

Acta technologica agriculturae 1
Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae, 2010, s. 1–5

VPLYV NIEKTORÝCH TECHNOLOGICKÝCH SYSTÉMOV USTAJNENIA NOSNÍC NA VYBRANÉ UKAZOVATELE KVALITY ŠKRUPINY VAJEC

EFFECT OF TECHNOLOGICAL SYSTEMS FOR LAYING HENS HOUSING ON SELECTED INDICATORS OF EGGSHELL QUALITY

Roman GÁLIK, Jana ŠVENKOVÁ, Zuzana POLÁKOVÁ, Štefan BOĎO

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

The paper deals with evaluation of some technological systems for housing of laying hens (conventional and enriched cages) on selected indicators of eggshell quality. Mathematical and statistical methods were used for analyses. Measurements were conducted under laboratory conditions. The laying hens housed in both technological housing systems belonged to the same hybrid ISA BROWN. Both measured groups of birds had the same age and were fed by the same feedstuff. Significance of differences between the eggshell thickness, deformation of eggshell as well as power needed for destruction of eggshell were analyzed by Student t-test in both groups. Non-linear function (parabola) was used for explanation of relationships obtained in conventional and enriched cages. Following results have been verified. The deformation of eggshell increases and the thickness of eggshell decreases until the age of laying hen of 300 days. After this age these factors develop in opposite way (deformation of eggshell decreases and the thickness of eggshell increases). The relationship has been observed while breeding period. For explanation of relationship between power needed for destruction of eggshells and age of laying hens the linear regression line was used in both assessed systems. Based on the equations for conventional and enriched cages ($y = 36.31 - 0.0315x$ and $y = 33.942 - 0.0282x$) it can be concluded that the power needed for destruction of eggshell is lower every day by 0.0315 N and 0.028 N respectively. The regression coefficient (R^2) of 0.7905 and 0.5586 was achieved for this relationship. Also, negative relationship of these factors was achieved in both technological systems.

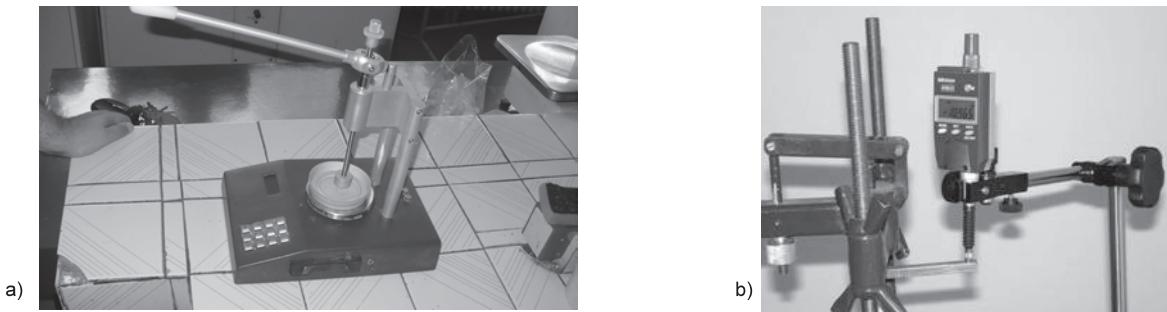
Key words: conventional cage, enriched cage eggshell solidity, destructive force

V uplynulých rokoch si v EÚ získal popularitu chov nosníc vo voľnom priestore. Zvýšila sa produkcia vajec v systémoch ako sú stodoly, polointenzívny chov, chov vo voľnom výbehu a chov na hlbokej podstielke. Hlboká podstielka je najpopulárnejším neklietkovým systémom vo všetkých členských štátach okrem Francúzska, Írska a Spojeného kráľovstva, kde sa uprednostňujú polointenzívne systémy a voľný výbeh. Brojlerky vo všeobecnosti nie sú ustajňované v klietkach, hoci existujú aj klietkové systémy (EIPPCB, 2003). Napriek tomu väčšina nosníc (priблиžne 90 % produkcie v Európe a USA) sa v súčasnej dobe chová za účelom produkcie konzumných vajec prevažne v klietkach (Túmová a Englmaierová, 2007). Chov nosníc v batériových klietkach patrí podľa Juršíka (2004) k najproblematickejším z hľadiska pohody („welfare“) zvierat. Nosnice sú čiastočne chované v obohatených klietkach (hlavne v krajinách EÚ), na hlbokej podstielke a v halách s výbehom – tzv. „free range“ chovy – to však predstavuje len veľmi malý podiel chovov. Najnevýhodnejšie podmienky chovu sú tie, v ktorých dochádza k častému poškodeniu zdravia, kanibalizmu, prípadne až k úhybu. Klietkové chovy obmedzujú základné prejavy chovania, medzi ktoré zaradujeme prirodzenú chôdzu, lievanie, znášanie vajec v krytom, chránenom mieste, prachový kúpeľ (popolenie) a pod. Od roku 2012 bude vyžadovaný chov nosníc jedine v obohatených klietkach, alebo v neklietkových systémoch chovu (Drakley a Walkre, 2002). Splnenie tejto požiadavky sa týka aj Slovenskej republiky a prevzatie s tým súvisiacej legislatívy bolo jednou z podmienok vstupu Slovenskej republiky do Európskej únie. V oblasti chovu nosníc v EÚ platí Smernica Rady 1999/74/ES, ktorá zavádzá v chovoch nosníc nové životné štandardy. Tento právny dokument na Slovensku nadobudol platnosť 1. 1. 2003 formou Nariadenia Vlády Slo-

venskej republiky č. 736 z 11. decembra 2002 a jej neskoršou novelizáciou, Nariadením Vlády Slovenskej republiky č. 326 z 9. júla 2003, ktorým sa mení a dopĺňa Nariadenie Vlády Slovenskej republiky č. 736/2002 Z. z., ktorým sa ustanovujú minimálne požiadavky na ochranu nosníc. Podľa Orsága (2009) sa nedá povedať, že využívanie obohatených klietkových technológií by prispelo priamo úmernému zvýšeniu welfare nosníc. Zložitejšie vnútorné vybavenie klietky vytvára viac možností pre zranenie, čo býva častou príčinou vypuknutia kanibalizmu. V súvislosti s danou situáciou sú neustále skúmané podmienky chovu v klietkových, neklietkových a v alternatívnych systémoch chovu nosníc a ich vplyv na chov nosníc a kvalitu vajec. V našom príspevku sa zaobráme vplyvom obohatených a neobohatených technologických systémov ustajnenia nosníc na vybrané ukazovatele kvality škrupiny vajec.

Materiál a metódy

Cieľom práce bolo porovnať vplyv niektorých technologických systémov ustajnenia nosníc na vybrané ukazovatele kvality škrupiny vajec nosníc hybrida ISA BROWN v období od 208 do 377 dňa veku. Nosnice v obidvoch technológiách chovu boli rovnakého veku a kŕmené rovnakou kŕmnou zmesou. Pokus prebiehal na pracovisku v areáli SPU v Nitre, ktoré je vybavené trojpodlažnou klasickou (neobohatenou) klietkovou technológiou a trojpodlažnou komfortnou (obohatenou) klietkovou technológiou. Vzorky vajec určené na hodnotenie (v celkovom počte 30 kusov mesačne) boli odoberané v priebehu celého znáškového cyklu (celkovo 7x) vždy po 10 kusov z každého po-



Obrázok 1 Zariadenie na meranie:
a – sily potrebnej na deštrukciu škrupiny vajec, b – príehyb škrupiny

Figure 1 Equipment:
a – for measuring the destruction of eggshells, b – for measuring the sag of eggshells

dlažia. Hodnotili sme tieto ukazovatele: hrúbka škrupiny (mm), príehyb škrupiny (mm) a sila potrebná na deštrukciu škrupiny vajec (N). Hrúbku škrupiny sme merali digitálnym posuvným meradlom na obidvoch pôloch a na rovníku vajca a vyjadrili sme ju ako priemer týchto troch hodnôt. Na stanovenie sily potrebnnej na deštrukciu škrupiny vajca sme použili zariadenie na meranie deštruktívnej metódou (obrázok 1a). Príehyb škrupiny sme zisťovali pomocou prístroja popísaneho v práci Gálík et al. (2004), ktorý sme doplnili o digitálny odchýlkomer (obrázok 1b). Príehyb škrupiny vajca sme zisťovali spôsobom nedeštruktívneho zataženia (500 g) na pozdižnu os vajca v mieste jeho najväčšieho obvodu (Bain, 2004). Namerané výsledky boli spracované a vyhodnotené pomocou štatistických metód. Testovali sme významnosť rozdielov medzi hrúbkou škrupiny, prie-

hybom škrupiny a silou potrebnou na deštrukciu škrupiny pri dvoch spôsoboch ustajenia pomocou Studentovho t-testu. Hladinu významnosti á sme zvolili 0,05, resp. 0,01. Metódou regresnej a korelačnej analýzy sme zisťovali závislosti hrúbky škrupiny, príehybu škrupiny a sily potrebnnej na deštrukciu škrupiny v závislosti od veku nosníck.

