



A SZÉN-DIOXID ÉS AZ AMMÓNIA KONCENTRÁCIÓ ÉVSZAKOK SZERINTI ALAKULÁSA EGY NAGYŰZEMI SERTÉSTELEP KÜLÖNBÖZŐ ISTÁLLÓIBAN

BOLDIS PÉTER – TEMPFLI KÁROLY – TÓTH TAMÁS – NÉMETH-TORKOS
ANETT SZILVIA

Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar,
Mosonmagyaróvár

ÖSSZEFOGLALÁS

A sertéstelepeken előforduló potenciálisan mérgező vagy fojtó hatású gázok jelentős mértékben befolyásolhatják az állomány egészségi állapotát és termelését. A szén-dioxid és az ammónia koncentrációjának korcsoportonkénti és hónapok szerinti felmérésével meghatározhatjuk a legkritikusabb tartási egységeket és évszakokat. Jelen vizsgálatban egy éves időszakban, heti rendszerességgel gyűjtött szén-dioxid és ammónia koncentráció adatokat értékeltünk egy sertéstelep különböző termeiben (fiasztató, battéria, hizlalda, vemhes koca-szállás, kanszállás). Az összes terem mérése alapján a szén-dioxid koncentráció télen és tavasszal volt a legnagyobb, ősszel és nyáron a legkisebb ($P < 0,01$). Az ammónia koncentráció ehhez hasonlóan télen volt a legnagyobb, nyáron a legkisebb ($P < 0,01$), míg az átmeneti évszakok (ősz és tavasz) eredményei nem különböztek ($P > 0,05$). A legnagyobb koncentráció szén-dioxid esetében a battérián, ammónia esetében a kanszálláson fordult elő. A mérések átlaga a kritikus téli időszakban sem haladta meg a jelenleg előírt határértékeket.

Kulcsszavak: szén-dioxid, ammónia, sertés

BEVEZETÉS

A sertéságazatban elérhető állatjóléti támogatások megszerzésének egyik fontos feltétele a megfelelő mikroklíma kialakítása; ugyanakkor a támogatásokhoz való hozzáférés mellett a sertéstartóknak a megfelelő mikrokörnyezet telepen belüli fenntartása a hatékony és gazdaságos termelés eléréséhez szintén elengedhetetlen. A megfelelő mikroklíma alapvető jellemzője, hogy a telepen potenciálisan előforduló mérgező vagy fojtó hatású gázok (pl. szén-dioxid, ammónia) koncentrációja a megengedett határértékeket nem haladja meg. A szén-dioxid az állatok által kilégzett levegő fő komponense a metánnal együtt; színtelen, szagtalan gáz, a bélsár bomlása során szintén jelentős mennyiségben keletkezik. Egyszerű fullasztó gáznak tekintendő, nem mérgező. A sertés istállók levegőjének szén-dioxid szintje jellemzően 500-1500 ppm között alakul, de a téli időszakban akár 10000 ppm közelében is lehet. Mélyebben és gyorsabban lélegeznek az állatok, ha a szén-dioxid szint eléri a 40000 ppm körüli koncentrációt. Ennek tízszeresénél az állatok szorongást mutatnak, tántorogni kezdenek, majd kómás állapot és végül pusztulás következhet be (URL¹). A sertéstelepeken alapvetően két forrásból származik a szén-dioxid: az állatok légzéséből (és a hőháztartáshoz, a növekedéshez és a tejtermeléshez felhasznált energia-mennyiség szerint alakuló hőtermeléséből) valamint a (híg)trágyából. A légzésből és a hőtermelésből származó napi CO₂ termelés megállapításához figyelembe kell venni a respirációs kvóciens, a termelési intenzitást, és a testtömeget. A respirációs kvóciens a légzés során termelt CO₂ és a felhasznált oxigénmennyiség hányadosa, amely korcsoportonként különböző, jellemzően kb. 1,1 a hízók, 1,0 a malacok, és 0,9 a kocák esetében. A felsoroltakat figyelembe véve modellezett napi CO₂ termelés 2,23 kg/állat vemhes kocák, 3,68 kg/állat szoptató kocák, 0,88 kg/állat választott malacok, és 1,70 kg/állat hízók esetében (Philippe és Nicks, 2014).

