzi(10)

cfu = Conony Forming Unit (telepképző egység)(11)

Table 3: Efficiency of MESP technology (Airquality MESP® Air Sterilizing Purifier) against different pathogens.

Pathogen(1); aerosol TCID50/m³ input(2); aerosol TCID50/m³ output(3); source (4) ;sample1(5); sample2(6); sample3(7); aerosol cfu/m³ input(8); aerosol cfu/m³ output(9); TCID50 = Tissue Culture Disinfection Dose: dilution rate of the virus that is expected to infect half of the tissue culture in assay(10); cfu = coliny forming unit(11)

A semlegesítési képesség PM2,5 alatti porrészecskék esetén, 24 órás működtetés alatt 94,3 % volt.

A Covid-19 vírus elleni fertőtlenítési hatékonyság az aeroszolban mért értékek alapján 99,99%-nak bizonyult.. Három ismétlés során azonos fokú hatékonyságot tapasztaltak. A két kontroll levegőmintában a koncentráció 21,6 °C-on, 46% páratartalom mellett 6,06 x 10⁶ –ról 5,43 x 10⁶ –ra és 5,41 x 10⁶-ra változott a vizsgálat ideje alatt (Yee és mtsai, 2021).

Influenza vírus tekintetében 30m²-es teszt kamrában 60 perces időtartam alatt, 23-25 °C-on, 50-60 % relatív páratartalom mellett, 96,84 – 98,71%-os semlegesítő képességet

tapasztaltak, 3 ismétlésben végzett vizsgálat során. A kontroll mintákban ezzel szemben, azonos hőmérséklet és páratartalom mellett, a vírus természetes pusztulási aránya 83,40 – 85,22% volt (*http3*).

Staphylococcus albus baktériumok esetén MESP technológia alkalmazásával mindhárom vizsgálati mintában >99,99%-os fertőtlenítési hatékonyságot értek el. Azonos feltételek (20 m³ tesztkamra, 20-25°C, 50-70% páratartalom) mellett a kontroll mintákban a természetes pusztulási ráta mindössze 23,50 – 26,72% volt (*WEIPU*, 2011).

A mérések eredményei egyértelműen bizonyítják a technológia hatékonyságát.

Következtetések

Az istállólevegő összetétele igen jelentős hatással bír mind az ott termelő állatok, mind az ott dolgozó személyek jóllétére, egészségi állapotára, így befolyásolja a termelési mutatókat. A porkoncentráció csökkentésére, illetve a járványos megbetegedések elleni védelem szempontjából mindenképpen előnyös a levegőtisztító eszközök alkalmazása zárt tartástechnológia esetén.

Olyan levegőtisztító eszközökre van szükség, amelyek a patogéneket nemcsak kiszűrik, hanem semlegesítik is; egyidejűleg alkalmasak az istálló pormentesítésére – hiszen a kórokozók egy része a mikro-porszemcsékkel kerül a légutakba –; mindemellett üzemeltetésük gazdaságos és környezetbarát.

A MESP technológia megfelel az említett feltételeknek. Magas hatékonyságúnak bizonyult mind a legkisebb szemcseméretű (PM 2,5) por semlegesítésében, mind a vírusok és baktériumok eliminálásában. A kifejezetten állatpatogén kórokozók elleni hatékonyság vizsgálata zárt tartástechnológiában folyamatban van.

Az istállóban meglévő szellőztetési rendszerek kompatibilis része, valamint a saját ventilátorral rendelkező szellőztető készülékek önálló, a szellőztető rendszertől független eleme lehet.

Irodalomjegyzék

- Aarnink, A.J.A.; Cambra-López, M.; Lai, T.L.H.; Ogink, N.W.M.* (2011): Deeltjesgrootteverdeling en bronnen van stof in stallen: samenvattende rapportage. Wageningen UR Livestock Research. Rapport 452. <https://research.wur.nl/en/publications/deeltjesgrootteverdeling-en-bronnen-van-stof-in-stallen-samenvatt>
- AlAbassi, A.M.; Sultan, N.; Witwit, M.L.* (2006): Facts of Bird Flue. *Medical Journal of Babylon*, 3. 3–4.
- Anderson, B.; Yondon, M.; Bailey, E.; Gray, G.C.* (2020): Environmental Bioaerosol Surveillance as an Early Warning System for Pathogen Detection in North Carolina Swine Farms: A Pilot Study. *Transboundary and Emerging Diseases*, 68. 12. <https://doi.org/10.1111/tbed.13683>
- Chang, C.W.; Chung, H.; Huang, C.F.; Su, H-S.* (2001): Exposure assessment to airborne endotoxin, dust, ammonia, hydrogen sulfide and carbon dioxide in open style swine houses, *Annals of Occupational Hygiene*, 45. 6. 457–465. DOI: 10.1093/annhyg/45.6.457
- Erastova, D.A.; Galbraith, J.A.; Cain, K.E.; Stanley, M.T.* (2022): Effects of urban sugar water feeding on bird body condition and avian diseases. *Avian Biology Research* 15. 3. 175815592211101. doi: 10.1177/17581559221110107
- Hamamura, T. – Park, J.H.* (2010): Regional Differences in Pathogen Prevalence and Defensive Reactions to the "Swine Flu" Outbreak among East Asians and Westerners. *Evolutionary Psychology*, 8. 3. 506–515.

