

Egy mikrobiális alom- és trágyakezelő szer hatása a baromfiistálló mikroklímájára (környezetére) és az almos trágya minőségére

*Horváth Kende, Czirik Martin, Kosztolányiné Szentléleki Andrea[✉],
Kótiné Seenger Julianna, Póti Péter*

*Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Állattenyésztési Tudományok Intézet,
Páter Károly u. 1., 2100 Gödöllő*

Received: 18.06.2025.

Accepted: 22.06.2026.

Összefoglalás: Egy magyarországi tyúktelepen végzett kísérlet során vizsgáltuk egy új fejlesztésű mikrobiológiai alom- és trágyakezelő készítmény hatását a zárt istálló tartás környezeti paramétereire és a képződő trágya minőségére. Két ólban (istállóban) alkalmaztuk a kezelő szert, egy ól pedig kezeletlen kontrollként szolgált. A kezelést követően több héten át mértük az istállók levegőjének hőmérsékletét, relatív páratartalmát, ammónia- és oxigénkoncentrációját, valamint a trágyából rendszeres időközönként mintát vettünk mikrobiológiai és kémiai elemzésre. Eredményeink szerint az alomkezelő szer használata javította az istálló mikroklímáját: a kezelt ólakban alacsonyabb ammónia-koncentrációt és magasabb oxigénszintet detektáltunk, mint a kontroll ólban. Az alomkezelés hatására a trágya nedvességtartalma csökkent és magasabb lett a szárazanyagra vonatkoztatott nitrogéntartalma, ami arra utal, hogy kevesebb nitrogén veszett el ammónia formájában. A kezelt almos trágyaminták öszmikrobiológiai aktivitása meghaladta a kontrollmintákét, ezáltal feltételezhetően a szer elősegítette a szerves anyagok (pl. cellulóz) lebomlását. Ezenfelül, a kontroll trágyában több, antibiotikumoknak ellenálló baktériumtörzset mutattunk ki, míg a kezelt trágyában nem találtunk jelentős antibiotikum-rezisztens flórát, ami a kezelés közvetett fertőtlenítő hatását bizonyítja. A mikrobiális alomkezelő szer alkalmazása kedvezően hatott mind az állatok számára fontos belső környezetre, mind a trágya minőségére, ezáltal hozzájárulhat az állatjóléti, gazdasági és környezeti szempontból fenntarthatóbb baromfitermeléshez.

Kulcsszavak: baromfitrágya, alomkezelő szer, istálló mikroklíma, antibiotikum-rezisztens baktériumok

The effect of a microbe-based litter and manure treatment on the microclimate of poultry house and litter quality

*Kende Horváth, Martin Czirok, Andrea Kosztolányi Szentléleki[✉],
Julianna Kóti Seenger, Péter Póti*

*Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Animal Sciences,
Páter Károly 1, 2100 Gödöllő, Hungary*

Abstract: In a study conducted at a commercial poultry farm in Hungary, the effects of a newly developed microbe-based litter and manure treatment on environmental parameters within an indoor housing system and on litter quality were investigated. Microbial litter treatment agent was applied in two poultry houses, whereas a third house served as an untreated control. Following treatment, indoor air temperature, relative humidity, ammonia concentration, and oxygen concentration were monitored for several weeks. Litter samples were collected periodically and subjected to microbiological and chemical analyses. Our results demonstrated that application of the microbial litter treatment improved the indoor microclimate, as evidenced by lower ammonia concentrations and higher oxygen levels in the treated houses compared with the control. The treatment reduced litter moisture content and increased nitrogen content based on dry matter, indicating reduced nitrogen losses via ammonia volatilization. Furthermore, the treated litter exhibited greater microbiological activity than the control litter, suggesting enhanced degradation of organic matter, including cellulose. Furthermore, a greater number of antibiotic-resistant bacterial strains were detected in the control litter, whereas no significant antibiotic-resistant microbial population was identified in the treated litter, suggesting an indirect sanitizing effect of the treatment. Overall, application of the microbial litter treatment improved both indoor environmental conditions and litter quality, thereby contributing to more sustainable poultry production from animal welfare, economic, and environmental perspectives.

Keywords: poultry litter, microbial litter treatment, poultry house microclimate, antibiotic-resistant bacteria

Bevezetés

A baromfiistállók mikroklimatikus paraméterei – például a hőmérséklet, az ammónia-koncentráció, a páratartalom, az oxigénszint és egyéb gázok – közvetlenül befolyásolják az állatok élettani folyamatait, anyagcseréjét, stresszreakcióit és termelési teljesítményét (Molnár, 2019; Sheikh et al., 2018). Az állomány egészségének és jóllétének fenntartása érdekében ezért kiemelten fontos e tényezők folyamatos monitorozása és optimális szinten tartása. Becslések szerint a baromfiágazat ammónia-kibocsátása világszerte a mezőgazdasági eredetű NH₃ emisszió mintegy 13%-át teszi ki (Uwizeye et al., 2021), így a baromfitermelés légszennyező és klímaterhelő hatása sem elhanyagolható. A nem megfelelő istállóklíma – különösen a tartósan magas ammóniaszint – rontja a baromfifélek termelési eredményeit és egészségét (Sheikh et al., 2018). Már az ammónia 25 ppm feletti koncentrációja is jelentős teljesítménycsökkenést és egészségkárosodást okozhat (Sheikh et al., 2018; Naseem és King, 2018), ezért zárt tartású rendszerekben kerülni kell az ilyen szint tartós fennmaradását.

A nedves trágya és a magas páratartalom elősegíti az ammónia fokozott képződését és kibocsátását (Sheikh et al., 2018; Mou et al., 2025). A felszabaduló ammónia irritálja a légutak nyálkahártyáját, növelve a légzőszervi fertőzések – különösen az *E. coli* okozta megbetegedések – kockázatát (Soliman et al., 2017; Fatoba et al., 2022). Számos módszer ismert az ammóniaterhelés csökkentésére. A takarmány nyersfehérje-tartalmának mérséklése az ürített nitrogén mennyiségének csökkentésével visszafogja az ammónia-kibocsátást (Belloir et al., 2017). Emellett az istállótrágyához adagolt adalékanyagok – például adszorbensek (pl. zeolit) vagy mikrobiális oltóanyagok – közvetlenül a trágyában kötik meg, illetve bontják le az ammóniát (Molnár, 2019; Pezzuolo et al., 2019; Dančová et al., 2025). Egyes természetes alapú kiegészítők (mint a huminsav és probiotikum kombinációja) javíthatják a trágya állapotát és csökkenthetik a káros gázok – pl. ammónia és széndioxid – kibocsátását is (Dančová et al., 2025), ami hozzájárul az állatok komfortjához.