Výsledky a diskusia

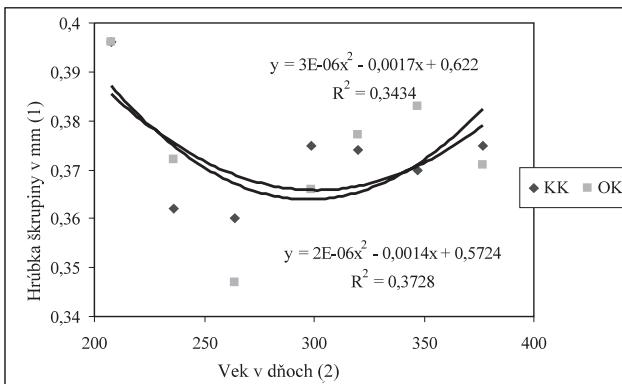
Hodnoty vybraných ukazovateľov zistených v daných podmienkach pri definovanom nutričnom režime sú uvedené v tabuľke 1.

Tabuľka 1 Hrúbka škrupiny, príehyb škrupiny a sila potrebná na deštrukciu škrupiny pri rôznych systémoch ustajenia nosníc v priebehu znášky

Ukazovatele (1)		Konvenčné kletky (KK) (5)						
		Vek nosníc v dňoch (6)						
		208	236	264	299	320	347	377
Hrúbka škrupiny v mm (2)	\bar{x}	0,396	0,362	0,360	0,375	0,374	0,370	0,375
	s	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02
	v	4,871	7,006	6,679	5,872	8,203	5,929	5,907
Priehyb škrupiny v mm (3)	\bar{x}	0,031	0,036	0,039	0,036	0,034	0,035	0,033
	s	0,007	0,008	0,011	0,007	0,007	0,008	0,008
	v	22,744	22,792	28,022	22,072	22,740	24,225	26,167
Sila v N (4)	\bar{x}	31,09	27,67	28,22	26,71	24,93	25,87	25,17
	s	6,417	3,802	4,812	4,275	4,624	5,023	6,854
	v	20,638	13,733	17,052	16,005	18,548	19,417	27,236
Ukazovatele (1)		Obohatené kletky (OK) (7)						
		Vek nosníc v dňoch (6)						
		208	236	264	299	320	347	377
Hrúbka škrupiny v mm (2)	\bar{x}	0,396	0,372	0,347	0,366	0,377	0,383	0,371
	s	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
	v	5,727	3,994	7,283	5,693	5,458	5,707	6,096
Priehyb škrupiny v mm (3)	\bar{x}	0,029	0,036	0,043	0,040	0,035	0,036	0,037
	s	0,007	0,004	0,009	0,01	0,008	0,01	0,01
	v	25,627	13,378	23,280	25,477	21,876	30,080	29,893
Sila v N (4)	\bar{x}	28,93	28,88	24,18	23,76	24,64	25,53	23,78
	s	6,22	5,39	5,00	6,03	4,99	5,36	6,71
	v	21,531	18,689	20,689	25,397	20,282	21,025	28,241

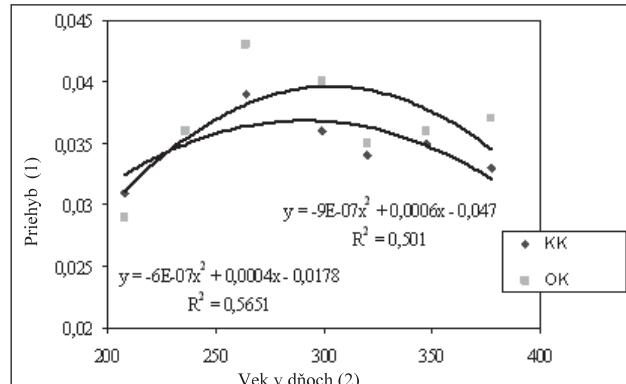
Table 1 Eggshells thickness, sag and force needed for destruction of eggshells in different types of laying hens housing

(1) parameters, (2) thickness of eggshell, (3) sag of eggshell, (4) power needed for destruction of eggshell, (5) conventional cage, (6) layer's age, (7) enriched cage



Obrázok 2 Regresný vzťah medzi vekom nosníča a hrúbkou škrupiny v konvenčných a v obohatených kľietkach
Figure 2 Regression analyses of laying hens age and thickness of eggshells in the conventional and enriched cages
(1) eggshell thickness, (2) age

Pri porovnaní hrúbky škrupiny v priebehu znáškového cyklu sme zistili, že pri nosniciach ustajnených v konvenčných kľietkach priemerná hrúbka škrupiny pri jednotlivých odberoch bola od 0,360 mm (264 deň veku) do 0,396 mm (208 deň veku) a pri nosniciach ustajnených v obohatených kľietkach priemerná hrúbka škrupiny pri jednotlivých odberoch bola od 0,347 mm (264 deň veku) do 0,396 mm (208 deň veku). V tabuľke 2 sú prezentované výsledky porovnania hrúbky škrupiny medzi podlažiami v každej klietke, aj v kľietkach navzájom. Tak napríklad v konvenčnej klietke medzi horným a dolným podlažím, rovnako aj stredným a dolným podlažím je štatisticky vysoko významný rozdiel v hrúbke škrupiny vajec ($0,0004 < 0,01, 0,004 < 0,01$). Celkovo však medzi konvenčnou klietkou a obohatenou klietkou nie je štatisticky významný rozdiel v hrúbke škrupiny vajec ($0,925 > 0,05$). Závislosti vzťahov hrúbky škrupiny od veku nosníča v porovnávaných technológiách chovu sú graficky znázornené na obrázku 2. V konvenčných aj v obohatených kľietkach bola použitá pre vyjadrenie závislosti nelineárna funkcia – parabola. V prípade konvenčných klietok je tvar regresnej funkcie nasledovný: $y = 0,622 - 0,0017x + 3 \cdot 10^{-6}x^2$. Zvolený regresný model vyjadruje variabilitu hrúbky škrupiny na 34,34% ($R^2 = 0,3434$). V obohatených kľietkach je tvar regresnej funkcie $y = 0,5724 - 0,0014x + 2 \cdot 10^{-6}x^2$. Variabilita hrúbky škrupiny je zvoleným regresným modelom vyjadrená na 37,28% ($R^2 = 0,3728$). Na obrázku 2 je preukázané, že približne do 300 dní veku nosníč sa hrúbka škrupiny zmenšuje, s ďalším narastajúcim vekom sa hrúbka škrupiny zväčšuje.