- Kammon, A.; Doghman, M.; Eldaghayes, I. (2022): Surveillance of the spread of avian influenza virus type A in live bird markets in Tripoli, Libya, and determination of the associated risk factors. *Veterinary World*, 15. 7. 1684–1690. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2022.1684-1690>
- Lee, M. ; Koziel, J.A. ; Macedo, N. ; Paris, N.V. (2021): Mitigation of Particulate Matter and Airborne Pathogens in Swine Barn Emissions with Filtration and UV-A Photocatalysis. *Catalysts*, 11. 11. 1302. <https://doi.org/10.3390/catal11111302>
- Manuzon, R. ; Zhao, L.W. ; Gecik, C. (2014): An optimized electrostatic precipitator for air cleaning of particulate emissions from poultry facilities. *ASHRAE Transactions*, 120. 490–503.
- Ogunleye, T.; Taiwo, A.M.; Akinhanmi, T.F.; Arowolo, T. (2022): Assessment of air quality, health status and lung function of workers from selected poultry management systems in Ogun State, Nigeria. *Clinical Epidemiology and Global Health*, 18. 4. 101159 <https://doi.org/10.1016/j.cegh.2022.101159>
- Mostafa, E.; Buescher, W. (2011): Indoor air quality improvement from particle matters for laying hen poultry houses. *Biosystems Engineering*, 109. 1. 22-36. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2011.01.001>
- Predicala, B.Z.; Alvarado, A.C.; Girard, M.; Belzile, M.; Lemay, S.; Feddes, J. (2013): Effectiveness of an innovative air cleaning system for reducing ammonia, dust and odor emissions from swine barns. Conference: 2013 Kansas City, Missouri, July 21 - July 24, 2013. Published by the American Society of Agricultural and Biological Engineers, St. Joseph, Michigan. <https://doi.org/10.13031/aim.20131620703>
- Schiffmann, S.; Studwell, C.E.; Landerman, L.; Sundry, J.S. (2005): Symptomatic Effects of Exposure to Diluted Air Sampled from a Swine Confinement Atmosphere on Healthy Human Subjects. *Environmental Health Perspectives*, 113. 5. 567–576. <https://doi.org/10.1289/ehp.6814>
- de Rooij, Smit, L.A.M.; Erbrink, E.J.; Hagens, T.J.; Hoek, G.; Ogink, N.W.M.; Wounters, I.M. (2019): Endotoxin and particulate matter emitted by livestock farms and respiratory health effects in neighboring residents. *Environment International*, 132. 105009. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105009>
- WEIPU Testing Technology (2022): Test Report nr. SHA01-22070446-JC-01EN
- Winkel, A.; Mosquera, J.; Aarnik, A.J.; Ogink, N.W.M. (2017): Evaluation of manure drying tunnels to serve as dust filters in the exhaust of laying hen houses: Emissions of particulate matter, ammonia, and odour. *Biosystems Engineering* 162. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2017.07.006>
- Yee, D. ; Kabbani, S. ; Brockman, A. ; Noble, K. (2021): Efficacy of the airquality AHU-MESP air purifier against SARS CoV2. <https://en.airquality.com/docs/FAH%20SARS-CoV-2%20disinfection%20performance%20IBA%20Lab%20report.pdf>
- Yuferev, L. Yu. (2022): Testing a combined electrical installation and air disinfection in a poultry house. *Agricultural Engineering (Moscow)*, 24. 3. Farm machinery and technologies. <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2022-3-45-50>
- Zhiping, W. ; Malmberg, P. ; Larsson, B-M. ; Anita, S. (1996): Exposure to bacteria in swine-house dust and acute inflammatory reactions in humans. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 154. 5. 1261–1266. <https://doi.org/10.1164/ajrccm.154.5.8912733>

http1: <https://www.mme.hu/madarinfluenza-informaciok-0>

http2: www.nuxon.hu

http3:

https://d3pcsg2wj9izr.cloudfront.net/files/114030/download/1032258/114030_19_20210712060743763671.pdf