A környezeti emissziók mérséklése nemcsak a telepen tartott állatok jólléte miatt lényeges, hanem a tágabb környezet védelme szempontjából is. Az istállókból származó ammónia a légkörbe jutva átalakul, és savas ülepedést (savas esőt) okoz, károsítva az élővilágot (European Commission, 2017). Emellett a baromfitrágya szakszerűtlen kezelése elősegíti az antibiotikum-rezisztens baktériumok és rezisztenciagének elterjedését a környezetben (Yang et al., 2019; Zalewska et al., 2021). A baromfiistállók trágyájában és hulladékában gyakran mutathatók ki antibiotikum-maradványok és több gyógyszerrel szemben rezisztens kórokozók; a trágyával kezelt termőföldre jutva ezek hozzájárulhatnak a környezeti multirezisztencia terjedéséhez (Fatoba et al., 2022). A fenntartható baromfitermelés érdekében ezért olyan alomkezelési eljárásokra van szükség, amelyek csökkentik az istállólevegő ammóniatartalmát, és egyúttal gátolják az antibiotikum-rezisztens kórokozók elszaporodását.

A vizsgálat során célunk volt, hogy egy mikrobiológiai alom- és trágyakezelő készítmény hatását értékeljük tyúkok zárt tartású istállójának mikroklímájára – nevezetesen az istállólevegő hőmérsékletére, relatív páratartalmára, ammónia-, oxigén-, valamint az egyéb légszennyező és veszélyes gázok koncentrációjára –, továbbá az almos trágya tápanyagtartalmára és mikrobiológiai aktivitására.

Anyag és módszer

A kísérletet három azonos kialakítású tyúkólban/istállóban végeztük el. Az istállók alkalmazása ugyanolyan technológiával történt, a vizsgálat alatt kialakulás nem történt. Két istállóban a BioFluid alom- és trágyakezelő készítményt (Fitafarm, Kecel, Magyarország) alkalmaztunk (kezelt 1 és kezelt 2), míg a harmadik istálló kontrollként szolgált. Mindhárom istállóban azonos életkorú és azonos fajtájú tyúkok termeltek. Az állatok takarmányozása az egyes istállóban azonos módszerrel történt. A rendelkezésünkre bocsátott mikrobiológiai alomkezelő szert a tyúkok betelepítését követően, egy alkalommal juttattuk ki a trágyás alomra, kézi permetező segítségével, 3 dl/m² mennyiségben.

Az istállók környezeti paramétereinek monitorozása a vizsgálati periódus alatt heti rendszerességgel, minden héten ugyanazon a napon történt. Az istállólevegő hőmérsékletét és páratartalmát az AHLBORN ALMEMO MA26908AKS multifunkciós mérő-adatgyűjtő berendezéshez csatlakoztatott, 3 ponton kalibrált mérőeszközzel, az ammónia-tartalmát az ADOS 592 (mérési tartomány: 0-250 ppm) elektrokémiai ammóniaszenzorral vizsgáltuk. Ezekon kívül, az oxigén- és az egyéb gáztartalmat a WatchGas PDM+ gázmérő műszerrel rögzítettük. Az egyéb gázok a következő levegőszennyező és veszélyes gázokat tartalmazzák: SO₂, nitrogén-oxidok, szálló por (PM₁₀), CO, O₃ és a CH₄. A szenzorokat a madarak életterének magasságában, az istállók hossz tengelyének közepvonalaiban helyeztük el.

A vizsgálat kezdetén klasszikus módszerrel, táptalajok segítségével meghatároztuk az alom- és trágyakezelő szerben megtalálható főbb mikrobacsoportokat. Az alkalmazott táptalajok megnevezését, a vizsgált mikrobacsoportokat és az inkubálási körülményeket az 1. táblázatban tüntettük fel.

1. táblázat. A vizsgált mikrobák, az alkalmazott táptalajok és a tenyésztési körülmények

Alkalmazott táptalaj(1)	Vizsgált mikrobacsoport(2)	Inkubálási körülmények(6)
Nutrient Agar (NUT)	aerob összcsíra(3)	28 °C, 48h, aerob(7)
ChromoBio Coliform Agar (CCA)	Enterobacteriaceae	37 °C, 24h, aerob
Xylose Lysine Deoxycholate Agar (XLD)	Salmonella spp.	37 °C, 24 h, aerob
De Man, Rogosa and Sharpe Agar (MRS)	tejsavbaktériumok(4)	37 °C, 48h, mikroaerofil, anaerob(8)
Rose Bengal Chloramphenicol Agar (RBC)	gombák(5)	30 °C, 72 h, aerob

Table 1 Examined microorganisms, applied culture medium and incubation conditions
Applied culture medium (1), examined microorganisms (2), total aerobic microbial count (3), lactic acid bacteria (4), moulds and yeasts (5), incubation conditions (6), aerobic (7), anaerobic (8).

A készítményben nagyszámú, életképes aerob baktérium volt jelen, továbbá az *Enterobacteriaceae* családba tartozó fakultatív anaerob baktériumok kis mennyisége is kimutatható volt. A tenyésztések során csekély számú gombatelep fejlődött ki. A Salmonella és tejsavbaktérium csoportok esetében a telepszámok a kimutatási határ alatt maradtak (2. táblázat).

2. táblázat. Az alom- és trágyakezelő készítményből kitenyésztett különböző mikrobacsoportok átlagos telepszámai (CFU/ml)

Mikrobacsoport(1)	Csíraszám (CFU/ml)(6)
Összes heterotróf aerob baktérium(2)	2,27×10 ⁵
Enterobacteriaceae (koliform baktériumok)(3)	3,91×10 ³
Salmonella spp.	n.k.*
Tejsavbaktériumok(4)	n.k.*
Penész- és élesztőgombák(5)	50

*nem kimutatható

*not detected

Table 2 Mean colony counts of various microbial groups cultured from the microbial litter and manure treatment agent

Microbial group (1), total heterotrophic aerobic bacteria (2), coliform bacteria (3), lactic acid bacteria (4), moulds and yeasts (5), colony count (CFU/ml) (6)

Az almos tyúktrágya mintavétele mindhárom istállóban párhuzamosan négy alkalommal történt: az első mintavétel a betelepítést követő első héten, közvetlenül az alomkezelő szer kijuttatása előtt (1. mintavétel), majd további három alkalommal átlagosan kéthetes időközökkel (2-4. mintavétel). A reprezentativitás biztosítása érdekében minden istállóban hét különböző ponton vettünk almostrágyamintát, kerülve az etetők és itatók közvetlen környékét. Istállónként egy-egy kevert átlagminta került mikrobiológiai vizsgálatra és kémiai analízisre.