Az ammónia mérgező hatású, általánosan előforduló légszennyező gáz az állattartó telepeken (Horn *et al.*, 2011). A levegőnél könnyebb, vízben jól oldódik, irritáló hatású. 0,0005 térfogatszázaléknál már képes érzékelni az ember a gáz szúrós szagát. Az irritáció az elsődleges hatása, emellett azonban mérgező metabolikus hatásai is vannak. Hatása légzési zavarokban, erős könnyezésben, ornyálkahártya panaszokban nyilvánul meg. 7 ppm az egészségi kockázat határértéke embernél. Szintje a 10-20 ppm koncentrációt nem haladhatja meg egy jól szellőztetett, korszerű hígrágya tárolási

technológiával rendelkező telepen. Amennyiben az ürülék kezeléséről nem gondoskodnak vagy nem biztosítanak megfelelő szellőzést, ez az érték akár 50 ppm közelében is lehet. Télen, rosszul szellőztetett helyiségekben 100-200 ppm közötti koncentrációban is megfigyelték. 25 ppm az ammónia koncentráció megengedett felső határa az USA-ban, istállóban munkát végző ember esetében napi nyolc óras munkaidőt figyelembe véve. Legfeljebb 2 ppm a normális érték amerikai ipari higiénikusok szakvéleménye szerint (URL₁). Az ammónia a sertések környezetében egyik legáltalánosabban előforduló mérgező, erősen hidrofíl vegyület, amely rontja a napi tömeggyarapodást és a takarmányértékesítő képességet is (Kalich, 1980); továbbá hurutos állapotot hoz létre és károsítja a nyálkahártyát. A szellőztetés javításával és a trágya gyakori eltávolításával csökkenthető a mennyisége. A hizlalás megkezdésének időpontja a malacnevelési technológiától is függ. Ha a malacok egy- vagy kétfázisú nevelésben részesülnek, akkor 70-80 életnaposan 25-30 kg-os élősúllyal, ha háromfázisú nevelésben (előhizlalásban) akkor 120 életnaposan kb. 60 kg-os átlagsúllyal kerülnek a hizlaldába. Nyilvánvaló, hogy nagy előny a nagy élősúly, hiszen a hazai hizláló épületeinkben jellemzően nincs fűtés. A szellőztetési rendszer kialakításakor figyelembe kell venni, hogy a sertések megfelelő klimatikus tényezők mellett teljesítenek optimálisan.

Az ammónia koncentráció csökkentése tehát állatjóléti és gazdasági szempontok alapján egyaránt kívánatos. A megfelelő módon kialakított és működtetett sertéstartó rendszerekben szintje általában 5 ppm alatt van. Az emberek jellemzően hozzávetőleg 10 ppm koncentrációban vagy afölött (URL₁), míg más forrás szerint már akár az alig 1 ppm fölötti koncentrációban is érzékelhetik (Memarzadeh és Manning, 2005). Az 50-100 ppm közötti ammónia koncentráció már a termelést is jelentősen befolyásolhatja, leginkább a tömeggyarapodást, ami hosszan tartó kitétség következtében 10%-kal csökkenhet. Különböző javaslatok alapján maximális koncentrációja 15-20 ppm között változik. Az 50 ppm feletti koncentráció esetén a baktériumok tüdőből való távozása is gátolt, ami fokozott hajlamot jelent a légzőszervi megbetegedésekre. A nagy ammónia koncentráció jelei a fokozott légzés és köhögés, a szem és a légutak nyálkahártyájának irritációja, és a tüdőgyulladás (pneumonia) gyakoriságának növekedése; a sertések nyugtalanabbak, továbbá megnőhet a farok- és fülrágás előfordulási gyakorisága. Az istállókban jelen levő ammónia fontos hajlamosító tényező a gócos tüdőgyulladás (bronchopneumonia) és az ornyálkahártya sorvadás (atrófiás rhinitis) kialakulására

(Popescu et al., 2010). Kísérletek során igazolták, hogy a sertés lehetőség szerint az ammóniamentes környezetet részesíti előnyben (Smith et al., 1996).