Obrázok 3 Regresný vzťah medzi vekom nosníča a priehybom škrupiny v KK a OK
Figure 3 Regression analyses of laying hens age and sag of eggshells in the conventional and enriched cages
(1) sag, (2) age

Pri porovnaní priehybu škrupiny vajec v priebehu znáškového cyklu sme zistili, že pri vajciach nosníči ustajnených v konvenčných kľietkach priemerný priehyb škrupiny pri jednotlivých odberoch bol od 0,031 mm (208 deň veku) do 0,039 mm (264 deň veku) a pri vajciach nosníči ustajnených v obohatených kľietkach priemerný priehyb škrupiny pri jednotlivých odberoch bol od 0,029 mm (208 deň veku) do 0,043 mm (264 deň veku, tabuľka 1). Rozdiel v priemernej hodnote bol 0,002 mm. V tabuľke 3 sú výsledky porovnania deformácie škrupiny vajec medzi poschodiari v každej klietke, aj v kľietkach navzájom. Ako z tabuľky vyplýva, v priebehu škrupiny vajec neboli zistené významné rozdiely medzi poschodiari v rámci každej technológie, ani medzi technológiemi navzájom (všetky P hodnoty $> 0,05$). Závislosti vzťahov priehybu škrupiny od veku nosníča v porovnávaných technológiách chovu sú graficky znázornené na obrázku 3. V konvenčných aj v obohatených kľietkach bola použitá pre vyjadrenie závislosti nelineárna funkcia – parabola. V prípade konvenčných klietok je tvar regresnej funkcie nasledovný: $y = -0,047 + 0,0006x - 9 \cdot 10^{-7}x^2$. Zvolený regresný model vyjadruje variabilitu priehybu škrupiny na 50,1% ($R^2 = 0,501$). V obohatených kľietkach je tvar regresnej funkcie $y = -0,0178 + 0,0004x - 6 \cdot 10^{-7}x^2$. Variabilita priehybu škrupiny je zvoleným regresným modelom vysvetlená na 56,51% ($R^2 = 0,5651$). Na obrázku 3 je vidieť, že približne do 300 dní veku nosníč sa priehyb škrupiny zväčšuje, s ďalším narastajúcim vekom sa priehyb škrupiny znižuje.

Tabuľka 2 Významnosť rozdielov v hrúbke škrupiny vajec

	Poschodie (2)	t-stat	t-krit	P-value	Významosť (3)	Výsledok testu (5)
Konvenčné kľietky (1)	hore-stred	1,017	1,977	0,311	-	nevýznamný rozdiel
	hore-dole	3,649	1,978	0,0004	++	vysoko významný rozdiel
	stred-dole	2,917	1,977	0,004	++	vysoko významný rozdiel
Obohatené kľietky (2)	hore-stred	0,964	1,980	0,337	-	nevýznamný rozdiel
	hore-dole	0,417	1,978	0,678	-	nevýznamný rozdiel
	stred-dole	0,602	1,977	0,548	-	nevýznamný rozdiel
KK – OK	hore-hore	1,011	1,980	0,314	-	nevýznamný rozdiel
	stred-stred	1,252	1,977	0,213	-	nevýznamný rozdiel
	dole-dole	2,294	1,977	0,023	+	významný rozdiel
KK – OK	spolu	0,094	1,966	0,925	-	nevýznamný rozdiel

KK – konvenčné kľietky, OK – obohatené kľietky
Table 2 Significance of differences of eggshell thickness
(1) conventional cage, (2) enriched cage, (3) floor, (4) significance, (5) test result

Tabuľka 3 Významnosť rozdielov v priebehu škrupiny vajec

	Poschodie (2)	t-stat	t-krit	P-value	Významnosť (3)	Výsledok testu (5)
Konvenčné klietky (1)	hore–stred	0,477	1,978	0,634	-	nevýznamný rozdiel
	hore–dole	0,661	1,978	0,510	-	nevýznamný rozdiel
	stred–dole	0,170	1,978	0,865	-	nevýznamný rozdiel
Obohatené klietky (2)	hore–stred	1,076	1,979	0,284	-	nevýznamný rozdiel
	hore–dole	0,825	1,979	0,411	-	nevýznamný rozdiel
	stred–dole	0,268	1,979	0,789	-	nevýznamný rozdiel
KK – OK	hore–hore	1,345	1,980	0,181	-	nevýznamný rozdiel
	stred–stred	0,697	1,979	0,487	-	nevýznamný rozdiel
	dole–dole	1,177	1,978	0,241	-	nevýznamný rozdiel
KK – OK	spolu	1,861	1,966	0,064	-	nevýznamný rozdiel

KK – konvenčné klietky, OK – obohatené klietky

Table 3 Significance of differences of eggshell sag
(1) conventional cage, (2) enriched cage, (3) floor, (4) significance, (5) test result**Tabuľka 4** Významnosť rozdielov v sile potrebnej na deštrukciu škrupiny vajec

	Poschodie (2)	t-stat	t-krit	P-value	Významnosť (3)	Výsledok testu (5)
Konvenčné klietky (1)	hore–stred	0,495	1,978	0,621	-	nevýznamný rozdiel
	hore–dole	0,262	1,978	0,794	-	nevýznamný rozdiel
	stred–dole	0,731	1,978	0,466	-	nevýznamný rozdiel
Obohatené klietky (2)	hore–stred	0,559	1,979	0,577	-	nevýznamný rozdiel
	hore–dole	0,404	1,980	0,687	-	nevýznamný rozdiel
	stred–dole	0,075	1,980	0,941	-	nevýznamný rozdiel
KK – OK	hore–hore	1,234	1,979	0,220	-	nevýznamný rozdiel
	stred–stred	1,257	1,979	0,211	-	nevýznamný rozdiel
	dole–dole	1,683	1,979	0,095	-	nevýznamný rozdiel
KK – OK	spolu	2,447	1,966	0,015	+	významný rozdiel

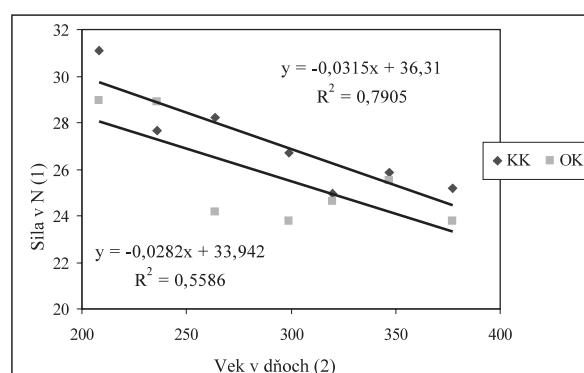
KK – konvenčné klietky, OK – obohatené klietky

Table 4 Significance of differences of force needed for eggshell destruction
(1) conventional cage, (2) enriched cage, (3) floor, (4) significance, (5) test result

Pri porovnaní sily potrebnej na deštrukciu škrupiny vajec v priebehu znáškového cyklu sme zistili, že pri vajciach nosník ustajnených v konvenčných klietkach priemerná sila pri jednotlivých odberoch bola od 24,93 N (320 deň veku) do 31,09 N (208 deň veku), a pri vajciach nosník ustajnených v obohatených klietkach priemerná sila pri jednotlivých odberoch bola od 23,76 N (299 deň veku) do 28,93 N (208 deň veku). Rozdiel v priemernej hodnote bol 0,74 N (tabuľka 1). V tabuľke 4 sú výsledky porovnania sily potrebnej na deštrukciu vajca medzi poschadiami v každej technológií ustajnenia, aj medzi technológiami navzájom. Ako z tabuľky vyplýva, medzi poschadiami v každej klietke (KK, OK), aj v klietkach navzájom nebol zaznamenaný štatisticky významný rozdiel v sile potrebnej na deštrukciu vajec (všetky P hodnoty > 0,05). Ak však porovnáme konvenčné klietky a obohatené klietky ako celky, v tomto prípade je štatisticky významný rozdiel v sile potrebnej na deštrukciu škrupiny vajec ($0,015 < 0,05$). Na vyjadrenie závislosti sily potrebnej na deštrukciu vajec od veku nosníc sme v oboch technológiách ustajnenia zvolili lineárnu regresnú priamku. V konvenčných klietkach je jej tvar $y = 36,31 - 0,0315x$. To znamená, že každým dňom sa sila potrebná na deštrukciu vajec znižuje o 0,0315 N. Variabilita sily potrebnej na deštrukciu vajec zvoleným regresným modelom je vyjadrená na 79,05% ($R^2 = 0,7905$). Pri obohatených klietkach je tvar regresnej priamky $y = 33,942 - 0,0282x$. V tomto prípade sa každým príbudajúcim dňom sila potrebná na deštrukciu vajec znižuje o 0,028 N. Variabilita sily potrebnej na deštrukciu je vyjadrená

zvolenou regresnou priamkou na 55,86% ($R^2 = 0,5586$). V oboch prípadoch ide o negatívnu závislosť.