A trágyaminták kémiai jellemzőit trágyakivonatból, szabványos módszerekkel határoztuk meg. A vizsgált tulajdonságok a következők voltak: nedvességtartalom (gravimetriás módszer, 105 °C-on történő szárítás), az összes nitrogéntartalom (Kjeldahl-módszer), fosfortartalom (MSZ ISO 6491:2001 szabvány) és kalciumtartalom (megfelelő extrakció és műszeres elemzés).

A trágyaminták mikrobiális összaktivitása fluoreszcein-diacetát (FDA) módszerrel történt. Az enzimatis aktivitás megállapítása a keletkezett fluoreszcein mennyiségével került meghatározásra (24 °C-on folyamatos rázatással történő inkubálással, a mintákhoz adott FDA-ból a felszabaduló fluoreszcein spektrofotométerrel /490 nm-en/ történő mérése alapján) (Adam és Duncan, 2001). A trágyaminták β-glükozidáz aktivitásának meghatározása pNPG szubsztrát alkalmazásával, a pNP spektrofotometriás mérésén alapult (405 nm-en) (Deng és Tabatabai, 1994).

A trágyamintákból izolált baktériumtörzsek antibiotikum-rezisztencia vizsgálatát is elvégeztük. A kiválogatott baktériumtelepeken tiszta tenyészeteket képeztünk, majd az antibiotikum-érzékenységet korongdiffúziós módszerrel teszteltük. A vizsgálat során különböző antibiotikumokat alkalmaztunk, úgymint sztreptomcint, ampicillint, tetraciklint, kombinált trimetoprim–szulfametoxazol, egyes aminoglikozidokat, béta-laktámokat, tetraciklineket, fluorokinolonokat és klóramfenikolt.

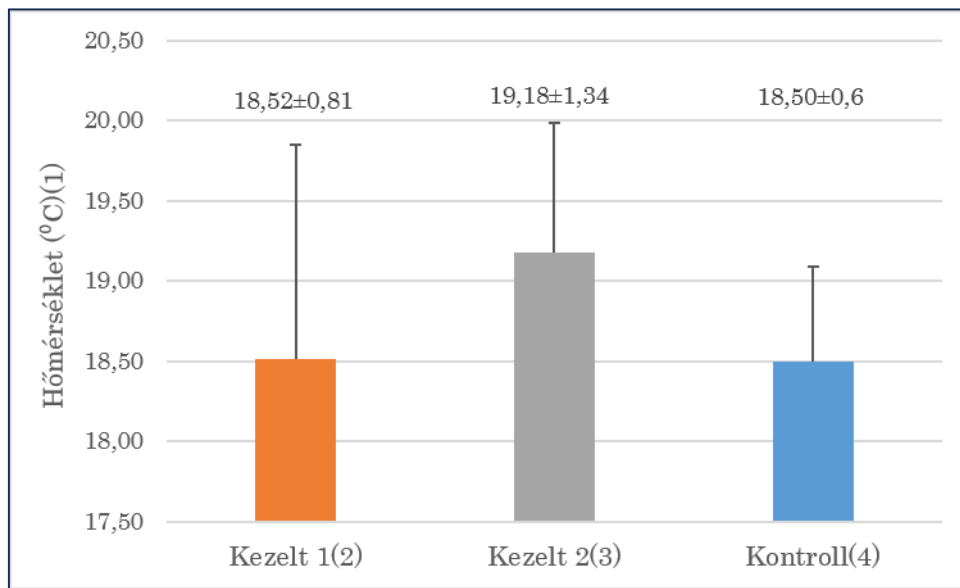
A mért adatok statisztikai elemzésére az SPSS 25.0 szoftvert alkalmaztuk (Kolmogorov-Smirnov teszt, egytényezős varianciaanalízis (ANOVA), Tukey HSD teszt). A szignifikancia határát p<0,05 értékben állapítottuk meg.

Eredmények és értékelésük

Az istállók mikroklímája

Az alomkezelő szer alkalmazása nem befolyásolta szignifikánsan a vizsgált istállók levegőjének hőmérsékletét, ugyanakkor az ammónia- és oxigén koncentrációjában, valamint az egyéb gázok koncentrációjában különbségek mutatkoztak a kezelt és kezeletlen istállók között.

Hőmérséklet. Az egyes istállók belső hőmérséklete statisztikailag igazolhatóan nem különbözött egymástól ($F = 2,115$, $df = 2, 36$, $p = 0,135$) (1. ábra). Az alomkezelés tehát nem volt érdemi hatással a mikroklíma hőmérsékleti komponensére, mindhárom ólban hasonló hőmérséklet volt a mérések idején (kezelt 1 ól: $18,52 \pm 0,81$ °C, kezelt 2 ól: $19,18 \pm 1,34$ °C, kontroll ól: $18,50 \pm 0,60$ °C).

