

Effect of bedding and feeding on equine asthma

Literature review

N. Hetényi*,
O. Korbacska-Kutasi

Állatorvostudományi Egyetem,
Állattenyésztési, Takarmányozástani
és Laborállat-tudományi Tanszék
H-1078 Budapest, István u. 2.

*e-mail cím: hetenyi.nikoletta@univet.hu

Az alomanyag és a takarmány hatása a lovak asztmás megbetegedéseire

Irodalmi összefoglaló

Hetényi Nikoletta*, Korbacska-Kutasi Orsolya

ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők az irodalmi áttekintésben bemutatják az istálló szállópor-koncentrációját befolyásoló tényezőket. Az alomanyag és a takarmány porszennyezettsége az istállózott lovaknál gyakori asztmás megbetegedések egyik kiváltója. Az érzékszervi vizsgálat nem alkalmas a porszennyezettség vizsgálatára, de a minőség javítható rövid időtartamú vízbe áztatással vagy speciális szénagőzölő berendezések használatával. A házilag előállított gőzölő berendezésekkel nem garantálható a pormentesség és a higiéniai állapot romlásával is számolni lehet. Az istálló levegőminőségének szempontjából a szalma alomanyag és a száraz szénatakaromány kombinációja a legkedvezőtlenebb.

SUMMARY

High dust concentrations are common in the environment of conventional stables. The respirable dust is composed of particles less than 5 µm in size and these are sufficiently small to penetrate the peripheral airways. This dust contains potentially allergenic particles (e.g.: mould, bacterial spores, faeces of mites) which may cause equine asthma. The best way to reduce the interaction with dust is to ensure adequate ventilation and to reduce contamination of the air from feeds (forages and cereal grains) and bedding. It is important to mention that visual assessment is not an adequate method to control the hygienic status and respirable dust concentration of feed or bedding material.

Long term (>9 hours) soaking decreased the water soluble carbohydrate content of hay and mould counts but increased counts of yeasts, enterobacteria, and lactic acid bacteria which may cause colic. Therefore, soaking in cold water should not be longer than 10 minutes, if the water soluble carbohydrate content of the hay is irrelevant. Steaming in a wheelie bin and with a kettle of boiling water reduced the airborne respirable particles but did not reduce microbial contamination of hay. Specifically designed high-temperature steamer (1.5–2.75 kW, 50–60 minutes) is the most effective method for reducing airborne respirable particles, while conserving nutrients and improving the hygienic quality of hay. Because of the double-skinned container the temperature rises quickly inside the box and reaches 100 °C. This cannot be achieved by homemade methods such as steaming in a wheelie bin or with a kettle of boiling water.

The choice of bedding material also affects the quality of air in a stable. The use of alternative for straw bedding such as peat with shavings or crushed wood pellets improved endoscopy results of stabled horses, however, horses were clinically healthy regardless of the type of applied bedding materials.

The combination of straw and dry hay results the lowest air quality therefore this cannot be recommended as a suitable management regime for stabled horses.



Az istállózott lovak körében gyakori a légzőszervi megbetegedés, ami az istálló rossz levegőminőségére vezethető vissza. A lovak és az istállóban tartózkodó emberek számára légzőszervi szempontból a szálló por a legveszélyesebb. Ezek a részecskék 5 µm-nél kisebbek, belélegezve eléri a bronchiolusokat is, ahol gyulladást okoznak (4, 8). A por számos, potenciálisan allergén részecskét tartalmaz, mint a penészgombák (pl.: *Aspergillus*), baktériumspórák és baktériumok, atkaürülék és endotoxinok (1, 8, 13). Az ajánlások szerint a levegő porkoncentrációja nem haladhatja meg a 3 mg/m³-t míg a mikrobiális szennyezés esetében ez az érték 4,70 log₁₀ CFU/m³ (9). A szálló por belélegzése a lovak asztmás (Equine Asthma) megbetegedéseinek egyik legfontosabb kiváltója. Az enyhe asztmák közé sorolható a nem specifikus, idült légzőszervi gyulladásnak (inflammatory airway disease, IAD) nevezett kórkép, a kiújuló légúti obstrukció (recurrent airway obstruction, RAO) pedig a súlyos asztma kategóriába tartozik (2, 4, 6, 8). A tünetek enyhíthetők kortikoszteroidok és hörgőtágítók alkalmazásával, de ezek felhasználása versenylovak számára korlátozott, ill. a hosszú távú alkalmazásuk költséges. Ezért a kezelés meghatározó részét képezi a környezet porszennyezettségének csökkentése (4, 21).