Vplyvom systému ustajnenia nosníc na technologickú hodnotu vajec sa zaoberali viacerí autori. Karkulín a Chmelničná (2004) zaznamenali medzi klietkovými technológiami (konvenčnými a obohatenými) štatisticky signifikantný rozdiel v sile potrebnej na deštrukciu škrupiny vajec pri plemene ISA BROWN, čo korešponduje aj s našimi meraniami. Štatisticky

**Obrázok 3** Regresný vzťah medzi vekom nosníca a silou potrebnou na deštrukciu škrupiny v KK a OK**Figure 3** Regression analyses of the laying hens age and force needed for destruction of eggshell in the conventional and enriched cages (1) force, (2) age

signifikantný rozdiel zaznamenali aj v hrúbke škrupiny, čo sa ale našimi meraniami nepotvrdilo. Naopak, Pokludová et al. (2008) došli k záveru, že medzi skupinami nosníc ustajnených v konvenčných a v obohatených kletkových technológiach a na hrúbkej podstielke (alternatívny chov) nie sú štatisticky preukazné rozdiely ani v sile potrebnej na deštrukciu škrupiny, ani v hrúbke škrupiny. Englmaierová a Túmová (2007) pri vzájomnej komparácii rôznych systémov ustajnenia nosníc zistili signifikantné rozdiely v hrúbke škrupiny, avšak v sile potrebnej na deštrukciu škrupiny ani v deformácii signifikantné rozdiely nezistili. Karkulín et al. (2005) nezaznamenali signifikantné rozdiely medzi ustajnením v konvenčných a v obohatených kletkach ani medzi silou potrebnou na deštrukciu vajec, ani medzi deformáciou škrupiny, ani medzi hrúbkou škrupiny. Z výsledkov vyplýva, že doposiaľ existuje málo údajov, ktoré by mohli viesť ku konkrétnym záverom (Karkulín et al. 2005).

Záver

V práci sme analyzovali pomocou štatistických metód vplyv rôznych technologických systémov ustajnenia na hrúbku škrupiny, silu potrebnú na deštrukciu škrupiny a prieby škrupiny. Z dosiahnutých výsledkov vyplýva, že:

- medzi konvenčnou kletkou a obohatenou kletkou nie je štatisticky významný rozdiel v hrúbke ako aj v priebehu škrupiny vajec,
- porovnaním konvenčných kletok s kletkami obohatenými sme zistili štatisticky významný rozdiel v sile potrebnej na deštrukciu škrupiny vajec,
- na vyjadrenie sily potrebnej na deštrukciu vajec v závislosti od veku nosníc sme v oboch technológiách ustajnenia zvolili lineárne regresné priamky z ktorých vyplýva, že každým dňom sa sila potrebná na deštrukciu vajec znižuje o 0,0315 N (konvenčné kletky), resp. 0,028 N (obohatené kletky).

Súhrn

V príspevku sme prostredníctvom štatistických metód hodnotili vplyv niektorých technologických systémov ustajnenia nosníc (konvenčné a obohatené kletkové technológie) na vybrané ukazovatele kvality škrupiny vajec. Merania boli uskutočnené v laboratórnych podmienkach. V oboch skúmaných technológiách chovu boli ustajnené nosnice hybrídu ISA BROWN, rovnakého veku a kŕmené rovnakou kŕmnou zmesou. V oboch systémoch ustajnenia nosníc sme testovali významnosť rozdielov medzi hrúbkou škrupiny, priebyhom škrupiny a silou potrebnou na deštrukciu škrupiny pomocou Studentovho t-testu. V konvenčných aj v obohatených kletkach bola použitá pre vyjadrenie závislosti nelineárna funkcia - parabola. Bolo preukázané, že približne do 300 dní veku nosníc sa hrúbka škrupiny zmenšuje, s ďalším narastajúcim vekom sa hrúbka škrupiny zväčšuje. Pri porovnaní priebyhu škrupiny vajec v priebehu znáškového cyklu sme zistili, že približne do 300 dní veku nosníc sa priebyh škrupiny zväčšuje, s ďalším narastajúcim vekom sa priebyh škrupiny znižuje. Na vyjadrenie sily potrebnej na deštrukciu vajec v závislosti od veku nosníc sme v oboch technológiách ustajnenia zvolili lineárnu regresnú priamku. V konvenčných kletkach je jej tvar $y = 36,31 - 0,0315x$. To znamená, že každým dňom sa sila potrebná na deštrukciu vajec znižuje o 0,0315 N. Variabilita sily potrebnej na deštrukciu vajec zvoleným regresným modelom je vyjadrená na 79,05% ($R^2 = 0,7905$). Pri obohatených kletkach je tvar regresnej priamky $y = 33,942 - 0,0282x$. V tomto prípade sa každým pri-

búdajúcim dňom sila potrebná na deštrukciu vajec znižuje o 0,028 N. Variabilita sily potrebnej na deštrukciu je vyjadrená zvolenou regresnou priamkou na 55,86% ($R^2 = 0,05586$). V oboch prípadoch ide o negatívnu závislosť.

Kľúčové slová: konvenčné kletky, obohatené kletky, deštrukčná sila

Literatúra

- BAIN, M. 2004. New Innovations in the Assessment of Eggshell Quality – a review. In Proceedings of the XXII. World's Poultry Congress, Istanbul, Turkey, 2004, 6 p. WPSA Turkish Branch (CD-ROM).
- DRAKLEY, C. – WALKER, A. 2003. Effect of stocking density and cage height on the health, behavior, physiology and production of laying hens in furnished cages. In: British Poultry Science, vol. 43, 2003, p. S18–S19. ISSN 0007-1668.
- EIPPCB. 2003. Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), Reference Document on Best Available Techniques for Intensive Rearing of Poultry and Pigs [online]. 2003, [cit. 2004-08-23]. 341 s. Dostupné na internete: <<http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm>>.
- ENGLMAIEROVÁ, M. – TÚMOVÁ, E. 2007. Kvalita vajec v závislosti na systému ustájení. In: Náš chov, roč. 67, 2007, č. 7, s. 76–80. ISSN 0027-0068.
- GÁLIK, R. – KARAS, I. – ŠVENKOVÁ, J. – ŽITNÁ, M. 2004. Vývoj zariadenia na meranie pevnosti škrupiny vajec. In: Acta technologica agriculturae, roč. 7, 2004, č. 1, s. 11–14. ISSN 1335-2555.
- JURŠÍK, J. 2004. Chov drúbeže v ekologickém zemědělství. In Welfare – Pohoda hospodářských zvířat a ekologické zemědělství se zaměřením na ekologický chov drůbeže. Praha : UZPI, 2004. 14 s.
- KARKULÍN, D. – CHMELNIČNÁ, L. 2004. Vplyv rozdielnych kletkových technológií na kvalitu škrupiny konzumných vajec. In Možnosti a perspektívy zvyšovania produkcie v chove hydin a malých hospodárskych zvierat. Nitra : SPU, 2004, s. 27–32. ISBN 880-8069-442-7.
- KARKULÍN, D. et al. 2005. Kvalita škrupiny konzumných vajec nosníc ustajnených v rozdielnych kletkových technológiách. In 1. Medzinárodné vedecké hydinárske dni. Nitra: Primaprint s. r. o. Topoľčany, 2005, s. 46. ISBN 80-8069-575-X.
- ORSÁG, J. 2009. Technologické systémy v chovoch hrabavej hydiny. In Moderné technologické postupy a metódy ochrany v chovoch hovädzieho dobytka, ošípaných a hydin. Nitra : CVŽV Nitra, 2009, s. 89–98. ISBN 978-80-88872-94-8.
- Nariadenie vlády Slovenskej republiky z 11. decembra 2002, ktorým sa ustanovujú minimálne požiadavky na ochranu nosníc. Dostupné na internete: <<http://www.zbierka.sk>>.
- Nariadenie vlády Slovenskej republiky z 9. júla 2003, ktorým sa mení a dopĺňa nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 736/2002 Z. z., ktorým sa ustanovujú minimálne požiadavky na ochranu nosníc. Dostupné na internete: <<http://www.zbierka.sk>>.
- POKLUDOVÁ, M. et al. 2008. Vliv jednotlivých technologických systémov na vybrané kvalitatívne ukazovatele vajec [online]. 2008, [cit. 2008-10-23] 5 s. Dostupné na internete: <old.af.mendelu.cz/mendelnet/2003/obsahy/zoo/pokludova.pdf>.
- POLÁKOVÁ, Z. 2007. Návody na cvičenia z bioštatistiky. Nitra : SPU, 2007. 84 s. ISBN 978-80-8069-922-2.
- Smernica rady 1999/74/EC, stanovujúca minimálne najnižšie požiadavky pre ochranu nosníc. Úradný list Európskych spoločenstiev, č. L 203/53, 1999. 9 s.
- TÚMOVÁ, E., ENGLMAIEROVÁ, M. 2007. Užitkovost slepic v rôznych systémach ustájení. In Náš chov, roč. 67, 2007, č. 7, s. 90–92. ISSN 0027-0068.