A megfelelő mikroklíma biztosításának körülményeit rendeletben határozták meg. A 39/2018. (XII. 13.) AM rendelet (URL₂) a sertés ágazat részére nyújtott állatjóléti támogatások feltételeiről kimondja, hogy az állatjóléti támogatást igénylő termelő akkor jogosult támogatásra, ha vállalja, hogy az istállóban szén-dioxid esetében a 2850 ppm-t, ammónia esetében legfeljebb a 9,5 ppm-t nem haladja meg a gázkoncentráció. Amennyiben a szén-dioxid és az ammónia szintje nem haladja meg a rendeletben rögzített legnagyobb megengedett koncentrációt, az elérhető támogatás mértéke állategységenként 1490 forint. A termelőnek a kifizetési kérelemben csatolnia kell a mikroklíma-paramétereiről készített mérési jegyzőkönyvet, amely a kezelő állatorvos által kerül ellenjegyzésre.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Az istállók levegőjének szén-dioxid szintjét egy Wöhler CDL-210 típusú mérőműszerrel állapítottuk meg, heti rendszerességgel, ugyanazonokon a napokon, ugyanazon időpontokban, 2017 októberétől 2018 szeptemberéig.

Az istállók ammónia szintjének mérését egy Honeywell Analytics 54-45-21VD ToxiPro típusú mérőműszerrel végeztük, szintén heti rendszerességgel egy munkamenetben a szén-dioxid szint mérésével, ugyanabban az időintervallumban.

A szén-dioxid mérésekor az ólban a mérőműszert a folyosón, a padlóra célszerű helyezni, így kaphatunk hiteles eredményt az adott ól levegőjének értékeiről. A Honeywell Analytics 54-45-21VD ToxiPro készülék az előzőnél jóval egyszerűbb műszer mind a kezelést, mind pedig a mérés időigényét tekintve. Akár kézben tartva a műszert, az ólon belül bárhol elvégezhetjük a mérést. Az ammónia szintet ppm mértékegységben jelzi ki a műszer. Méréseinket kizárólag olyan időpontokban végeztük, amelyek során a vizsgált termék legalább 70%-os telítettségűek voltak (azaz min. 70%-os férőhely-kihasználtság esetén).

A vizsgált árutermelő telep 1974-ben épült. A telep istállói közül a malacnevelő esett át jelentős felújításon 2009-ben, amely során a hagyományos battériára alapozott technológiát teljes műanyag ráncpadozatos, nagycsoportos (>40 állat/falka) tartásmódra váltották. A fiaztatóban szintén teljes műanyag ráncpadozatot alkalmaznak. A

hizlaldában teljes beton rácspadozat, a kan- és a vemheskoca-szálláson részlegesen beton rácspadozat található. A telep jelenlegi kapacitása 440 koca és szaporulatának tartását, hizlalását teszi lehetővé. Az árutermelő kocaállomány magyar nagyfehér × lapály genotípusú, a telepen tartott négy kan közül egy magyar nagyfehér, három pedig duroc fajtájú. A battérián (malacnevelőben) teljesen zárt, automata szellőzőrendszert használnak, míg a többi istálló légcseréjét több évtizede működő ventilátorok és a nyílászárók segítségével valósítják meg. A termékenyítéseket 30-40 kocából álló csoportokkal folyamatosan végzik, a vemhesülési arány átlagosan 85%, a kocaforgó 2,1. A fiaztatóban és a hizlaldában nedves takarmányozási rendszert alkalmaznak, míg a battérián, a kan- és kocaszálláson szilárd takarmányt etetnek, előbbiben pelletált, utóbbiakban dercés formában. A belmagasság a fiaztatóban 2,5 m, a battérián valamint a koca- és kanszálláson 3,5 m, a hizlaldában 5 m.