A szálló por belélegzése a lovak asztmás megbetegedéseinek egyik legfontosabb kiváltója

Egy hazai vizsgálat során az idült légzőszervi tüneteket mutató lovak ($n = 100$) felénél ($n = 54$) kiújuló légúti obstrukciót (RAO) diagnosztizáltak. A nem specifikus, idült légzőszervi gyulladás előfordulás (IAD; $n = 20$) jóval ritkábbnak bizonyult. Európa északi országaiban elsősorban a télen, istállóban tartott lovakban jelentkeznek a légzőszervi tünetek, mert nyáron jellemzően legelőn tartják az állatokat. Itthon viszont a nyári időszakban is gyakoriak a légzőszervi tünetek, mert a legelők minősége miatt szükséges a kiegészítő takarmányozás széna formájában és a legelői allergének szerepe is jelentős (14).

A TAKARMÁNY SZEREPE

A lovak a természetben napi 16 órát töltenek legeléssel. A szálas takarmány (pl.: széna) megfelelő gyakoriságú etetésével ezt az időben elnyújtott takarmányfelvételt tudjuk utánozni az istállózott lovak esetében is. Ideális körülmények között a napi etetések száma 5 lenne, de a gyakorlatban ez általában 3 alkalomra korlátozódik. A szénaháló alkalmazásával lassítható a takarmányfelvétel de ezzel növelhetjük a belégzési zóna porszennyezettségét a földről etetéshez képest ($0,097 \pm 0,2$ szemben a $0,46 \pm 0,65$ mg/m³; 7).

Általánosságban elmondható, hogy a takarmány típusa (különösen a széna) és minősége nagyobb hatással van a levegő portartalmára, mint az alomanyagé (3). A széna minőségét az állattartók sok esetben csupán érzékszervi vizsgálattal ellenőrzik, de az ilyen módon megfelelőnek értékelt széna is jelentős porszennyezetést okozhat az istállóban. Ezért ez az eljárás nem alkalmas ennek a fontos minőségi jellemzőnek a megítélésére (21).

A tulajdonosok a porszennyezetést gyakran a széna vízbe való áztatásával próbálják csökkenteni. Ez hatékony módszer, de ezalatt ásványianyagok és vízoldható szénhidrátok (mono-, di- és oligoszacharidok, fruktánok) oldódhatnak ki a takarmányból (17, 18). A hosszú időtartamú (> 9 óra) áztatás hatására jelentősen emelkedik a baktériumszám (1,5–5-szörösése), ami kólikás megbetegedésekhez vezethet (12, 23). A penészgombákkal szennyezett takarmány etetésekor is hasonló kórképek alakulhatnak ki. Ezért legfeljebb 10 perc legyen az áztatás időtartama, amivel a porszennyezés 99%-kal csökkenthető a száraz szénához képest, de az említett káros hatásokat kiküszöböljük (21). A hosszabb időtartamnak a vízoldható szénhidrátartalom csökkentésében van szerepe, – elsősorban elhízott, inzulinrezisztenciás vagy savós patairha-gyulladásban

A takarmány típusa és minősége nagyobb hatással van a levegő portartalmára, mint az alomanyagé

A széna vízbe áztatása csökkenti a porszennyezetést, de ne tartson tovább 10 percnél

szenvető lovak takarmányozásakor – de hazai viszonyok között a szénák ezen szénhidrát-tartalma nem jelentős. Amennyiben mégis szükséges a hosszú idejű áztatás, ezt a szénát 2 órán belül meg kell etetni a lóval, ill. az utólagos gőzölésével szignifikánsan javítható a higiéniai állapot a csak áztatotthoz képest (20, 21, 1. táblázat).