Kontaktná adresa:

doc. Ing. Roman Gálik, PhD., Ing. Jana Švenková, PhD., Bc. Štefan Bodó, Katedra výrobnej techniky TF SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, tel.: 037 641 4307, e-mail: Roman.Galik@uniag.sk, Jana.Svenkova@uniag.sk, Stefan.Bodo@uniag.sk; Ing. Zuzana Poláková, PhD. Katedra štatistiky a operačného výskumu FEM SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, tel.: 037 641 4122, e-mail: Zuzana.Polakova@uniag.sk

Acta technologica agriculturae 1
Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae, 2010, s. 6–9

THE DISINFECTION EFFICIENCY OF IODINE TEAT DIPS FOR DAIRY CATTLE

DEZINFEKČNÍ ÚČINNOST JÓDOVÝCH PŘÍPRAVKŮ PRO OŠETŘENÍ STRUKŮ DOJNIC

Jakub KLOUDA, Jiří FRYČ, Kristína SOMERLÍKOVÁ

Mendel University of Agriculture and Forestry in Brno

Before being introduced to the market different variants of new iodine teat dips for dairy cattle were compared. All tested dips contained an organic iodine compound (PVP-iodine). Three barrier teat dips with concentrations of 0.28 %, 0.18 % and 0.10 % of active iodine and one non-barrier 0.15 % iodine teat dip were monitored. The barrier dip contained, besides disinfectants, organic polymers which created a film on the surface of the teat. Teat contamination before washing, after washing and 30 minutes after dip application was monitored. Experiment was conducted in loose housing with lying boxes littered with straw. Differences between individual non-barrier teat dips were not significant. Differences between barrier teat dips and non-barrier teat dips were in most cases significant. Based on this it can be concluded that increasing the iodine concentration of non-barrier teat dips from 0.10 % to 0.28 % does not increase their efficiency. Better results can be achieved using barrier teat dips. Based on the taken measurements the 0.10 % PVP-iodine teat dips were recommended for implementation into animal production.

Key words: disinfection of dairy cattle teats, iodine teat dips, barrier teat dips, total microorganism count

The current global trend in increasing food quality involves milk and dairy products as well. The direct relation between quality indicators, purchase prices and possibilities of milk marketing requires paying attention to all factors that may influence the quality indicators of raw cow milk. These factors can be divided into physiological, genetic, microbiological, biochemical and influence of environment (Gálík and Karas, 2006). Mastitis is one of the most common causes of decreased milk quality and so direct and indirect economic losses for dairy cattle breeders (Kvapilík, 2000). Milk present in the mammary gland parenchyma of healthy dairy cattle is practically sterile (Kratochvíl, 1988; Seydlvoá, 1995). Mammary gland disease primary contamination plays an important role. It can be presumed that infected udders normally contribute with less than 10,000 to the total microorganism count (Citterbergová, 1987). Present microflora come from the penetration of microorganisms from the external environment to the gland cistern through the teat canal. If milk contamination is prevented it is possible to get with milking machines from healthy udders milk with a low microorganism count (Kratochvíl, 1988). Dairy cattle teats can be contaminated with bacteria from the surrounding environment, mastitis-causing pathogens and other organisms which are found with dairy cattle (Cook, 2002). Microorganisms infiltrate the mammary gland through the teat canal. The teat canal is always overgrown with microorganisms that can significantly differ in number as well as in species composition (Gajdúšek, 2002).

The effectiveness of chemical disinfection depends on the number and species of microorganisms, the type of disinfectant, the active substance, ion concentration, the stability of the disinfectant elements, etc. (Gajdúšek, 2003). Several disinfecting teat dips are registered as being "barrier". Barrier teat dips, as opposed to non-barrier teat dips, form a film that stays on the teats between milkings and offers protection from microorganisms. This film is formed by teat dips that contain organic polymers and detergents, having often low pH (US Patent, 1996). Iodine is one of the most frequently used disinfectants. Iodine was first used 140 years ago to disinfect wounds. It was proved that it is an

effective microbiocide killing bacteria and their spores, yeast and viruses. PVP-iodine is a frequently used form that effective against MRSA, Chlamydia, Herpes simplex, adenoviruses and enteroviruses (Moore and Payne, 2004).

Material and methods

Different variants of iodine teat dips for dairy cattle were compared before being introduced to the market. The monitoring took place over a six-month period at a farm with Czech red spotted cattle. Dairy cows were housed in loose housing with lying boxes littered with straw. Milking process was realized at 12-hour intervals in an auto-tandem milking parlour. Teat bacterial contamination as well as the resulting bactericidal effect of the disinfectant was monitored after milking. To assess the individual dips, smears were taken from the teat surface by the teat canal opening as follows:

1. Before milking after the dairy cattle entered the milking parlour and before teat cleaning.
2. After washing and cleaning teats with a moist clean textile cloth.
3. Thirty minutes after applying and leaving the disinfectant.

The smears were evaluated by a microbiological laboratory and the total microorganism count (TMC) per 1 cm² in accordance with ČSN EN ISO 4833 was determined. The effectiveness of the disinfectant was monitored for:

- A) Non-barrier iodine teat dips containing the following concentrations of active iodine:
 - 0.28 %
 - 0.18 %
 - 0.10 %
- B) Barrier iodine teat dips containing the following concentration of active iodine:
 - 0.15 %

Twelve different conditions with ten smears in each were evaluated. In total 120 smears were taken. Pursuant to Decree N. 290/2003 Coll., on veterinary preparations and technical veterinary agents, the amount of iodine in preparations for treating mammary glands may not exceed 0.30 % active iodine. All tested dips contained an organic iodine compound (PVP-iodine). PVP-iodine is a water-soluble complex of iodine and polyvinylpyrrolidone. This substance is used as an antiseptic for disinfection of skin. It is in the form of solution from which iodine is released. The tested teat dips were created in the same way; the amount of active iodine was modified only. Moreover the barrier teat dip contained organic polymers which created a film on the teat surface. This film had to be mechanically removed with a moist cloth before milking. The teat dips were applied using a disinfectant container with disinfectant solution into which the teats were dipped. Free iodine was determined by indirect iodometric titration with a standard solution of sodium thiosulfate. The procedure in ČSN 01 8003 was followed for conducting tests to determine free iodine in the teat dips.

Results and discussion

The entire data set was statistically analysed. The Cochran test was used to test the variance homogeneity of individual concentrations. Considering the fact that in most cases homogeneity was not confirmed, an analysis of variance could not be used on the given data. Variance was thus consequently tested using the F-test and on the basis of its results an appropriate test for testing independent sets was used. When homogenous variances were demonstrated for concentrations a difference of two means with the equal variance test was used.

According to Minářík (2007), when the tested thesis is valid (the variance is equal) following test criterion was used:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{n_1 + n_2}{n_1 \times n_2} \left(\frac{(n_1 - 1)S_1^2}{n_1} + \frac{(n_2 - 1)S_2^2}{n_2} \right)}}$$

Assuming Student's t-distribution of $v = n_1 + n_2 - 2$ degrees of freedom.

where:

\bar{X}_1 and \bar{X}_2 – are arithmetic averages

S_1^2 and S_2^2 – variances

n_1 and n_2 – ranges of selective sets

In opposite case (an unequal variance) following criterion was used:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

Assuming Student's t-distribution of

$$v = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2} \right)^2}{\left(\frac{S_1^2}{n_1} \right)^2 \frac{1}{n_1 + 1} + \left(\frac{S_2^2}{n_2} \right)^2 \frac{1}{n_2 + 1}} - 2$$

degrees of freedom.

Calculated probability gave information about refuting or not refuting the null hypothesis.

Test results are given in Table no. 1, 2 and 3.