A mérési eredményeket Microsoft Excel táblázatba gyűjtöttük össze, a statisztikai vizsgálatokat SPSS v.16. szoftver segítségével végeztük. Összesen 1388 szén-dioxid és ammónia mérési adat került rögzítésre és feldolgozásra. A statisztikai értékelés során Least Significant Difference (LSD) tesztet alkalmaztunk. A szén-dioxid és az ammónia koncentráció közötti kapcsolatot Pearson-féle korrelációs együttható meghatározásával értékeltük.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉS

A telepen végzett mérések összesített eredményeit mutatja be az 1. táblázat. A szén-dioxid koncentráció esetében az évszakok között erősen szignifikáns különbséget figyeltünk meg, tehát a gáz koncentrációjának alakulásában az évszakoknak és a környezeti hőmérsékletnek alapvető hatása állapítható meg. A legnagyobb átlagos szén-dioxid koncentráció télen, a legkisebb nyáron fordult elő. Hasonló évszakai eloszlás figyelhető meg az ammónia koncentráció alakulásában is: a legkritikusabb időszakot a téli hónapok jelentik, a legkisebb átlagos koncentráció pedig nyáron mérhető. A szélsőséges környezeti hőmérsékletű téli és nyári hónapok átlaga között mintegy negyvenszeres különbséget állapítottunk meg, ugyanakkor a megengedett határértéket a téli időszak értékei sem haladták meg a vizsgált telepen.

Az évszakok szerint változó környezeti hőmérséklet döntően meghatározza a telepi szellőztetés gyakorlatát, hiszen a téli időszakban a folyamatos ventiláció biztosítása

mellett az ajtók és ablakok zárásával igyekeznek a teremhőmérsékletet az állatok termoneutrális zónájában tartani, míg nyáron a ventiláció mellett az ajtók és ablakok nyitásával biztosítják a szükséges fokozott légcserét, aminek köszönhetően a káros gázok koncentrációja is jelentős mértékben csökken.

A különböző tartási egységekre jellemző szén-dioxid és ammónia koncentráció alakulásáról a 2. táblázatban számolunk be. Eredményeink alapján megállapítható, hogy a szén-dioxid koncentráció szempontjából a malac utónevelő istállók (battéria), az ammónia szempontjából a kanszállás a legkritikusabb tartási egység, azonban a mérések átlaga ezekben az épületekben sem lépte túl a megengedett határértékeket a vizsgált telepen.

1. táblázat: Az istállókban végzett mérések összesített eredményei

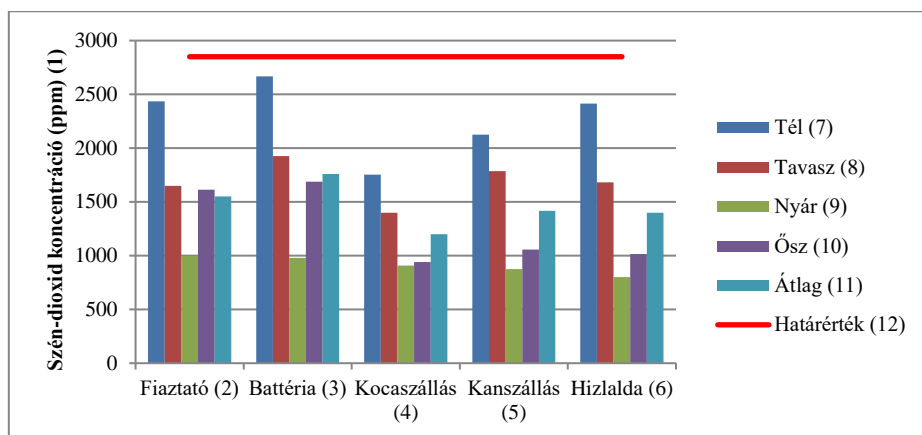
Table 1: Summarized description of gas concentration based on measurements taken in all the analysed rooms of the farm

Gáz (1)	Évszak (2)	Mérések száma (N) (3)	Átlag±szórás (ppm) (4)
CO ₂	Tél (5)	113	2347,0±978 ^A
	Tavaszi (6)	203	1683,3±1180 ^B
	Nyár (7)	169	890,1±273 ^D
	Ősz (8)	209	1229,3±594 ^C
	Összes (9)	694	1461,5±960
	Határérték (10)	-	2850
NH ₃	Tél (5)	113	4,310±2,17 ^A
	Tavaszi (6)	203	1,946±2,19 ^B
	Nyár (7)	169	0,225±0,74 ^C
	Ősz (8)	209	1,976±2,40 ^B
	Összes (9)	694	1,921±2,38
	Határérték (10)	-	9,5