1. TÁBLÁZAT. A különböző kezelések hatása a széna minőségére és táplálóanyag-tartalmára (20)

TABLE 1. Effect of different treatments on the quality and nutritive value of hay (20)

Paraméter ¹	Száraz ⁶	Gőzölt ^{*7}	Áztatott 9 órát ⁸	Gőzölt és áztatott ^{*10}	Áztatott és gőzölt ^{*11}
Nyersfehérje g/kg sz.a. ²	63	63	62	61	62
Vízoldható szénhidrát g/kg sz.a. ³	126	122	83	83	79
Baktérium (CFU/g sz.a.) ⁴	60 256	1046	354 813	17 783	490
Penészgomba (CFU/g sz.a.) ⁵	1148	2,0	692	501	1,9

sz.a. = szárazanyag, *gőzölőgépben gőzölt,

¹parameters, ²crude protein (g/kg dry matter), ³water soluble carbohydrate, ⁴bacteria (CFU/g dry matter), ⁵mould (CFU/g dry matter), ⁶dry, ⁷steamed in hay steamer, ⁸soaked for 9 hours, ¹⁰steamed and soaked, ¹¹soaked and steamed

2. TÁBLÁZAT. A különböző gőzölési módszerek hatása a széna minőségére (21)

TABLE 2. Effect of different steaming methods on the hay quality (21)

Paraméter ¹	Száraz ²	Kukában gőzölt ³	Gőzölőgépben gőzölt ⁴
Baktérium (CFU/g sz.a.) ⁵	234 422 ± 2,8	549 540 ± 1,9	12 ± 2,2
Penészgomba (CFU/g sz.a.) ⁶	53 703 ± 0,77	5012 ± 3,13	5 ± 16,2

sz.a. = szárazanyag

¹parameter, ²dry, ³Steaming in bin, ⁴Steamed in hay steamer, ⁵bacteria (CFU/g dry matter), ⁶mould (CFU/g dry matter)

3. TÁBLÁZAT. A különböző kezelések hatása az istálló levegőjének szállópor-koncentrációjára (21)

TABLE 3. Effect of different treatments on the respirable particle concentration in the stable (21)

Paraméter ¹	Száraz ³	Áztatás 10 percig ⁴	Gőzölőgépben gőzölt ⁵	Kukában gőzölt ⁶	Vízforraló fölé lógatva gőzölt ⁷
belélegezhető részecske/L levegő/kg széna ²	1180	2,8	4,0	63	142

¹parameter, ²respirable particle/l air/kg hay, ³dry, ⁴soaking for 10 minutes, ⁵Steamed in hay steamer, ⁶steaming in bin, ⁷steamed with kettle of boiling water

A porszennyezés csökkentésére a helyesen végzett gőzölés a legjobb módszer

A porszennyezés csökkentésére a jó minőségű gőzölő berendezéssel végzett kezelés tekinthető a legmegfelelőbbnek (2. és 3. táblázat; 20, 21). A kifejezetten erre a célra gyártott berendezések közül a nagy teljesítményű (1,5–2,75 kW, 50–60 perc) és duplafalú eszközök alkalmasak a tömegtakarmányok (széna, szilázs és szenázs) minőségének javítására, amelyekben a belső hőmérséklet eléri a 100 °C-ot (20, 21). A nagy gőznyomás és a dupla fal biztosítja, hogy a széna minden részét egyenletesen éri a forró gőz, a takarmány nem lesz túl nedves és a gőzölés után

A széna a gőzöléstől számított 4 napig megőrzi a pormentességet és a lovak jobban kedvelik, mint a száraz szénát

A szenázs vagy a szilázs etetésével jelentősen javítható az istálló levegőminősége

Az alomszalma is jelentős porszennyezést okoz és a penészgombaterheltsége is nagy lehet

gyorsan kiszárad. Ezáltal a baktériumok és penészgombák nem tudnak elszaporodni (20, 21). A nem megfelelő teljesítményű gyári gőzölőkkel ez nem biztosítható, mert a belső hőmérséklet alacsony marad (46 °C, 35–40 perc) és a porszennyezés is csupán 55%-kal csökken a száraz szénához képest (5).