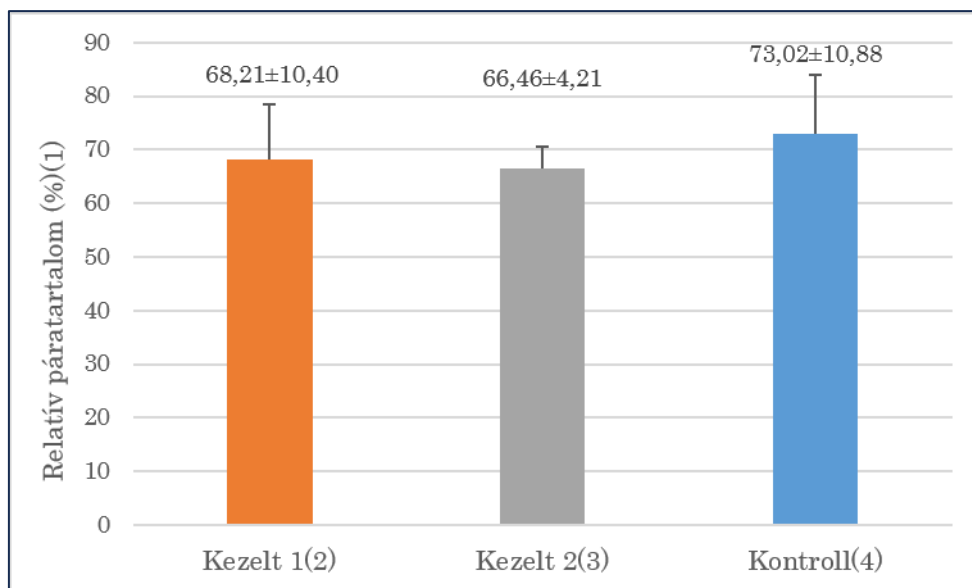


1. ábra. A kezelt és kontroll istállók levegőjének átlagos hőmérséklete (n = 13)

Figure 1 Average air temperature in the treated and control poultry houses (n=13)

Temperature (°C) (1), treated 1 (2), treated 2 (3), control (4) houses.

Relatív páratartalom. A kezelt és kontroll istállók levegőjének relatív páratartalmában nem volt statisztikailag kimutatható különbség ($F = 1,839$, $df = 2, 36$, $p = 0,174$) (2. ábra). Az alomkezelés eszerint érdemben nem befolyásolta a légtér páratartalmát az egyes istállókban. Mindhárom ólban, a páratartalom a komfortzónán belül maradt, és hasonló értékeket vett fel (kezelt 1 ól: $68,21 \pm 10,40$ %, kezelt 2 ól: $66,46 \pm 4,21$ %, kontroll ól: $73,02 \pm 10,88$ %).

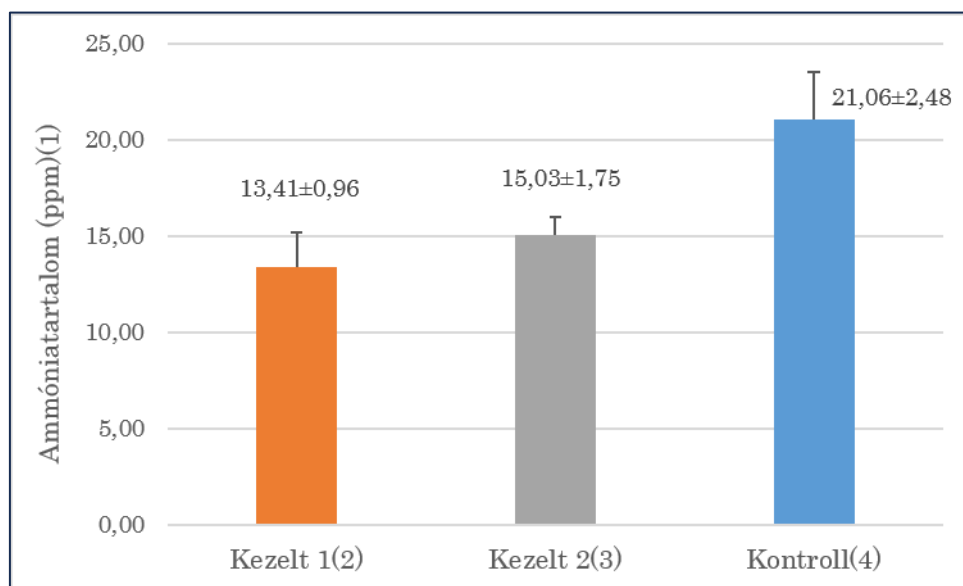


2. ábra. A kezelt és kontroll istállók levegőjének átlagos relatív páratartalma (n = 13)

Figure 2 Average relative humidity in the treated and control poultry houses (n=13)

Relative humidity (%) (1), treated 1 (2), treated 2 (3), control (4) houses.

Ammónia-koncentráció. A kezelés szignifikáns hatást gyakorolt az istállólevegő ammóniaszintjére ($F = 62,345$, $df = 2, 36$, $p < 0,001$) (3. ábra). A kezeletlen istállóban mértük a legmagasabb ammónia-koncentrációt (kontroll ól: $21,06 \pm 2,48$ ppm), ugyanakkor az alomkezelő szerrel kezelt istállókban számottevően alacsonyabb értékeket kaptunk (kezelt 1 ól: $13,41 \pm 0,96$ ppm, kezelt 2 ól: $15,03 \pm 1,75$ ppm). Közülük is, a kezelt 1 ól levegőjében volt a legalacsonyabb az ammónia szintje.



3. ábra. A kezelt és kontroll istállók levegőjének átlagos ammónia koncentrációja (n = 13)

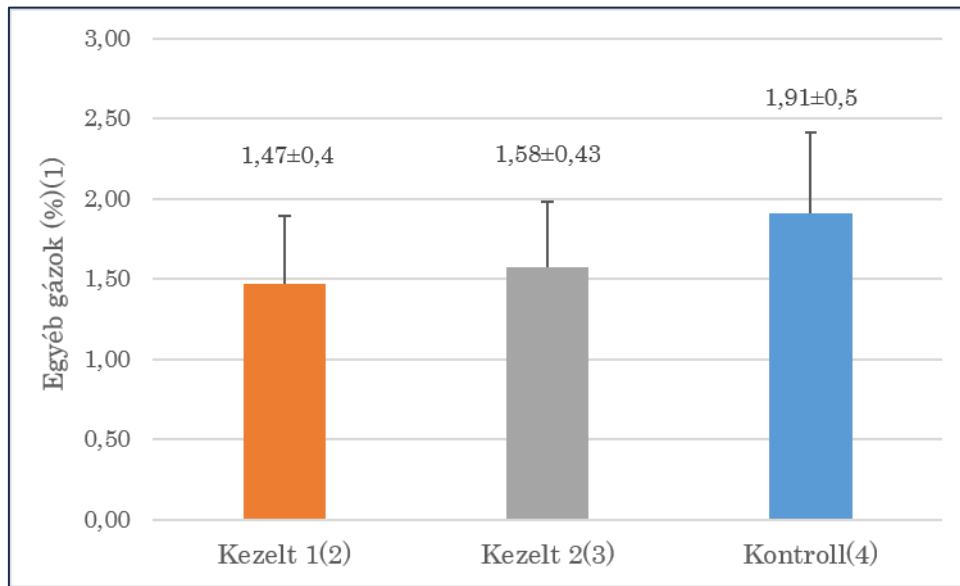
Figure 3 Average ammonia concentration in the air of treated and control poultry houses (n = 13)

Ammonia concentration (ppm) (1), treated 1 (2), treated 2 (3), control (4) houses.

