

## SEDIMENTACE PRACHU (TSP) VE STÁJÍCH PRO SKOT

Jan Dolejš  
Jitka Němečková  
Oldřich Toufar  
Josef Knížek

### Summary:

#### A DUST SEDIMENTATION (TSP) IN CATTLE STABLES

In common straw-bedded boxes (air-conditioned stable) 2 experiments were realised, with dairy cows and heifers (always 4 animals), focused on settling rate of total suspended particles (TSP). Air-ionization was utilised experimentally in order to measure its impact on dust sedimentation.. Settling surface areas from asbestos (ASB), PVC and steel (ST) were arranged in stable. A choice of surface sort was made with regard to triboelectric features of surface areas. The dust was gathered from surfaces by a dust extractor and its weight was quantified gravimetrically per 24 hours. The dust sedimentation on ASB surfaces was  $43.5 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{day}^{-1}$  in experiment with dairy cows during common regime, on PVC surfaces it was 23.6 and on ST surfaces 24.0. Owing to air-ionization the sedimentation was increased by 105.1 % on ASB surfaces, by 90.1 % on PVC (both surfaces  $P \leq 0.01$ ) and by 21.4 % on ST. In experiment with heifers the sedimentation was increased owing to air-ionization by 9.6 % on surfaces only, but it dropped to 56.6 % ( $P \leq 0.01$ ) on ASB surfaces and to 86.2 % ( $P \leq 0.05$ ) on ST surfaces. The difference between both experiments was probably caused by change of quality of pollutant component part TSP.

**Key-words:** dustiness, cattle, air-ionization, TSP, triboelectric.

### Abstrakt:

Ve volném boxovém ustájení s přistýláním (klimatizovaná stáj) byly uskutečněny 2 experimenty, s dojnícemi a jalovicemi (vždy se 4 zvířaty), zaměřené na rychlost sedimentace celkového prachu (TSP), na kterou bylo experimentálně působeno ionizací vzduchu. Ve stáji byly instalované sedimentační plochy z azbestu (AZB), PVC a oceli (OC). Volba druhu ploch byla učiněna s ohledem na triboelektrické vlastnosti materiálu. Prach byl sbírán vysavačem a jeho hmotnost byla stanovena gravimetricky za 24 h. V experimentu s dojnícemi byla při běžném provozu sedimentace na AZB  $43,5 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{den}^{-1}$ , na PVC 23,6 a na OC 24,0. Vlivem ionizace se sedimentace na AZB zvýšila o 105,1 %, na PVC o 90,1 % (obě plochy  $P \leq 0,01$ ) a na OC o 21,4 %. V experimentu s jalovicemi se vlivem ionizace zvýšila sedimentace pouze u na plochách PVC o 9,6 %, ale u AZB poklesla na 56,6 % ( $P \leq 0,01$ ) a na OC na 86,2 % ( $P \leq 0,05$ ). Rozdíl mezi experimenty byl způsoben pravděpodobně změnou kvality imisní složky TSP.

**Klíčová slova:** prašnost, skot, ionizace vzduchu, TSP, triboelektrika,

### Úvod

Pro sedimentaci TSP je rozhodující velikost prachových částic a hlavně jejich elektrický náboj na jedné straně a triboelektrický náboj exponovaného povrchu na straně druhé. Kromě výše uvedených faktorů působí ještě teplotně vlhkostní mikroklima (teplota, relativní vlhkost a rychlost proudění vzduchu), tlak vzduchu a iontové mikroklima. Zdrojem prachu ve stájových objektech jsou především krmiva (jemné částice upravených obilnin a usušených rostlin) odpadlé částičky kůže

zvířat, krystalky moče a částice výkalů. Koncentrace těchto prachových částic však nemá dle Chardona, (1999) konstantní průběh, kolísá v průběhu řady roků i v jejich ročních obdobích. Nejvyšší koncentrace je dosaženo na jaře, nejnižší naopak v létě a zimě. U měsíčních průměrů koncentrace se vyskytuje velká variance - 65 - 96 %). Jako optimální způsob eliminace prašnosti se nabízí ionizace vzduchu. Dle Mitchella et al.,(2000) lze snížit úroveň prašnosti v uzavřeném prostoru až o 72 - 91 % v závislosti na počáteční koncent-

raci. Uvedenou metodou lze snížit prašnost v prostoru pobytu zvířat, jak uvádí Draghici et al.,(1991). Ve výkrmně králíků (Rumunsko) se vlivem ionizace vzduchu zvýšila sedimentace prachu (=celková prašnost) o 100 % , tj. 68,09 g.m<sup>-2</sup> ve srovnání s kontrolou – 34,12 g.m<sup>-2</sup>. Sediment byl zjišťován po 30 dnech. Tímto působením se snížila prašnost v prostředí a byl zároveň zjištěn i pozitivní vliv na zootechnické parametry chovu. Úhyn zvířat v počátku odchovu byl sice v prostředí s ionizací vyšší o 4,1 %, ke konci výkrmu však byl v tomto prostředí u dospělých králíků nižší o 31,5 %. Dle Dolejše et al.,(2005) bylo dosaženo snížení prašnosti ve stáji dojníc o 26,2 – 27,8 %.