A gőzölőgéppel végzett kezelés további előnye az áztatással szemben, hogy nem csökken a takarmány nyersfehérje- és ásványianyag-tartalma (1. táblázat, 20). A lovak számára különösen fontos ennek a fehérjetartalomnak a megőrzése, mert ez emésztődik meg a vékonybélben és szívódik fel onnan. A széna a gőzöléstől számított 4 napig megőrzi a pormentességet. Ezen felül a lovak jobban kedvelik, mint a száraz szénát és többet fogyasztanak belőle (19). A tömegtakarmányok higiéniai állapotának javításával csökken a takarmányban a potenciálisan patogén baktériumok, mint a clostridiumok vagy az enterobaktériumok száma. Az ilyen készülékek jelentős ára miatt többféle házilagos módszerről lehet leírást találni, ezek közül talán a 240 l-es műanyag kukával egybekötött gőzölő a legismertebb. Kísérleti adatok alapján a 80 percig így gőzölt széna részben hideg és száraz maradt, mert az eszközzel nem biztosítható a megfelelő gőznyomás. Az egyszerű műanyag fal miatt a bála belső részében mért átlaghőmérséklet csupán 58 ± 48 °C volt, ami messze elmarad a kívánatos 100 °C-tól (21). Ez az eszköz valójában inkubátorként működik és elősegíti a leginkább allergén hőkedvelő baktériumok elszaporodását (2. táblázat). Ezzel szemben a gőzölőgéppel a baktériumok és penészgombák 99%-a eltávolítható.

A nagyobb nedvességtartalmú tömegtakarmányok, mint a szenázs vagy a szilázs etetésével jelentősen javítható az istálló levegőminősége (26). A szénáról szenázssra váltás 60–70%-kal csökkenti a belélegezhető por átlagos mennyiségét (3). Hazai viszonyok között a szenázsok minősége sokszor kifogásolható, ezért ezek alapvetően nem lótakarmányok. A felmerülő problémák közül említést érdemel a penészgombák által termelt mikotoxinok jelenléte és a patogén baktériumokkal (pl.: *Clostridium botulinum*, *Listeria monocytogenes*) való szennyeződés. A helyes mezőgazdasági és tartósítási technológia megválasztásával azonban minimalizálni lehet a szenázsetetéssel járó kockázatokat, amit az is bizonyít, hogy számos országban használják lótakarmányként.

Az abrak és a pelletált takarmányok szennyező hatása sem elhanyagolható (11). A zab és árpa roppantásával növeljük az emészthetőséget, ugyanakkor ez fokozza a levegő porszennyeződését. A szemek mechanikai tisztításával ez 70%-kal csökkenthető, de a leghatékonyabb a 10 perces áztatás utáni gőzölés (75–105 °C). A pelletált takarmány etetésekor képződik a legkevesebb kisméretű porrészesecske, a gyári takarmánykeverékek az összetétel függvényében nagyon eltérő hatásúak, ezért itt nem lehet általános megállapítást tenni.

AZ ALOMANYAG SZEREPE

Az istálló levegőminőségére az alomanyag típusa és minősége is hatással van (4. táblázat). Az egyik leggyakrabban használt szalma jelentős porszennyezést okoz, és ebben nagy a penészgombák mennyisége (16). A kísérleti eredmények alapján látható, hogy a szalma minősége kevésbé tekinthető standardnak az egyéb alomanyagokhoz képest (pl.: faforgács, fa pellet; 1, 15, 16). A minőségét jelentősen befolyásolja a növény faja, a betakarítás időpontja, az időjárás, a tárolás körülményei és annak hossza (27). További hátránya a gyenge nedvesség- és ammónia-megkötő képessége (15) és a nagy porszennyezése (1, 10, 16, 26, 28). Klinikailag egészséges lovak endoszkópos vizsgálata alapján a szalmával való almozás esetén kedvezőtlenebbek a lovak eredményei, mint fapellet, ill. tőzeg és faforgács együttes alkalmazásakor (16). A különbségek nem voltak szignifikánsak, de jelezhetnek egy kedvezőtlen hatást, aminek hosszú távú következményei lehetnek. Ugyanakkor vitathatatlan előnye, hogy a lovak figyelmét jobban leköti,

ezért csökken a viselkedési rendellenességek gyakorisága. A szalmával almózott istállóban az állatok több időt töltenek pihenéssel (15, 27). Pelletált alomszalma használatával javítható az istálló levegőminősége (6).