Table 1 T-test results taken before teat cleaning

Amount of iodine (1)	0.18%	0.10%	0.15%
0.28%	t-test	0.1519	0.4239
	probability (2)	0.8809	0.6782
0.18%	t-test		0.8246
	probability (2)		0.4204
0.10%	t-test		4.8877
	probability (2)		0.0008

Tabulka 1 Výsledky t-testu měření před očištěním struků

(1) množství jodu, (2) pravděpodobnost

Table 2 T-test results taken after teat cleaning

Amount of iodine (1)	0.18%	0.10%	0.15%
0.28%	t-test	0.3234	0.0117
	probability (2)	0.7499	0.9908
0.18%	t-test		0.2946
	probability (2)		0.7717
0.10%	t-test		2.8814
	probability (2)		0.0177

Tabulka 2 Výsledky t-testu měření po očištění struků

(1) množství jodu, (2) pravděpodobnost

Table 3 T-test results taken after applying the disinfectant

Amount of iodine (1)	0.18%	0.10%	0.15%
0.28%	t-test	0.7801	1.0376
	probability (2)	0.4528	0.3231
0.18%	t-test		1.3323
	probability (2)		0.1994
0.10%	t-test		0.8392
	probability (2)		0.4224

Tabulka 3 Výsledky t-testu měření po aplikaci dezinfekčního prostředku

(1) množství jodu, (2) pravděpodobnost

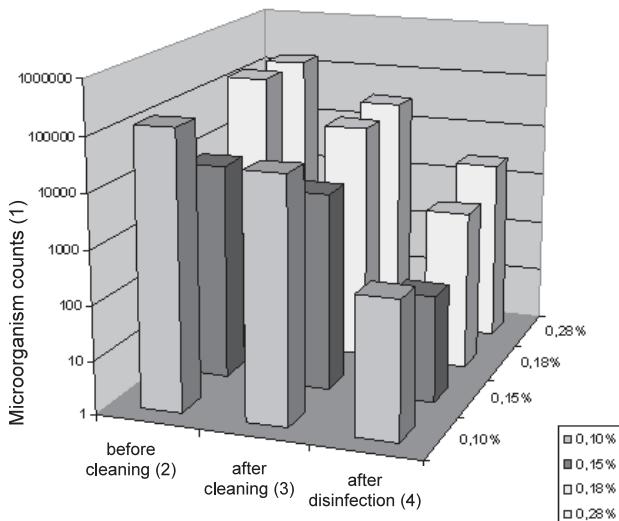
Average TMC values are listed in Table 4 and illustrated in Figure 1. Smears taken before teat washing indicated the microorganism count surviving on the teat surface in between individual milking. No residue of the tested non-barrier teat dip was evident on the teats during consequent milking. The teats of dairy cattle that were treated with the barrier disinfectant had a thin film on the teat surface during consequent milking. The differences between individual non-barrier teat dips were small

Table 4 Microorganism counts on teat surfaces

Amount of active iodine (1) %	Before cleaning (2)	After cleaning (3)	After disinfection (4) TMC per 1 cm ²
	TMC per 1 cm ²	TMC per 1 cm ²	TMC per 1 cm ²
0.10	121 111	31 410	344
0.15 barrier	10 130	4 530	90
0.18	173 600	27 033	910
0.28	162 864	31 555	2 622

Tabulka 4 Počty mikroorganismů na povrchu struků

(1) množství aktivního jodu, (2) před očištěním, (3) po očištění, (4) po dezinfekci



Graph 1 Microorganism counts on teat surfaces
Graf 1 Počty mikroorganismů na povrchu struk
 (1) celkový počet mikroorganismů, (2) před očištěním, (3) po očištění, (4) po dezinfekci

and were not statistically significant. The barrier teat dip showed a substantially lower value and the difference with the dip of 0.28 % concentration is statistically significant. When comparing with dips with concentration of 0.10 % and 0.18 % the difference is highly statistically significant. Smears which were taken before teats washing and drying showed similar results. The washing process lowered the TMC in all cases. The differences between individual non-barrier teat dips were small and were not statistically significant. The barrier teat dip showed a substantially lower value. Difference with dips of 0.10 % and 0.18 % concentrations was statistically significant. Difference with the 0.28 % concentration was highly statistically significant. Smears which were taken thirty minutes after disinfection showed similar results. The barrier teat dip had the lowest values again. Considering the small absolute values and the relatively high variability of values, it can be concluded that only the difference between the barrier teat dip and the 0.18 % non-barrier teat dip was statistically significant. Differences between other variants were not statistically significant.

Smears taken before teat cleaning indicated that the microorganism count on teat surfaces when using the barrier disinfectant is about one class lower than using the non-barrier disinfectant. Teats treated with the barrier disinfectant were protected with a thin film in the intervals between milkings. By washing and cleaning the teats with non-barrier disinfectants, the microorganism count was reduced by more than 70 % as teats were very contaminated with microorganisms before milking. The skin of teats treated with a barrier disinfectant was protected by a film, which after removal, left the skin clean and consequent washing and drying was necessary only to remove the film. The total microorganism count was reduced in this case as well by washing and drying, but the reduction was not so significant. Based on the results of the conducted experiments, it can be concluded that increasing the PVP-iodine content in the teat dip to its maximum permitted level (0.30 %) does not increase its effectiveness as a bactericide. This finding is in agreement with the findings of other authors. Williams and Russell state that PVP-iodine releases iodine molecules (I_2) from the complex the more it is diluted. Maximum values are reached with a 0.10 % concentration and then the amount of free iodine decreases (Williams and Russell, 1991). The relationship

between the amount of free iodine and bactericidal effectiveness was validated, for example by Watkinson who states that the effectiveness of iodine preparations is given by the amount of free iodine. Iodine bound in a complex with polyvinylpyrrolidone (PVP) is gradually released (Watkinson, 2008). Gottardi came to the same conclusion as he confirms a mutual relationship between the amount of free (molecular) iodine and its effectiveness against bacteria (Gottardi, 2008). Manufacturers of disinfecting teat dip for dairy cattle list only the approximate amount of iodine in the safety sheets, thus it was measured by titration. It was discovered that the concentration of iodine in teat dips from different manufacturers on the market range from 0.10 % to 0.28 %.

Conclusion

It was confirmed that increasing PVP-iodine content above 0.10 % in non-barrier disinfectant teat dips for dairy cattle does not increase bactericidal efficiency. To achieve qualitatively better results and protection for the whole interval between milkings, barrier teat dip appears to be the most effective. This combines the effects of iodine with a mechanical barrier formed by a thin layer on the surface of the teat. Based on obtained results the 0.10 % PVP-iodine teat dips were recommended for production.

Souhrn

Před uvedením na trh byly srovnávány různé varianty nových jodových přípravků pro ošetření struk dojnic. Všechny testované přípravky obsahovaly organickou sloučeninu jodu (PVP-jód). Sledovány byly tři bezbariérové přípravky o koncentraci 0,28 %, 0,18 % a 0,10 % aktivního jódů a jeden bariérový o koncentraci 0,15 % aktivního jódů. Bariérový přípravek kromě dezinfekční látky navíc obsahoval organické polymery, které vytvářely film na povrchu struk. Sledována byla kontaminace struk před omytím, po omytí a 30 minut po aplikaci přípravku. Měření probíhala ve volné stáji s lehacími boxy stlanými slámou. Rozdíly mezi jednotlivými bezbariérovými přípravky nebyly průkazné. Mezi bariérovým přípravkem a bezbariérovými přípravky rozdíly ve většině případů průkazné byly. Z toho plyně, že zvyšování koncentrace jodu u bezbariérových přípravků v rozmezí 0,10 % až 0,28 % nevede ke zvýšení jejich účinnosti. Lepších výsledků lze dosáhnout použitím bariérových přípravků. Pro zavedení do výroby byly na základě provedených měření doporučeny přípravky s koncentrací PVP-jód 0,10 %.