^{A,B,C,D} A különböző betűvel ellátott értékek között a különbség szignifikáns (P<0,01)

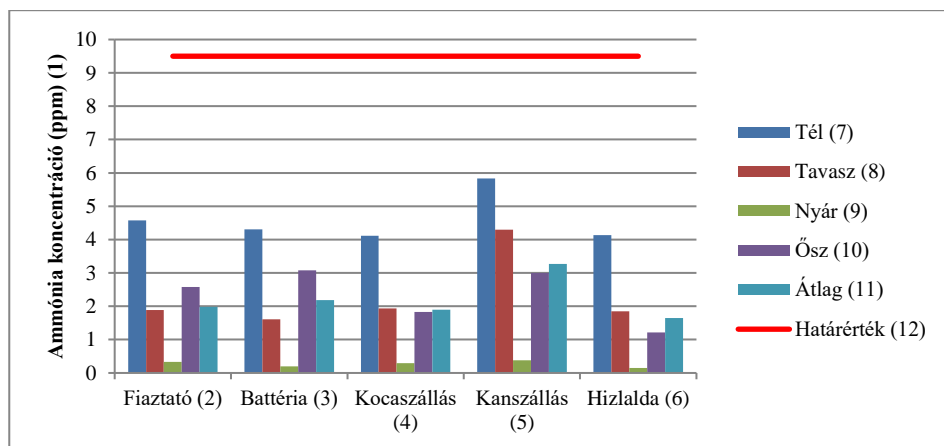
(1) Gas; (2) Season; (3) Number of observations (N); (4) Mean±standard deviation (ppm); (5) Winter; (6) Spring; (7) Summer; (8) Autumn; (9) Total; (10) Regulatory limit

^{A,B,C,D} values with different superscripts differ significantly (P<0.01)



(1) Carbon dioxide concentration (ppm); (2) Farrowing sows with piglets; (3) Weaned piglets; (4) Dry and gestating sows; (5) Breeding boars; (6) Fattening pigs; (7) Winter; (8) Spring; (9) Summer; (10) Autumn; (11) Mean; (12) Regulatory limit

1. ábra: A szén-dioxid koncentráció alakulása évszakok szerint a különböző istállóban
 Figure 1: Seasonal concentration of carbon-dioxide and ammonia in different housing units



(1) Carbon dioxide concentration (ppm); (2) Farrowing sows with piglets; (3) Weaned piglets; (4) Dry and gestating sows; (5) Breeding boars; (6) Fattening pigs; (7) Winter; (8) Spring; (9) Summer; (10) Autumn; (11) Mean; (12) Regulatory limit

2. ábra: Az ammónia koncentráció alakulása évszakok szerint a különböző istállóban
 Figure 2: Seasonal concentration of carbon-dioxide and ammonia in different housing units

Ni et al. (2008) két sertéstelep levegőjének szén-dioxid koncentrációját mérte a 2002-2003 időszakban. Megállapításaik szerint – a saját vizsgálatunkban tapasztalathoz hasonlóan – a szén-dioxid koncentráció a december-január időszakban volt a legnagyobb (3000-4100 ppm), a nyári (július-augusztus) időszakban volt a legkisebb (750-1300 ppm). A relatív páratartalom alakulása nem volt hatással sem a szén-dioxid kibocsátás, sem a koncentráció mértékére. Kísérletükben sikeresen csökkentették (mintegy 19%-kal) a szén-dioxid-kibocsátást növényi olaj permetezéssel, valamint növényi olaj és víz ködösítéssel. A fűtőberendezések téli és kora tavaszi szén-dioxid termeléséről megállapították, hogy alapvetően a környezeti időjárási viszonyok és a telepek földrajzi elhelyezkedése szerint alakult.