4. TÁBLÁZAT. Az alomanyag hatása az istálló levegőjének por-, baktérium- és penészgomba-koncentrációjára (16)

TABLE 4. Effects of bedding material on dust and microbial air contamination in stable (16)

Paraméter ¹	Alomanyag ⁵		
	szalma ⁶	tőzeg + faforgács ⁷	fapellet ⁸
Por (mg/m ³) ²	2,43	1,09	4,07
Baktérium (log ₁₀ CFU/m ³) ³	5,12	5,14	4,81
Penészgomba (log ₁₀ CFU/m ³) ⁴	4,82	4,88	4,54

¹parameter, ²dust, ³bacteria (log₁₀ CFU/m³), ⁴mould (log₁₀ CFU/m³), ⁵bedding, ⁶straw, ⁷peat and shavings, ⁸wood pellet

A szalma pormentes faforgácsra való cserélésével jelentősen csökkenthető a porterheltség

A szalma pormentes faforgácsra való cserélésével jelentősen, 23–32%-kal csökkenthető a belélegezhető por mennyisége (3). Együttes alkalmazása kis portartalmú takarmánnyal (pl.: gőzölt vagy 10 percig áztatott széna, szenázs) a legkedvezőbb levegőminőséget eredményezi (1, 26).

A fapellet is egyre szélesebb körben használt alomanyag. Amint az a 4. táblázatból is látható, a porszennyezés mértéke itt a legnagyobb. Higiéniai szempontból viszont a legkedvezőbb, hiszen itt mérték a levegő legkisebb baktérium- és penészgombaszintjét. Ennek ellenére a vérparaméterek (biokémia és oxigénszaturáció) és az endoszkópos vizsgálat alapján nem egyértelmű az alomanyagok hatása közötti különbség. Ez a vizsgált lovak számával ($n = 8$) és az egyedi különbségekkel magyarázható. Az endoszkópos vizsgálatok alapján 5 ló állapota javult, három pedig romlott amikor szalma helyett valamilyen alternatív alomanyagot használtak (16).

Hazai viszonyok között nem elterjedt a pormentesített tőzeg használata. Ennek előnyös tulajdonsága a nagy nedvszívóképesség, porszennyezés szempontjából is előnyös, ugyanakkor kedvező életteret biztosít a patogén baktériumok számára. Ezt igazolja, hogy a tőzeg forgáccsal alkalmazott keveréke a levegő legnagyobb baktérium- és penészgomba-koncentrációját eredményezte (16).

Az istálló típusa is hatással lehet a levegőminőségre

Az istálló típusa is hatással lehet a levegőminőségre, és a porkoncentráció eltérhet a boksz közepén és a ló orrníálásának közelében (belégzési zóna; 1, 21, 28). A száraz széna és faforgács az egy légterű istállóban, míg a szalma és szenázs az egyedi bokszban okozott nagyobb porkoncentrációt a belégzési zónában. Az utóbbi esetben viszont csak minimális volt a különbség (533 szemben az 517 szállópormennyiség/l levegő). Az ezen ponton és a boksz közepén mért porszennyezés mértéke nem mutatott szignifikáns eltérést a gőzölt széna és faforgács, valamint a száraz széna és szalma kombináció alkalmazásakor. Összességében azonban száraz széna és szalma együttes alkalmazásakor szignifikánsan nagyobb értékkel kell számolni (1).

EGYÉB TÉNYEZŐK

A betakarításkor keletkező talajszennyeződéskor – amit jellemzően a túl alacsony kaszálási magasság okoz – számolni a kell a penészgombák (elsősorban *Aspergillus*) és a baktériumok nagyobb jelenlétével a takarmányban és az alomanyagban is (25). A legelőfű fajösszetétele is hatással lehet a por- és penészgomba-szennyezés mértékére. Néhány faj, mint az angolperje (*Lolium perenne*)

A szénaminóséget jelentősen rontja a túl nagy nedvességtartalommal való bálázás

Alomszalma és száraz széna kombinációja a legkedvezőtlenebb a porterheltség szempontjából

és a sovány perje (*Poa trivialis*) jellemzően kevésbé szennyezettek, míg másokra pl. a réti ecsetpázsit (*Alopecurus geniculatus*) és a pelyhes selyemperje (*Holcus lanatus*) az ellenkezője jellemző (25).