Cílem experimentů bylo zjistit možnosti použití ionizace vzduchu k urychlení sedimentace prachu (celkový prach –TSP) ve stájích skotu. Zvýšená rychlost sedimentace by měla snížit prašnost ve stáji a snížit emise prachu do okolí objektu.

#### **Materiál a metodika**

Experimenty zaměřené na sledování rychlosti sedimentace prachu byly uskutečněny v klimatizované stáji. Jedná se o volné boxové ustájení s přistýláním slámy (2x denně). Krmná dávka a technika krmení byla podobná jako v běžných stájích tohoto typu. Krávy byla dojeny přímo na stání do konví, při využití jejich fixace u krmného žlabu. Pro ionizaci vzduchu bylo v obou případech používáno zařízení AGRI 1000.

Dojnice zařazené do pokusu byly holštýnského dojného typu, na 1. a 2. laktaci, s užitkovostí cca 8500 kg mléka za laktaci. Jejich živá hmotnost byla 680 ± 30 kg. Jalovice ve 2.pokusu byly stejného typu jako dojnice, s hmotností 350 ±20 kg.

Organizace obou pokusů byla rozdílná. U dojníc (4 ks) byly v jedné stáji periody referenční (6 dní) a experimentální (9 dní) s ionizací vzduchu. Jalovice naproti tomu byly ustájeny ve 2 sekcích (po 4) s referenčním a experimentálním provozem (ionizace vzduchu), s trváním 15 dnů v obou sekcích stáje. Mikroklimatické podmínky experimentů jsou uvedeny v tabulce 1.

Pro sledování rychlosti usazování prachu byly instalovány 3 druhy materiálů, s plochou kolem 1 m<sup>2</sup> (hmotnost prachu byla přepočítána na 1 m<sup>2</sup>). Kritériem výběru bylo triboelektrické napětí povrchu použitých materiálů,

tj. extrémní hodnoty napětí. Z tohoto hlediska byl zvolen azbest (AZB) a PVC podlahovina (PVC). Uvedené materiály byly doplněny ocelí (OC), jako nejpoužívanějšího konstrukčního prvku ve stáji, která leží na triboelektrické stupnici přibližně kolem středu. U pokusu s dojnicemi byl realizován povrchem instalovaných bočních zábran, u pokusu s jalovicemi instalovanou plochou z oceli. Hodnoty triboelektrického napětí jsou uvedeny v tabulce 2. Uvedené hodnoty byly měřeny přístrojem Polystat. Usazený prach TSP (total suspended particulates) byl pravidelně sbírán vysavačem (interval 24 h) a následně byla gravimetricky zjišťována jeho hmotnost. Během experimentů byl měřen 1x denně počet iontů n<sup>+</sup> a n<sup>-</sup> v cm<sup>3</sup> přístrojem IC 2000. Byl stanoven koeficient unipolarity podle vzorce:  $P = n^+/n^-$ . Výsledky tohoto měření jsou uvedeny v tabulce 3.

Dosažené výsledky, tj. rychlost sedimentace TSP jsou uvedeny v tabulce 4. V této tabulce je uveden i podíl TSP v % na exponované druhy ploch. Na uvedené výsledky navazuje vyhodnocení vlivu ionizace vzduchu na sedimentaci TSP a hodnocení statistické významnosti (t-test) v tabulce 5.

#### **Výsledky a diskuse**

Hodnocení rychlosti sedimentace prachu (TSP) vychází ze skutečnosti, že zdrojem prachu pro sedimentaci jsou jednak imise (prach obsažený ve venkovním vzduchu), jednak emise (prach, který vznikl ve stáji v souvislosti s chovem zvířat). Zatím co emisní složka je dána typem technologie chovu a druhem zvířat, imisní podíl má variabilní charakter.