Popescu et al. (2010) az ammónia koncentráció alakulását értékelt négy különböző csoportban (vemhes kocák, fiaztató, malac utónevelő, hizlalda), 2009 januárjában. Az átlagos ammónia szint minden vizsgált istállóban meghaladta a Romániában javasolt felső határértéket (26 ppm). A legnagyobb koncentrációt a hizlaldában (104,6 ppm), a legkisebbet az utónevelőben (38,3 ppm) mérték. A fiaztató kivételével minden egységben statisztikailag igazolható pozitív korrelációt ($P < 0,05$) állapítottak meg az ammónia koncentráció és a teremben mért hőmérséklet, ill. relatív páratartalom között. Saját vizsgálatunkban az összes mérést figyelembe véve a szén-dioxid és az ammónia koncentráció között szignifikáns, közepes-erős pozitív korrelációt állapítottunk meg (Pearson $r=0,583$; $P < 0,01$).

Donham (1991) a levegő minősége és a sertések egészségi állapota közötti összefüggéseket elemezte Svédország déli részén, összesen 28 sertéstelepen, egy éves időszakon át. Korrelációt állapított meg számos légszennyező anyag (por, ammónia, szén-dioxid, mikrobák) koncentrációja és az újszülött malac-elhullás vagy a tüdő- és mellhártyagyulladás (pneumonia és pleuritis) gyakorisága között. Megfigyelései alapján javaslatot tett a maximális koncentrációt tekintve por ($2,4 \text{ mg/m}^3$), ammónia (7 ppm) és szén-dioxid (1540 ppm) esetében. A vizsgált svéd telepeken alkalmazott szellőztető rendszerek minősége jelentősen befolyásolta az ammónia és a szén-dioxid koncentrációt (a por mennyiségével nem volt összefüggés). Szoros összefüggést figyelt meg az egységnyi m^3 -re jutó sertés élőtömeg (kg) és a légszennyező anyagok mennyisége, illetve az egészségi állapot között.

Seedorf és Hartung (1999) vizsgálatában a kocaszálláson, az utónevelőben, és a hizlaldában mért ammónia koncentráció 9-15 ppm között alakult. *Koerkamp et al.* (1998) mérései 5-18 ppm közötti koncentrációt mutattak.

Zhu et al. (2000) mechanikai és természetes szellőztetési rendszerek esetén vizsgálta az ammónia koncentráció napi alakulását. Mechanikai szellőztetés mellett a vemhes kocaszálláson 9-15 ppm, a fiaztatóban 3-5 ppm, az utónevelőben 2-5 ppm, a hizlaldában 4-8 ppm közötti koncentrációt mértek. Természetes szellőztetés esetén a hizlaldában 7-15 ppm ammónia koncentrációt figyeltek meg, ami felhívja a figyelmet a természetes szellőztetés mérsékelt hatékonyságára.

Minnesotában (USA) végzett mérések alapján átlagosan 10-15 ppm ammónia koncentrációt állapították meg (*Jacobson et al.*, 2003) nagyüzemi sertéstelepeken.

Észak-Svédországban -18 és -1°C közötti külső környezeti hőmérséklet mellett 10-45 ppm ammónia koncentrációt mértek a hizlaldákban (a talajszint fölött 1,5 m-rel), 5-25 ppm-et a fiaztatókban.

A mérés helye természetesen jelentősen befolyásolja az eredményeket, például szignifikánsan nagyobb értékek mérhetők közvetlenül a hígtrágya fölött (*Gustafsson*, 1997). A trágyatároló lagúnák kiürített istállóiban végzett tisztítása, öblítése során a kén-hidrogén (H₂S) és a metán (CH₄) koncentráció hirtelen emelkedését figyelték meg, azonban kisebb (alig érzékelhető) növekedést állapítottak meg a szén-dioxid esetében, míg az ammónia koncentrációra nem volt hatással a lagúnák tisztítása (*Ni et al.*, 2008).

Heber et al. (2005) sertés istállóiban végzett mérései 1,2-37 ppm közötti értékeket mutattak. Megállapították, hogy az ammónia koncentráció szoros összefüggést mutat a szellőztetés módjával és mértékével; a legnagyobb koncentrációt januárban, a legkisebbet júliusban figyelték meg, hasonlóan a jelen vizsgálat eredményeihez.

Koltay et al. (2018) vizsgálatai alapján a sertéstakarmányok fehérjetartalmának csökkentésével, a korcsoportra jellemző aminosav-szükséglet pontosabb beállításával jelentősen mérsékelhető a hizlalásból származó ammónia kibocsátás.