A szénaminóséget jelentősen rontja a túl nagy nedvességtartalommal való bálázás, ezért ekkorra a víztartalom nem lehet nagyobb, mint 15% (25). Természetesen a bálák helytelen tárolása – különös tekintettel a nedvesség jelenlétére – kedvez a penészgombák elszaporodásának, ami növeli a takarmány mikotoxin-szennyeződését is. Megfelelő tárolás esetén a betakarítástól eltelt idő hosszával csökken a szénában a penészgombák mennyisége (3 hónap: log₁₀ 4,8 CFU/g; 12 hónap: log₁₀ 3,5 CFU/g; 23). Fontos megemlíteni, hogy gőzöléssel csökkenthető a penészgombák mennyisége, de a már megtermelt mikotoxinoké nem.

A nagyüzemi baromfitartásban sikeresen alkalmazott, a porszennyezést csökkentő és baktericid hatású ionizáló berendezések az eddigi tapasztalatok alapján nem alkalmasak a lóistálló levegőminőségének javítására (22, 24). Ennek hátterében a baromfiistállótól eltérő méret és légmozgás állhat (26).

MEGVITATÁS

Az istállózott lovak jelentős része szenved légzőszervi betegségekben, ami részben az istálló rossz levegőminőségére, a szálló por jelenlétére vezethető vissza. Ebből a szempontból a takarmányok minőségének szerepe hangsúlyosabb, mint az alomanyagé. Az érzékszervi vizsgálat nem alkalmas a széna porszennyezettségének vizsgálatára, ezért a minőség javítható vízbe áztatással (10 percre) vagy gőzöléssel. A házilag előállított gőzölő berendezésekkel nem garantálható a pormentesség és a higiéniai állapot romlásával is számolni lehet. Az istálló levegőminőségének szempontjából a szalma alomanyag és a száraz széna takarmány kombinációja a legkedvezőtlenebb. A legelőnyösebb pedig gőzölt széna és pormentes faforgács együttes alkalmazása.

IRODALOM

1. AUGER, E.-J. – MOORE-COLYER, M. J. S.: The Effect of Management Regime on Airborne Respirable Dust Concentrations in Two Different Types of Horse Stable Design. *J. Equine Vet. Sci.*, 2017. 51. 105–109.
2. BOND, S. – LÉGUILLLETTE, R. et al.: Equine asthma: Integrative biologic relevance of a recently proposed nomenclature. *J. Vet. Intern. Med.*, 2018. 32. 2088–2098.
3. CLEMENTS, J. M. – PIRIE, R. S.: Respirable dust concentrations in equine stables. Part 1: validation of equipment and effect of various management systems. *Res. Vet. Sci.*, 2007. 83. 256–262.
4. COUËTIL, L. L. – CARDWELL, J. M. et al.: Inflammatory airway diseases of horses – revised consensus statement. *J. Vet. Intern. Med.*, 2016. 30. 503–515.
5. EARING, J. E. – HATHAWAY, M. R. et al.: Effect of steaming on forage nutritive values and dry matter intake by horses. *J. Anim. Sci.*, 2013. 91. 5813–5820.
6. FLEMING, K. – HESSEL, E. – VAN DEN WEGHE, H. F. A.: Generation of airborne particles from different bedding materials used for horse keeping. *J. Equine Vet. Sci.*, 2008. 28. 408–418.
7. IVESTER, K. M. – SMITH, K. et al.: Variability in particulate concentrations in a horse training barn over time. *Equine Vet. J.*, 2012. 44. 51–56.
8. IVESTER, K. M. – COUËTIL, L. L. – ZIMMERMAN, N. J.: Investigating the link between particulate exposure and airway inflammation in the horse. *J. Vet. Intern. Med.*, 2014. 28. 1653–1665.
9. FIEDOROWICZ, G.: The requirements for environmental conditions in the breeding of horses. *Probl. Agric. Eng.*, 2007. 4. 133–138.
10. FLEMING, K. – HESSEL, E. F. – VAN DEN WEGHE, H. F. A.: Gas and Dust Formation from Various Bedding Materials for Horse Keeping. *Landtechnik*, 2007. 4. 238–239.
11. HESSEL, E. F. – GARLIPP, F. et al.: Generation of airborne particles from horse feeds depending on processing and type. *J. Equine Vet. Sci.*, 2009. 29. 665–674.
12. KAYA, G. – SOMMERFELD-STUR, I. – IBEN, C.: Risk factors of colic of horses in Austria. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.*, 2009. 93. 339–349.
13. KOVÁTS, N. – HORVÁTH, E. – JANCSEK-TURÓCZI, B. – HOFFER, A. – GELENCSE, A. – URBÁN, P. – KISS, I. E. – BIHARI, Z. – FEKETE, CS.: Microbiological characterization of Stable resuspended dust. *Int. J. Occup. Med. Environ. Health.*, 2016. 29. 375–380.
14. KUTASI, O. – BALOGH, N. – LAJOS, Z. – NAGY, K. – SZENCI, O.: Diagnostic Approaches for the Assessment of Equine Chronic Pulmonary Disorders. *J. Equine Vet. Sci.*, 2011. 31. 400–410.