Ennek oka feltehetően az, hogy alomkezelés hiányában az ürülékben képződő ammónia nagyobb mennyiségben szabadult fel és halmozódott fel a légtérben, míg az alomkezelő

szer használata kedvezően befolyásolta a bomlási folyamatokat, különösen a kezelt 1 ólban, ahol így kedvezőbb mikroklíma alakulhatott ki a hatékonyabb trágyahasznosulás és optimálisabb lebomlási folyamatok révén.

Egyéb gázok aránya. Az ammónián kívül, az egyéb levegőszennyező és veszélyes gázok együttes koncentrációjában is szignifikáns eltérést mutattunk ki az egyes istállók között ($F = 3,495$, $df = 2, 36$, $p < 0,05$). A kezeletlen ól levegőjében magasabb egyéb gáz szintet mértünk (kontroll ól: $1,91 \pm 0,5\%$), ami kedvezőtlenebb higiéniai körülményekre utal. Ugyanakkor a trágyakezelt istállók esetében a levegő egyéb gáz koncentrációja alacsonyabb értékeket mutatott (kezelt 1 ól: $1,47 \pm 0,4\%$, kezelt 2 ól: $1,58 \pm 0,43\%$), ami valószínűleg az alomkezelő szer hatásának köszönhető (4. ábra).

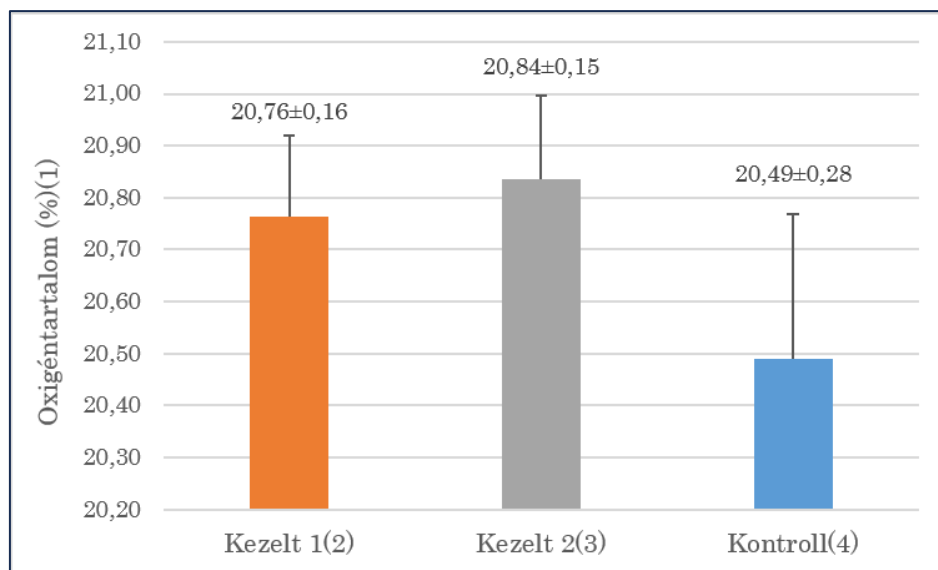


4. ábra. A kezelt és kontroll istállók levegőjében lévő egyéb levegőszennyező és veszélyes gázok átlagos koncentrációja (n = 13)

Figure 4 Average concentration of other air pollutants and toxic gases in the treated and control poultry houses (n = 13)

Other gases (ppm) (1), treated 1 (2), treated 2 (3), control (4) houses.

Oxigén-koncentráció. Az istállók levegőjének oxigéntartalmában szintén szignifikáns különbség mutatkozott az alomkezelés hatására ($F = 10,246$, $df = 2, 36$, $p < 0,001$) (5. ábra). A kezeletlen ól levegőjében volt a legalacsonyabb az O₂ koncentráció (kontroll ól: $20,49 \pm 0,28\%$), ami összefüggésben lehetett az ott mért nagyobb ammóniaterheléssel és az egyéb szennyező gázok felhalmozódásával. A trágyakezelt ólak közül a kezelt 2 istálló mutatta a legmagasabb átlagos oxigénszintet ($20,84 \pm 0,15\%$), bár ez az érték statisztikailag nem különbözött szignifikánsan a kezelt 1 istálló értékétől ($20,76 \pm 0,16\%$). Ezek az eredmények arra utalnak, hogy az alomkezelés hatására javult a levegő minősége az istállóban.



5. ábra. A kezelt és kontroll istállók levegőjének átlagos oxigén koncentrációja (n = 13)

Figure 5 Average oxygen concentration in the air of treated and control poultry houses (n = 13)
Oxygen concentration (%) (1), treated 1 (2), treated 2 (3), control (4) houses.

A trágyaminták kémiai összetétele

Az almos trágyaminták beltartalmi (tápanyagtartalom) vizsgálatának eredményeit a 3. táblázat mutatja be. A kezelt és kezeletlen istállókból származó minták szárazanyag-, nitrogén-, foszfor- és kalciumtartalmát hasonlítottuk össze a négy mintavételi időpontban.

3. táblázat. Az almos trágyaminták kémiai összetétele

Mintavétel(1)	Istálló(2)	Szárazanyag (%) (6)	N (%)*	P (%)*	Ca (%)*
1.	kezelt 1(3)	25	4,9	1,6	6,8
1.	kezelt 2(4)	26	5,1	1,4	6,9
1.	kontroll(5)	23	4,7	1,7	7,1
2.	kezelt 1(3)	28	5,1	1,8	6,9
2.	kezelt 2(4)	26	5,3	1,6	7,1
2.	kontroll(5)	22	4,8	1,8	7
3.	kezelt 1(3)	31	5,2	1,9	7,2
3.	kezelt 2(4)	29	5,3	1,6	6,8
3.	kontroll(5)	24	4,9	1,8	7,1
4.	kezelt 1(3)	32	5,3	1,9	7,2
4.	kezelt 2(4)	30	5,1	1,8	6,9
4.	kontroll(5)	25	4,9	1,9	7,2

*A minta szárazanyag-tartalmára vonatkoztatva.