Klíčová slova: dezinfekce struk dojnic, jodové přípravky, bariérové přípravky, celkový počet mikroorganismů

References

- CITTERBERGOVÁ, A. 1987. Uplatnění zoohygieny při zvyšování biologické kvality mléka: Dissertation. Brno : VSV, 1987, 92 s.
- COOK, C. 2002. Proceedings of the British Mastitis Conference (2002) Brockworth, p. 51–57. Institute for Animal Health/Milk Development Council.
www.iah.bbsrc.ac.uk/BMC/2002/2002%20papers/Papers%20-%20Word/pp51-57%20Word.pdf
- EVANS, A. 2002. Proceedings of the British Mastitis Conference (2002) Brockworth, p. 86–88. Institute for Animal Health/Milk Development Council.
www.iah.bbsrc.ac.uk/BMC/2002/2002%20posters/Posters%20-%20PDF/pp86-88%20PDF.pdf

- GAJDUŠEK, S. 2002. Mlékařství II. Brno : MZLU, 2002, s. 112–123. ISBN 80-7157-342-6.
- GAJDUŠEK, S. 2003. Laktologie. Brno : MZLU, 2003, s. 58, 62. ISBN 80-7157-657-3.
- GÁLIK, R. – KARAS, I. 2006. Metódy stanovenia životnosti ceckových gúm. Nitra : SPU, 2006, s. 8. ISBN 80-8069-727-2.
- KRATOCHVÍL, L. – PEŠEK, M. 1998. Mlékařství a hodnocení živočišných výrobků. Praha : VŠZ, 1998, s. 125–145.
- GOTTARDI, W. 2001. Iodine and Iodine Compounds, In: Principles and Practice of Disinfection, Sterilization and Preservation, 2001, p. 159–185.
- KVAPILÍK, J. 2000. Mastitidy a ekonomika produkce mléka. In: Mléko, dojení, dojírny, 2000, s. 201–202.
- MINAŘÍK, B. 2007. Statistika II. Brno : MZLU, 2007. 89 s. ISBN 978-80-7375-033-6.
- MOORE, S. – PAYNE, D. 2004. Type of antimicrobial agents. In: Principles and Practice of Disinfection, Preservation and Sterilization, 2004, p. 46–47.
- SEYDLOVÁ, R. 1995. Sanitační prostředky. In: Náš chov, 1995, č. 4, s. 26.
- WATKINSON, W. J., 2008. Chemistry of Detergents and Disinfectants. In: Cleaning-in-place: Dairy, Food and Beverage Operations, 2008, p. 56–80.
- WILLIAMS, D. E. – RUSSELL, A. D. 1991. The effect of some halogen-containing compounds on *Bacillus subtilis* endospores. In: Journal of Applied Bacteriology, 1991, 70 p.
- US PATENT. <http://www.patentstorm.us/patents/5529770-description.html>, 1996.
- ČSN 01 8003
- ČSN EN ISO 4833
- VYHLÁŠKA č. 290/2003 Sb. O veterinárních přípravcích a veterinárních technických prostředcích.

Contact address:

Ing. Jakub Klouda, doc. Ing. Jiří Fryč, CSc., Ing. Kristína Somerlíková, Ph.D., Mendlova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, +420 545132308, fryc@mendelu.cz

Acta technologica agriculturae 1
Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae, 2010, s. 9–13

VPLYV MANIPULAČNEJ TECHNIKY NA KVALITU ZRNÍN V POZBEROVÝCH LINKÁCH

EFFECT OF MANIPULATION MACHINERY ON GRAIN QUALITY LINES

Marek ANGELOVIČ, Ján JECH, Miroslav ŽITŇÁK, Pavol FINDURA

Slovenská polnohospodárska univerzita v Nitre

Experimental measurements during transportation and manipulation with grains were carried out at post harvesting line under operational conditions. Measurements were carried out in Agro Division Selice and POD Abrahám. Effect of the transportation and manipulation on the external quality of grains was evaluated. Grain volume weight, foreign matters, impurities and grain damage were assessed. Obtained results: Manipulation with grain is a big source of grain mechanical damage. Bucket elevators are intended for vertical transportation of grain, they cause crushing the grain leading to broken kernels rather than to small damages of transported grain. Chain conveyors (redlers) are intended for horizontal transportation of grain. The mechanical damage of grain is particularly observed at the capacity lower than the nominal capacity. Screw conveyors with closed channel are rarely used in post harvesting lines. They cause large damage of transported grain and therefore absolutely improper for malting barley (sprouts are broken by them).

Key words: manipulation with grains, grain quality, grain damage

Čistenie, triedenie, sušenie a manipulácia s materiálom sú hlavnými pracovnými operáciami v pozberovej úprave zrnín. Tieto pracovné operácie môžu v kladnom aj zápornom zmysle ovplyvniť kvalitu čistených a sušených zrín ako aj zrín určených na potravinárske či iné účely.

Norma STN 46 0610 určuje požiadavky na čistotu zrna, podľa ktorim je pre uznanie zrín obilnín a ich zatriedenie do jednotlivých akostných tried rozhodujúca čistota zrna a obsah prímesí. Uvedené požiadavky kladú vysoké nároky na čistiace, triediace stroje a manipulačné zariadenia z hľadiska konštrukcie a celkového riešenia strojov.

V posledných rokoch sa do popredia dostáva hodnotenie vonkajšej a vnútornnej kvality ošetrovaných zrnín na pozberových linkách. **Kvalita zrnín** je súhrn ukazovateľov vyjadrujúcich užitočné parametre daného druhu podľa účelu ďalšieho

použitia. Existuje kvalita vonkajšia a kvalita vnútorná. Vonkajšou kvalitou sú fyzikálno-mechanické vlastnosti materiálu, poškodenie, prímesi a nečistoty, granulometrické zloženie zmesi, objemová hmotnosť, hmotnosť 1 000 zrín, farba zrna a pod. Vonkajšia kvalita je ovplyvňovaná manipuláciou zrna na pozberových linkách (dopravné cesty, naskladňovanie a vy-skladňovanie zo zásobníkov a pod.). Vnútorná kvalita je daná biochemickými vlastnosťami zrín. Tieto vlastnosti sa uplatňujú vždy vo vzťahu k plánovanému účelu použitia danej obiliny (Jech, 1999; Kroupa a i., 2004). Uvedená kvalita úzko súvisí s Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP). Na základe tohto sme sa rozhodli v tejto práci zaoberať problematikou vplyvu manipulačných zariadení na kvalitu ošetrovanej plodiny v pozberových linkách. Zamerali sme sa na vonkajšiu kvalitu zrín obilnín.

Materiál a metódy

Charakteristika sledovaného zrnového materiálu v procese pozberovej úpravy

Pre posúdenie vplyvu manipulačnej techniky v pozberovej úprave ošetrovaných zrnín bolo nutné vykonať základné experimentálne merania rôznych veličín. Tieto sú stanovené príslušnými normami na základe ktorých, sme charakterizovali kvalitu práce jednotlivých strojov v linke a ich vplyv na kvalitu výsledného produktu.

Sledovanie vonkajšej kvality zrín v procese manipulácie

Pre posúdenie vonkajšej kvality zrín sme sledovali pred a po manipulácii tieto faktory:

- vlhkosť zrín podľa STN 460610,
- objemovú hmotnosť zrín, kg.m⁻³ (STN 460609),
- čistotu zrín (STN 461100-2),
- prímesi (STN 461050),
- nečistoty (STN 461050),
- poškodenie zrín (iba makropoškodenie).

Použité stroje, prístroje a zariadenia

Na experimentálnych meraniach sme použili stroje a zariadenia pozberových liniek na poľnohospodárskych podnikoch AgroDivízia, s.r.o. v Seliciach a POD Abrahám. Pri zisťovaní agrofyzikálnych vlastností boli použité prístroje a zariadenia, ktoré patria do výbavy laboratórnej techniky na pozberových linkách. Sú to vlhkomer, digitálne váhy, počítadlo zrín, prístroj na meranie objemovej hmotnosti a iné.

Výsledky a diskusia

Stručná charakteristika sledovaných pozberových liniek

Pozberové linky umiestnené v AgroDivízií s.r.o. Selice a POD Abrahám a.s. sa stali modelovými linkami pre vykonanie experimentálnych meraní. Vzhľadom na skutočnosť, že tento typ strojného zariadenia je používaný vo viacerých podnikoch, sa vytvára modelový príklad na riešenie problémov, ktoré znižujú niektoré kvalitatívne parametre linky počas pozberovej úpravy.

Linky na pozberovú úpravu zrnín v týchto podnikoch sa prevažne orientujú na spracovanie obilní na potravinárske účely, ale zabezpečujú aj pozberovú úpravu, expedíciu resp. skladovanie osív.