Magyar et al. (2020) az Agrárminisztérium által támogatott kutatásaik során dolgozták ki az Ammónia Gáz Emissziós Modellt (AGEM-S), amelynek segítségével a sertéstartók értékelhetik telepeik ammónia-kibocsátását. Az online elérhető alkalmazás használata lehetővé teszi az emisszióban kritikus tényezők azonosítását, ezáltal lehetőséget teremt és javaslatokat fogalmaz meg a kibocsátás csökkentésére. A folyamatosan szigorodó európai uniós előírások (pl. az ammónia kibocsátás mértékét

tekintve Magyarországon 2030-ig 32%-os csökkenést kell megvalósítani a 2005. évben mért értékhez képest) betartása érdekében a jövőben fokozott figyelmet kell fordítani a sertéstartás során keletkező, potenciálisan környezetszennyező gázok mérséklésére.

A vizsgált telep valamennyi istállójában a rendeletben meghatározott határértékek alatti átlagos szén-dioxid és ammónia koncentrációt állapítottunk meg. A megfelelő mikroklima fenntartása valamennyi vizsgált egységben a téli időszakban okoz leginkább kihívást. A védekezés legfontosabb eleme a megfelelő szellőztetés, ventiláció kialakítása. Rövidíteni kell a vizelet elvezetésének idejét, és a bélsarat naponta el kell távolítani. Hígtrágya-gyűjtés esetén gyakoribb hígtrágya eltávolítást kell végezni, továbbá meg kell akadályozni a szilárd felszíni réteg kialakulását. Csökkenthető a hígtrágya ammónia kibocsátása jukka (liliompálma) kivonat alkalmazásával. Az ammónia kibocsátás célzott takarmányozás kialakításával is csökkenthető. A lagúnás termék kialakításakor törekedjünk a legkisebb felületű és csekély mélységű hígtrágya tároló kialakítására.

SEASONAL CHANGES IN CARBON-DIOXIDE AND AMMONIA CONCENTRATIONS IN DIFFERENT ROOMS OF A PIG FARM

PÉTER BOLDIS – KÁROLY TEMPFLI – TAMÁS TÓTH – ANETT SZILVIA
NÉMETH-TORKOS

Széchenyi István University, Faculty of agricultural and Food Sciences,
Mosonmagyaróvár

SUMMARY

Several gases associated with intensive pig production including carbon dioxide and ammonia represent potential threats regarding both health status and production level of animals. In order to identify housing units and seasons with critical carbon dioxide or ammonia concentrations, regular on-site measurements are needed. In the present study weekly measurements of carbon dioxide and ammonia concentrations were taken throughout one year in different units of an intensive indoor confinement rearing system (rooms of dry and gestating sows, farrowing sows, weaned piglets, fattening pigs, and breeding boars). Based on data from all measurements (N=1388), highest average

carbon dioxide concentration was detected in winter and spring, whereas lowest concentrations were observed in summer and autumn ($P<0.01$). Similarly, highest ammonia concentration occurred in winter and lowest in summer ($P<0.01$), while average spring and autumn concentrations did not differ ($P<0.05$). Highest carbon dioxide concentration was detected in the houses of weaned piglets, whereas highest ammonia concentration was detected in rooms of breeding boars. Even in the most critical winter period, currently valid exposure levels were not exceeded in any units of the analysed farm.

Key words: carbon dioxide; ammonia; pig production

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A publikáció elkészítését az EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 számú „Innovatív tudományos műhelyek a hazai agrár felsőoktatásban” című projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

IRODALOMJEGYZÉK

Donham, K.J. (1991): Association of environmental air contaminants with disease and productivity in swine. *American Journal of Veterinary Research*, 52: 1723-1730.

Gustafsson, G. (1997): Investigations of factors affecting air pollutants in animal houses. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 4: 203-215.

Heber, A.J. – Tao, P.C. – Ni, J.Q. – Lim, T.T. – Schmidt, A.M. (2005): Two swine finishing building with flushing: ammonia characteristics. *Proceedings of the Livestock Environment Symposium VII, Beijing, China, 2005*, pp 436-443.