Z dosažených výsledků je zřejmé, že rychlost sedimentace TSP složením směsi prachu a exponovanými plochami, na nichž se sediment ukládá. Vlastnost, na které závisí sedimentace je její triboelektrické napětí na povrchu exponované plochy. Kladně nabitá plocha AZB přitahuje částice nabitě záporně. Při běžném provozu, ve kterém nebylo ovlivňováno iontové mikroklima ve stáji, vázaly tyto plochy nejvyšší objem TSP. U experimentu s dojnicemi 47,8 % a u experimentu s jalovicemi 40,2 % z celkového TSP. Poměrně nižší podíl TSP (cca 1/4 až 1/3) s pozitivním nábojem se usazoval na záporně nabitých plochách (PVC). Na ocelových povr-

ších s malým, nebo nepatrným nábojem sedimentovalo cca 27 % TSP (viz tabulka 4).

Vlivem ionizace vzduchu došlo k integraci zvýšeného počtu iontů O<sub>2</sub> (záporný náboj) a CO<sub>2</sub> (kladný náboj) s částicemi prachu v prostoru stáje. Zvýšil se počet záporně nabitých iontů ze 185 na 302 v cm<sup>3</sup>, počet kladných iontů se zvýšil nepatrně. Poměr unipolarity se v závislosti na tom změnil z 1,59 na 0,821. Výsledkem tohoto procesu byla agregace do konglomerátů s vyšší hmotností, které vlivem gravitace rychleji sedimentovali na exponované plochy. Rychlost usazování se na AZB-plochách zvýšila o 105,1 % (P≤0,01), na PVC o 90,1 % (P≤0,01) a na OC-plochách jen o 21,4 %. Tato skutečnost platila však pouze v experimentu s dojnícemi. Přesto, že byly vytvořeny příznivé podmínky iontového mikroklima zvýšením počtu záporných iontů ze 138 na 305.cm<sup>-3</sup> a tím koeficient unipola-

rity měl hodnotu 0,823, byly výsledky v experimentu s jalovicemi poněkud rozdílné. K nepatrnému zvýšení rychlosti sedimentace došlo pouze na plochách PVC o 9,6 %, ale u AZB ploch byl zaznamenán výrazný pokles na 56,6 % úrovně referenční stáje (P≤0,01). K určitému poklesu sedimentace prachu došlo také na OC-plochách na 86,2 % úrovně referenční stáje (P≤0,05). Lze se domnívat, že rozdílné výsledky u obou uvedených experimentů byly způsobeny zřejmě kvalitativní rozdílností prašných frakcí v imisní složce sedimentovaných částic (s ohledem na jejich náboj). Kvalita emisní složky (vytvořené přímo ve stáji) by neměla být příliš rozdílná, protože se jedná o stejný typ ustájení, se stejným druhem zvířat. Jediný rozdíl byl ve hmotnosti ustájených zvířat (jalovice cca 50 %), které by mohl ovlivnit strukturu emisní složky sedimentu.

#### **Literatura:**

- Dolejš,J.,Toufar,O., Mašata, O, (2005): Snížení emisí prachu (PM<sub>10</sub>) ze stáje dojníc ionizací vzduchu. In:Sborník. Využití doplňkové a nekonvenční péče o zdraví zvířat. Konference 17.6.2005, České Budějovice, CD-ROM
- Draghici, C.,Muste, A.,Hasmasan, G., Renata,S.: Influence of artificial negative air-ionization on microclimate qualities and reproduction rabbits underintensive rearing conditions : Note III. The influence of artificial negative air-ionization under productions conditions. Buletinul Institutului Agronomic. Cluj, Napoca. Seria Zootehnie si Medicina Veterinaria. 45, 1991. p.81-86
- Chardon,W.J., (1999): Emission of fine dust in farming. Raport-Plant-Research-Internat., No.105, 26, pp.29 ref.
- Mitchell,B.W., Holt,P.S., Seo,K.H.,(2000): Reducing dust in a caged layer room: An electrostatic space charge systém. J.of applied poultry research, 9, (3). Pp.292- 296

Příspěvek byl zpracován na základě výstupů projektu GAČR č. 523/03/1262  
This paper is based on solution of GAČR, No. 523/03/1262

**Tabulka 1: Podmínky experimentů. (An experiments conditions)**

Kategorie <sup>1</sup>	Jednotka <sup>2</sup>	Ref. <sup>3</sup>	Exp <sup>4</sup> .
<b>DOJNICE<sup>5</sup></b>			
teplota <sup>6</sup> $\bar{x}$	°C	23,70	24,82
rozsah <sup>7</sup>	°C	20,1 – 27,0	21,0 – 26,9
relativní vlhkost <sup>8</sup> $\bar{x}$	%	66,5	64,7
rozsah	%	50,7 – 79,8	53,9 – 78,7
<b>JALOVICE<sup>10</sup></b>			
teplota $\bar{x}$	°C	17,63	19,82
rozsah	°C	14,7 – 22,0	15,1 – 24,8
relativní vlhkost $\bar{x}$	%	67,1	50,4
rozsah	%	60,8 – 73,5	36,0 – 59,9