15. KWIATKOWSKA-STENZELA, A. – SOWIŃKA, J. – WITKOWSKA, D.: The Effect of Different Bedding Materials Used in Stable on Horses Behavior. *J. Equine Vet. Sci.*, 2016. 42. 57–66.
16. KWIATKOWSKA-STENZELA, A. – WITKOWSKAA, D. et al.: The effect of stable bedding materials on dust levels, microbial air contamination and equine respiratory health. *Res. Vet. Sci.*, 2017. 115. 523–529.
17. LONGLAND, A. C. – BAREFOOT, C. – HARRIS, P. A.: The loss of water soluble carbohydrate and soluble protein from nine different hays soaked in water for up to 16 hours. *J. Equine Vet. Sci.*, 2009. 29. 383–384.
18. MOORE-COLYER, M. J. S.: The effects of soaking hay fodder for horses on dust and mineral content. *Anim. Sci.*, 1996. 63. 337–342.
19. MOORE-COLYER, M. J. S. – PAYNE, V.: Palatability and ingestion behaviour of six polo ponies offered a choice of dry, soaked and steamed hay for 1 hour on three separate occasions. *Advances in animal biosciences. Healthy Food Healthy Animals*, 2012. 3. 127.
20. MOORE-COLYER, M. J. S. – LUMBIS, K. et al.: The effect of five different wetting treatments on the nutrient content and microbial concentration in hay for horses. *PLoS One*, 2014. 26. 1–14.
21. MOORE-COLYER, M. J. S. – TAYLOR, J. L. E. – JAMES, R.: The Effect of Steaming and Soaking on the Respirable Particle, Bacteria, Mould, and Nutrient Content in Hay for Horses. *J. Equine Vet. Sci.*, 2016. 39. 62–68.
22. MITCHELL, B. W. – BUHR, R. J. et al.: Reducing airborne pathogens, dust and Salmonella transmission in experimental hatching cabinets using an electrostatic space charge system. *Poult Sci.*, 2002. 81. 49–55.
23. MÜLLER, C. E. – NOSTELL, K. – BRÖJER, J.: Microbial Counts in Forages for Horses Effect of Storage Time and of Water Soaking Before Feeding. *J. Equine Vet. Sci.*, 2015. 35. 622–627.
24. RICHARDSON, L. J. – HOFACRE, C. L. et al.: Effect of electrostatic space charge on reduction of airborne transmission of Salmonella and other bacteria in broiler breeders in production and their progeny. *Avian Dis.*, 2003. 47. 1352–1361.
25. SEGUIN, V. – LEMAUVEL-LAVENANT, S. et al.: An evaluation of the hygienic quality in single-species hays and commercial forages used in equine nutrition. *Grass and Forage Sci.*, 2010. 65. 304–317.
26. SIEGERS, E. W. – ANTHONISSE, M. et al.: Effect of ionization, bedding, and feeding on air quality in a horse stable. *J. Vet. Intern. Med.*, 2018. 32. 1234–1240.
27. WERHAHN, H. – HESSEL, E. F. et al.: Effects of Different Bedding Materials on the Behavior of Horses Housed in Single Stalls. *J. Equine Vet. Sci.*, 2010. 30. 425–431.
28. WOODS, P. S. A. – ROBINSON, N. E. et al.: Airborne dust and aeroallergen concentration in a horse stable under two different management regimes. *Eq. Vet. J.*, 1993. 25. 208–213.

Közlésre érk.: 2019. ápr. 2.