*Based on dry matter content.

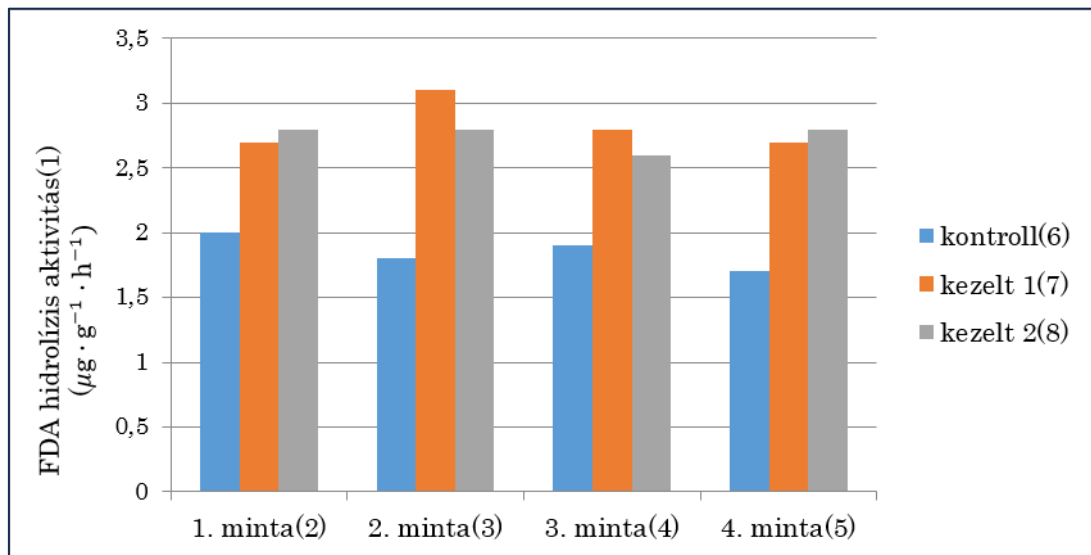
Table 3 Chemical composition of litter samples

Sample number (1), house (2), treated 1 (3), treated 2 (4), control(5), dry matter content (%) (6).

Az eredmények azt mutatták, hogy minden mintavételi időpontban magasabb szárazanyag-tartalmú trágyát szolgáltattak a kezelt istállók, a kezeletlen kontrollistállóhoz képest. Az alomkezelő szerrel kezelt istállók trágyájának nedvességtartalma tehát alacsonyabb volt, így a trágyás alom szárazabb maradt a vizsgálat során. Az eltérő nedvességtartalom miatt a beltartalmi értékeket szárazanyag-tartalomra vetítve értékeltük. A kezelt almos trágyák szárazanyagra vetített teljes nitrogéntartalma minden mintavétel esetében enyhén meghaladta a kontrollistállóból származó almos trágya ugyanezen értékét. Ez az eredmény arra utalhat, hogy a mikrobiális kezelés hatására csökkent az ammónia formájában bekövetkező N-vesztés, és a nitrogén nagyobb hányada maradt a trágyában, ami az almos trágya minősége szempontjából kedvező folyamat. A foszfor- és kalciumtartalom tekintetében ugyanakkor nem volt megfigyelhető számottevő különbség az istállók között. Meg kell azonban jegyezni, hogy az ürülék P és Ca szintje alapvetően az állatok takarmányozásától függ, amely viszont a csoportokban azonos volt.

A trágyaminták mikrobiális aktivitása

A trágyában zajló mikrobiális aktivitás mérésének eredményei azt mutatták, hogy a kezelt trágyás alom összmikrobiális aktivitása magasabb volt, mint a kontrollban. Különösen a vizsgálat kezdeti szakaszában mutatkozott nagy eltérés: az első hetekben a kezelt istállók trágyamintájában jóval intenzívebb volt a mikrobák enzimaktivitása, mint a kontroll istálló trágyájában. Néhány hét elteltével ugyanakkor a különbség csökkent, az aktivitás növekedése lelassult. Ennek valószínű magyarázata, hogy az alomkezelő szer hatására a trágyában erőteljes hemicellulóz, lignin- és cellulózbontás indult meg, és a könnyebben lebomló szerves frakciók gyors lebomlása után az összaktivitás már nem növekedett tovább jelentősen (6. ábra).



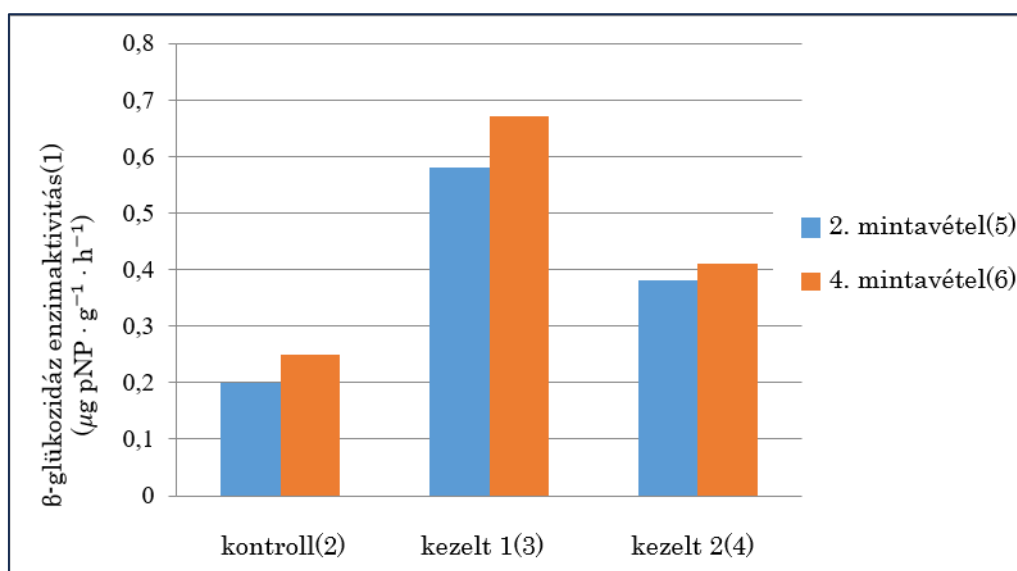
6. ábra. A kezelt és kezeletlen almos trágyaminták összmikrobiális enzimaktivitásának (FDA bontási aktivitásának) alakulása a vizsgálat során

Figure 6 Changes in total microbial enzyme activity (FDA hydrolysis) of treated and untreated litter samples during the study

FDA hydrolysis activity (1), 1st sample (2), 2nd sample (3), 3rd sample (4), 4th sample (5), control (6), treated 1 (7), treated 2 (8).