Horn P. – Pászthy Gy. – Bene Sz. (2011): Sertésenyésztés. *Tamop 4.2.5.*

Jacobson, L.D. – Heber, A.J. – Zhang, Y. – Sweeten, J. – Koziel, J. – Hoff, S.J. – Bundy, D.S. – Beasley, D.B. – Baughman, G.R. (2003): Air pollutant emissions from confined animal buildings in the U.S. *Proceedings of the International Symposium on Gaseous and Odour Emissions from Animal Production Facilities, EurAgEng Horsens, Denmark*, pp 194-202.

- Kalich, J.* (1980): Livestock-related toxic gases and its impact for fattening pigs. *Tierzuchter*, 9: 386-388.
- Koerkamp, P.W.G.G. – Metz, J.H.M. – Uenk, G.H. – Phillips, V.R. – Holden, M.R. – Sneath, R.W. – Short, J.L. – White, R.P. – Hartung, J. – Seedorf, J. – Schroder, M. – Linkert, K.H. – Pedersen, S. – Takai, H. – Johnsen, J.O. – Wathes, C.M.* (1998): Concentration and emission of ammonia in livestock buildings in Northern Europe. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 70: 79-85.
- Koltay I.A. – Benedek Zs. – Hegedűsné Baranyai N. – Such N.A. – Farkas L. – Nagy J. – Szűcs K. – Pál L. – Wágner L. – Dublec K.* (2018): Csökkentett fehérjetartalmú tápok etetésének hatása sertések ammónia-emissziójára. In: Szabó, Csaba (szerk.) *Tavaszi Szél 2018 : Spring Wind 2018*, Budapest, Doktoranduszok Országos Szövetsége, 54-72.
- Magyar M. – Pirkó B. – Benedek Zs. – Hegedűsné Baranyai N. – Rák R. – Szabó A. – Kótiné Seenger J. – Vojtela T. – Borka Gy. – Dublec K.* (2020): AGEM-S Ammónia Gáz Emissziós Modell a sertéstartó gazdaságok számára. *Mezőgazdasági Technika*, 28-31.
- Memarzadeh, F. – Manning, A.* (2005): Control of ammonia production in animal research facilities through ventilation system design. *American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers Transactions*, 111: 203-212.
- Ni, J.Q. – Heber, A.J. – Lim, T.T. – Tao, P.C. – Schmidt, A.M.* (2008): Methane and carbon dioxide emission from two pig finishing barns. *Journal of Environmental Quality*, 37: 2001-2011.
- Philippe, F.X. – Nicks, B.* (2014): Review on greenhouse gas emissions from pig houses: Production of carbon dioxide, methane and nitrous oxide by animals and manure. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 199: 10-15.
- Popescu, S. – Stefan, R. – Borda, C. – Lazar, E.A. – Sandru, C.D. – Spinu, M.* (2010): The ammonia concentration in growing-finishing pig houses. *Lucrari Stiintifice Medicina Veterinara*, 43: 320-326.
- Seedorf, J. – Hartung, J.* (1999): Survey of ammonia concentrations in livestock buildings. *Journal of Agricultural Science*, 133: 433-437.
- Smith, J.H. – Wathes, C.M. – Baldwin, B.A.* (1996): The preference of pigs for fresh air over ammoniated air. *Applied Animal Behaviour Science*, 49: 417-424.

Zhu, T. – Pattey, E. – Desjardins, R.L. (2000): Relaxed eddy-accumulation technique for measuring ammonia volatilization. *Environmental Science and Technology*, 34: 199-203.

Internetes hivatkozások

URL₁:

http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0032_fenntarthato_mg_rendszerek_es_kornyezettechnologia/ch09s03.html (hozzáférés: 2019. 10. 18.)

URL₂: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=A1800039.AM> (hozzáférés: 2019. 10. 18.)

A szerzők levélcíme – Address of the authors:

Boldis Péter

Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
9200, Mosonmagyaróvár

Tempfli Károly

Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
9200, Mosonmagyaróvár

Tóth Tamás

Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
9200, Mosonmagyaróvár

Németh-Torkos Anett Szilvia

Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
9200, Mosonmagyaróvár