Poznámka: Uvedené hodnoty jsou denní průměry. (Explicated values are daily averages)

Kay: <sup>1</sup>)division, <sup>2</sup>)unit, <sup>3</sup>)referential regime, <sup>4</sup>)experimental regime, <sup>5</sup>)dairy cows, <sup>6</sup>)temperature, <sup>7</sup>)range, <sup>8</sup>)relative humidity, <sup>9</sup>)atmospheric pressure, <sup>10</sup>)heifers

**Tabulka. 2: Triboelektrické napětí na povrchu exponovaných ploch.**

(Triboelectric voltage on surface of exposed areas)

Materiál <sup>1</sup>	el. napětí na povrchu <sup>2</sup> (V)
Azbest <sup>3</sup> (AZB)	+47,5
PVC –krytina <sup>4</sup> (PVC)	-11,4
Ocel <sup>5</sup> (OC)	-3,6

Kay: <sup>1</sup>)matter, <sup>2</sup>)voltage on surface, <sup>3</sup>)asbestos (ASB), <sup>4</sup>)floor covering, <sup>5</sup>)steel (ST)

**Tabulka 3: Iontové mikroklima ve stájích (počet n<sup>+</sup> a n<sup>-</sup> iontů/cm<sup>3</sup>).**

(ionic microclimate in stables – count of n<sup>+</sup> and n<sup>-</sup> ions/cm<sup>3</sup>)

Experiment	statistický parametr <sup>1</sup>	Referenční stáj <sup>2</sup> (perioda) <sup>3</sup>			Experimentální stáj <sup>4</sup> (perioda)		
		n+	n-	P <sup>5</sup>	n+	n-	P
Dojnice <sup>6</sup>	$\bar{x}$	295	185		302	368	
	SD <sup>7</sup>	33,21	31,20	1,59	44,42	73,53	0,821
	V% <sup>8</sup>	11,3	16,9		14,7	20,0	
Jalovice <sup>9</sup>	$\bar{x}$	244	138		251	305	
	SD	38,81	29,42	1,77	33,45	69,88	0,823
	V%	15,9	21,3		13,5	22,9	

Kay: <sup>1</sup>)statistical parameter, <sup>2</sup>)referential stable, <sup>3</sup>)period, <sup>4</sup>)experimental stable, <sup>5</sup>)unipolarity coefficient, <sup>6</sup>)dairy cows, <sup>7</sup>)standard deviation, <sup>8</sup>)variance, <sup>9</sup>)heifers

**Tabulka 4: Rychlost sedimentace prachu (TSP) ( $\text{mg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{den}^{-1}$ ).**

(dust sedimentation rate – TSP –  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{day}^{-1}$ )

Experiment		Referenční skupina (perioda)			Experimentální skupina (perioda)		
		AZB	PVC	OC	AZB	PVC	OC
dojnice	$\bar{x}$	43,52	23,57	23,98	89,24	44,81	29,11
	SD	20,523	9,490	24,307	32,539	18,172	38,417
	podíl <sup>1)</sup> %	47,8	25,8	26,4	54,7	27,5	17,8
jalovice	$\bar{x}$	14,47	11,59	9,92	8,19	12,70	8,56
	SD	2,987	3,642	1,232	2,114	4,340	2,065
	podíl %	40,2	32,2	27,6	27,8	43,1	29,1

Kay: <sup>1)</sup>proportion (ASB + PVC + ST = 100 %)

**Tabulka 5: Vliv ionizace na rychlost sedimentace (TSP) a statistická významnost (t-test)**

(Influence of air-ionization on TSP sedimentation rate and statistic significance – t-test)

Materiál	dojnice			jalovice		
	ref.	exp.	index	ref.	exp.	index
AZB $\text{mg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{den}^{-1}$ $P \leq x$	43,52	89,24	2,051 <b>0,01</b>	14,47	8,19	0,566 <b>0,01</b>
PVC $\text{mg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{den}^{-1}$ $P \leq x$	23,57	44,81	1,901 <b>0,01</b>	11,59	12,70	1,096 NS
OC $\text{mg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{den}^{-1}$ $P \leq x$	23,98	29,11	1,214 NS	9,92	8,56	0,862 <b>0,05</b>