Megfigyeltük, hogy a kezelt almos trágyaminták állaga lazábbá, porózusabbá vált a vizsgálat végére, ami szintén a bomlási folyamatok előrehaladását jelezte. A kezeléssel megnövelt mikrobiális aktivitás azért is lehet fontos, mert a fokozott biológiai bontás hozzájárulhat a trágya beltartalmi komponenseinek (pl. szerves N és C formák) átalakulásához, feltáródásához, így javíthatja a trágya későbbi hasznosíthatóságát. Ennek igazolására azonban további vizsgálatok – például növénytermesztési tenyészedény-vizsgálatok – elvégzése szükséges a trágyák tápanyag-szolgáltató képességének felmérésére.

A trágyaminták specifikus enzimaktivitásának vizsgálata is alátámasztotta a fenti eredményeket. Két kiválasztott mintavételi időpontban (2. és 4. mintavételnél) meghatároztuk a cellulózbontó enzimek egyik kulcskomponensének, a β -glükózidáznak az aktivitását. Eredményeink alapján, a kezelt almos trágyamintákban lényegesen magasabb β -glükózidáz aktivitás volt mérhető (7. ábra), mint a kontroll trágyaminta esetében, ami jól mutatja, hogy az alomkezelő szer fokozta a cellulózbontó mikroorganizmusok tevékenységét. Ez összhangban áll az FDA-teszt eredményeivel, miszerint a kezelt trágyában intenzívebb lebomlási folyamatok zajlottak.



7. ábra. A β -glükózidáz enzim aktivitásának alakulása a kezelt és a kontroll istálló trágyamintájában a második és a negyedik mintavételi időpontban

Figure 7 Changes in β -glucosidase enzyme activity in litter samples from treated and control houses at the second and fourth sampling times

β -glucosidase enzyme activity (1), control (2), treated 1 (3), treated 2 (4), 2nd sampling time (5), 4th sampling time (6).

Az antibiotikum-rezisztencia vizsgálat eredményei

A vizsgálat végén, a kezeletlen kontrollistállóból származó trágyamintában többszörös antibiotikum-rezisztenciával rendelkező baktériumtörzseket izoláltunk: a szelektív tenyésztések és biokémiai azonosítás alapján egy *E. coli*/*Shigella* csoportba tartozó törzset, valamint egy *Pseudomonas* törzset mutattunk ki. A rezisztenciaprofil-vizsgálat szerint az *E. coli* jellegű törzs ellenállónak bizonyult több fontos antibiotikummal szemben (sztreptomocinnel, ampicillinnel, tetraciklinnel és a kombinált trimetoprim–szulfametoxazollal szemben is), míg a *Pseudomonas* törzs egyszerre több gyógyszer-csoport (aminoglikozidok, béta-laktámok, kinolonok, tetraciklinek, klóramfenikol) hatóanyagával szemben mutatott rezisztenciát. Ezzel szemben az alomkezelő szerrel kezelt istálló trágyáiban nem – vagy

csak elenyésző mennyiségben – fordultak elő antibiotikum-rezisztens baktériumok. Ez az eredmény arra utal, hogy a mikrobiális alomkezelés közvetlen vagy közvetett módon gátolhatta az antibiotikum-rezisztens baktériumok elszaporodását az istállóban.

Következtetések és javaslatok

Napjaink intenzív baromfitartása során kiemelt jelentőségű a termelés során keletkező, trágyával összefüggő káros emissziók (elsősorban ammónia) csökkentése, valamint az antibiotikum-rezisztencia terjedésének gátlása. Vizsgálatunk eredményei arra utalnak, hogy egy megfelelő mikrobiális alomkezelő szer alkalmazása jelentősen hozzájárulhat ezekhez a célokhoz.

Az istállólevegő ammóniaterhelése csökkent a kezelés hatására. Az alomkezelő szer alkalmazásával az istállók belső ammónia-koncentrációja jelentősen alacsonyabb volt, mint kezelés nélkül, enyhítve ezzel a baromfik légzőszervi terhelését és javítva egészségi állapotát. Az alacsonyabb ammónia-koncentráció ugyanis csökkenti a légzőszervi betegségek és egyéb fertőzőes megbetegedések kockázatát. A kedvezőbb ammóniaterheléssel párhuzamosan, magasabb oxigén-koncentráció volt tapasztalható a kezelt istállókban. Az oxigénellátottságnak kiemelt élettani szerepe van: az alacsony oxigénszint anyagcsere-csökkenést, levertséget és tojástermelés-csökkenést okozhat, míg az optimális oxigénszint támogatja az aerob anyagcsere-folyamatokat, javítja az energiateljesítést és segíti az immunrendszer működését. Az alomkezelő készítmény mikrobiális vizsgálatának eredményei alapján feltételezhető, hogy több olyan hasznos baktériumot tartalmaz, amelyek akár önállóan, specifikus oltóanyagként is alkalmazhatóak lennének az istállótrágya kezelésére, a káros bomlástermékek csökkentése érdekében. Ezenkívül, akár szinergista módon a trágyában jelenlévő más, kedvező hatású baktériumokkal együttműködhetnek. Mindezek következtében, a vizsgált alomkezelő szer alkalmazása hosszú távon hozzájárulhat a termelési mutatók (pl. takarmányhasznosítás, tojástermelés) javulásához, valamint növelheti az állatok termelésben maradásának esélyét.

Az almos trágya szárazanyag- és nitrogén-tartalma magasabb volt a készítménnyel kezelt istállók esetében. A kezelt istállók trágyája tehát szárazabb volt és több nitrogént tartott vissza – a csökkent ammóniavesztésnek köszönhetően –, a kezeletlen istállóval szemben. Eszerint a vizsgált alomkezelő szer segít megőrizni a trágya tápanyagtartalmát (értékes nitrogénformáit) a kijuttatásig.

Az alomkezelő szer fokozta az almos trágya mikrobiális lebontó aktivitását. A kezelt istállók trágyájában az összmikrobiális enzimaktivitás ugyanis magasabb volt, a kontroll istállóéhoz képest, különösen a vizsgálat kezdeti fázisában. A kezelés hatására valószínűleg erőteljes lignin- és cellulózbontó aktivitás indult meg a trágyában, ami felgyorsította a szerves anyagok lebomlását. Ez kedvező hatással lehet a rendszer szénkörforgalmára is, aminek üzemi és környezeti szinten is nagy jelentősége van, hiszen a kezelés segíthet a trágya széntartalmának stabilizálásában, csökkentve a légkörbe kerülő bomlástermékek mennyiségét és a környezet savanyító terhelését.

Az alomkezelés hatására csökkenhet az antibiotikum-rezisztens baktériumok jelenléte az almos trágyában. A kezeletlen istálló trágyájában több, humán- és állategészségügyi szempontból kockázatos, többes rezisztenciájú baktériumtörzset izoláltunk. Ezzel szemben a kezelt istállók trágyájában nem – vagy csak jóval kisebb számban – fordultak elő ilyen kórokozók, amiből arra lehet következtetni, hogy a kezelés közvetlen vagy közvetett

módon gátolhatja az antibiotikum-rezisztens baktériumok elszaporodását. Fontos azonban megjegyezni, hogy ez az eredmény egyetlen vizsgálat megfigyelésein alapul, így további vizsgálatok szükségesek a jelenség alátámasztásához.

Összességében elmondható, hogy a vizsgált mikrobiális alom- és trágyakezelő készítmény alkalmazása komplex, kedvező hatást fejtett ki: javította az istálló levegőminőségét és higiénés állapotát, egyúttal értékesebb, szárazabb és homogénebb trágyát eredményezett. Ezek a hatások az állatok jóllétének és teljesítményének növelése mellett hozzájárulhatnak az állathigiéniai kockázatok, valamint a környezeti terhelés csökkentéséhez is, hiszen kevesebb ammónia juthat a légkörbe, és mérséklődhet a trágyában felhalmozódó antibiotikum-rezisztens génkészlet tovább terjedésének esélye. További kutatások szükségesek az egyes folyamatok pontosabb megismeréséhez és alátámasztásához, de előzetes eredményeink alapján, a mikrobiológiai alomkezelés ígéretes kiegészítője lehet a fenntartható baromfitartási technológiáknak.

Irodalomjegyzék

- Adam, G. Duncan, H. (2001): Development of a sensitive and rapid method for the measurement of total microbial activity using fluorescein diacetate (FDA) in a range of soils. *Biology and Fertility of Soils*, 33, 58–66. [https://doi.org/10.1016/S0038-0717\(00\)00244-3](https://doi.org/10.1016/S0038-0717(00)00244-3)
- Belloir, P., Méda, B., Lambert, W., Corrent, E., Juin, H., Lessire, M., Tesseraud, S. (2017): Reducing the crude protein content in broiler diets: impact on animal performance, meat quality and nitrogen emission. *Animal*, 11(11), 1881–1889. <https://doi.org/10.1017/S1751731117000660>
- Dančová, N., Gregová, G., Szabóová, T., Marcinčák, S. (2025): The effects of natural additives on litter condition, microclimate environment and antimicrobial resistance in broiler chicken rearing. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 9, 1380876. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2025.1380876>
- Deng, S. P. Tabatabai, M. A. (1994): Cellulase activity of soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 26(10), 1347–1354. [https://doi.org/10.1016/0038-0717\(94\)90216-X](https://doi.org/10.1016/0038-0717(94)90216-X)
- European Commission (2017): Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs. EUR 28674 EN. Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- Fatoba, D. O., Amoako, D. G., Abia, A. L. K., Essack, S. Y. (2022): Transmission of antibiotic-resistant *Escherichia coli* from chicken litter to agricultural soil. *Frontiers in Environmental Science*, 9, 751732. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.751732>
- Molnár, A. (2019): Baromfi istállók ammónia emissziójának csökkentése zeolit alkalmazásával. (Szakdolgozat): Debreceni Egyetem.
- Mou, C. T., Czarick, M., Fairchild, B. D. (2025): Evaluation of moderate humidity (50–60%) and increased air movement on litter moisture and footpad health in a commercial broiler house. *Journal of Applied Poultry Research*, 34(1), 100476. <https://doi.org/10.1016/j.japr.2024.100476>
- Naseem, S., King, A. J. (2018): Ammonia production in poultry houses can affect health of humans, birds, and the environment—techniques for its reduction during poultry production. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(16), 15269–15293. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-2018-y>
- Pezzuolo, A., Sartori, C., Vigato, E., Guercini, S. (2019): Effect of litter treatment with probiotic bacteria on ammonia reduction in commercial broiler farm. In *Proceedings of the 18th International Scientific Conference “Engineering for Rural Development”* (pp. 1631–1637). Jelgava, Latvia: Latvia University of Life Sciences and Technologies.
- Sheikh, I. U., Nissa, S. S., Zaffer, B., Bulbul, K. H., Akand, A. H., Ahmed, H. A., Hasin, D., Hussain, I., Hussain, S. A. (2018): Ammonia production in the poultry houses and its harmful effects. *International Journal of Veterinary Sciences and Animal Husbandry*, 3(4), 30–33.

- Soliman, E. S., Moawed, S. A., Hassan, R. A. (2017): Influence of microclimatic ammonia levels on productive performance of different broilers' breeds estimated with univariate and multivariate approaches. *Veterinary World*, 10(8), 880–887. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2017.880-887>
- Uwizeye, A., Tempio, G., Sutton, M. A. (2021): A climate-dependent global model of ammonia emissions from chicken farming. *Biogeosciences*, 18(1), 135–151. <https://doi.org/10.5194/bg-18-135-2021>
- Yang, Y., Ashworth, A. J., Willett, C., Cook, K., Upadhyay, A., Owens, P. R., Ricke, S. C., DeBruyn, J. M., Moore, P. A. Jr. (2019): Review of antibiotic resistance, ecology, dissemination, and mitigation in U.S. broiler poultry systems. *Frontiers in Microbiology*, 10, 2639. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.02639>
- Zalewska, M., Pogórzelska-Nowicka, E., Procajło, Z. (2021): Antibiotics and antibiotic resistance genes in animal manure – consequences of its application in agriculture. *Frontiers in Microbiology*, 12, 610656. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.610656>

A műre a Creative Commons 4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik: [CC-BY-NC-ND-4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-Non Commercial-No Derivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