Pozberové linky sa vyznačujú veľkým množstvom dopravníkov, ktoré sú zdrojom veľkého mechanického poškodenia. Najväčší podiel dopravy v zostávajúcich pozberových linkách zaistujú korčekové elevátory, reťazové dopravníky, závitovkové dopravníky, pásové a tiež pneumatické dopravníky.

Korčekové dopravníky

V tabuľke 1 je zhodnotenie práce korčekových dopravníkov.

Najmenšie poškodzovanie zrna vykazovali korčekové dopravníky, ktoré boli osadené korčekmi z „polyamidu“. Priemerne množstvo zlomkov bolo 0,19% a celkové mechanické poškodenie bolo 0,09 % (v tab. 1). Tieto korčeky majú hrúbku steny min. 5 mm, väčšie vyloženie a zaoblené hrany oproti očlovým korčekom „standard“.

Reťazové dopravníky (redlery)

V tabuľke 2 je zhrnutie kvality práce reťazového dopravníka.

Tabuľka 1 Výsledky meraní korčekových dopravníkov

Typ korčeka (1)	Výkonnost (2)		Plnenie korčekov (5)	Plodina pšenica (6)	Vlhkosť zrna v % (7)	Obvodová rýchlosť korčeka v m.s ⁻¹ (8)	Šírka korčeka v mm (9)	Poškodenie zrna (10)	
	menovitá v t.h ⁻¹ (3)	prevádzková v t.h ⁻¹ (4)						zlomky v % (11)	mechanické poškodenie v % (12)
Dokv-80.25 Sanfon	80	68	protiprúdové	HANA	13,3	2,8	220	0,51	0,34
EU 155 Štandard	75	63	protiprúdové	BREA	15,1	2,0	155	0,59	0,38
ND1-200 Štandard	40	32	protiprúdové	EBI	14,5	2,0	180	0,61	0,24
ND1-200 Štandard	40	30	súprudové	EBI	14,6	2,0	180	0,74	0,46
Dokv-80.25 Sanfon	80	75	protiprúdové	HANA	12,4	2,8	260	0,19	0,09

Table 1 Obtained results for bucket elevators

(1) type of bucket, (2) capacity, (3) nominal, (4) operational, (5) filling of buckets, (6) wheat crop, (7) grain moisture, (8) peripheral speed of bucket, (9) width of bucket, (10) grain damage, (11) broken kernels (fragments), (12) mechanical damage

Tabuľka 2 Výsledky experimentálnych meraní reťazových dopravníkov

Typ (1)	Výkonnost (2)		Šírka dopr. žlabu v mm (5)	Plodina pšenica (6)	Vlhkosť zrna v % (7)	Dopr. vzdialenosť v m (8)	Rýchlosť dopr. pásu v m.s ⁻¹ (9)	Poškodenie zrna (10)	
	menovitá v t.h ⁻¹ (3)	prevádzková v t.h ⁻¹ (4)						zlomky v % (11)	mechanické poškodenie v % (12)
RZ250 Štandard	32	28,0	250	ALANA	14,1	35	0,5	0,11	0,26
RZ250 Štandard	32	10,6	250	ALANA	14,1	35	0,5	0,13	1,88
TCR-1 DINA – plastové dno, plastové unašače	65	53,0	280	NELA	13,6	40	0,4	0,02	0,13

Table 2 Obtained results for chain conveyors

(1) type, (2) capacity, (3) nominal, (4) operational, (5) width of conveyor belt, (6) wheat crop, (7) grain moisture, (8) transport distance, (9) speed of conveyor belt, (10) grain damage, (11) broken kernels (fragments), (12) mechanical damage

Pri refazových dopravníkoch (redleroch) bolo dosiahnuté najväčšie poškodenie dopravovaného zrna hľavne pri výkonnosti nižšej ako je menovitá výkonnosť. Z toho vyplýva, že pri refazových dopravníkoch s menovitou výkonnosťou 32 t.h^{-1} pri prevádzkovej výkonnosti $10,6 \text{ t.h}^{-1}$ bolo zistené celkové mechanické poškodenie dopravovaného zrna 1,88 % pri dopravnej vzdialnosti 35 m (tab. 2). Ale pri prevádzkovej výkonnosti 28 t.h^{-1} vykazuje tento redler pri dopravnej vzdialnosti 35 m celkové mechanické poškodenie dopravovaného zrna iba 0,26 % (tab. 2). Najmenšie poškodzovanie dopravovaného zrna bolo zistené pri redleroch s plastovým dnom, kde celkové mechanické poškodenie bolo 0,13 % (tab. 2). K poškodzaniu dopravovaného zrna refazovým dopravníkom dochádza už pri vstupe zrna do dopravníka pri jeho vlastnej doprave a pri výstupe zrna z refazového dopravníka.

Závitkové dopravníky

Tabuľka 3 je ukazovateľom práce závitkových dopravníkov.

Pri závitkových dopravníkoch s uzavretým „žľabom“ sa celkové mechanické poškodenie zrna pohybuje v rozmedzí 0,82 % až 1,57 % (tab. 3). Tieto dopravníky sú zdrojom poškodzovania predovšetkým pre sladovnícky jačmeň, kde sa pri doprave odlamujú klíčky. Najmenšie poškodenie vykazoval obežný závitkový dopravník (neuzavretý žľab.) Celkové mechanické poškodzovanie dopravovaného zrna bolo 0,40 % pri súčinitelovi zaplnenia závitovky $\psi = 0,42$ až 0,45.

Z nameraných výsledkov možno konštatovať, že závitkové dopravníky s uzavretým dopravným „žľabom“ majú skôr sklon k celkovému mechanickému poškodzovaniu zrna ako k vytváraniu zlomkov na rozdiel od korčekových dopravníkov. Je to spôsobené predovšetkým trením dopravovaného zrna o dopravný „žľab“.

Pneumatické dopravníky

Poškodenie zrna pneumatickým dopravníkom je možné sledovať v tabuľke 4.

Pri pneumatickom dopravníku SUC-200 pri dopravnej vzdialnosti 25 m a prevýšení 2 m bolo množstvo zlomkov 0,53 až 0,91 %, priemer 0,72 %. Celkové mechanické poškodenie bolo 1,49 až 1,63 %, priemer 1,57 % (tab. 4). Z nameraných hodnôt vyplýva, že pneumatický dopravník má sklon k vyššiemu mechanickému poškodzovaniu zrna ako k vytváraniu zlomkov zrna.

Z týchto dôvodov sa tieto dopravníky používajú hľavne na provizórnych skládkach zrna alebo pri haváriach dopravných ciest na pozberových linkách. V žiadnom prípade nemožno pneumatické dopravníky použiť pre dopravu potravinárskych zrnín, osív a sladovníckych jačmeňov. Z hľadiska vysokej mernej spotreby elektrickej energie na dopravu 1 tony zrna a vysokej prašnosti sú nahradzované závitkovými dopravníkmi alebo redlermi.

Tabuľka 3 Výsledky meraní závitkových dopravníkov

Typ (1)	Výkonnosť (2)		Priemer závitovky v mm (5)	Plodina pšenica jačmeň (6)	Vlhkosť zrna v % (7)	Frekv. otáčania závitovky v min^{-1} (8)	Dopr. vzdialenosť v m (9)	Poškodenie zrna (10)	
	menovitá v t.h^{-1} (3)	prevádzková v t.h^{-1} (4)						zlomky v % (11)	mechanické poškodenie v % (12)
TS-200 Štandard	12	10,8	200	ALANA	14,03	78	18,0	0,26	1,32
DŠK-200 Štandard	10	8,6	200	NELA	14,16	90	6,0	0,15	0,82
DŠK-320 Štandard	32	28,8	320	NIAGARA	14,00	100	20,0	0,44	1,57
DŠK-320 Štandard	25	23,8	320	SULAMIT	13,80	78	6,0	0,49	0,92
VŠ-40 vysklad. závitov. dopravník – otvorený žľab	40	32,3	250	BREA	14,10	147	8,5	0,23	0,40

Table 3 Obtained results for screw conveyors

(1) type, (2) capacity, (3) nominal, (4) operational, (5) screw diameter, (6) wheat crop, (7) grain moisture, (8) frequency of screw turning, (9) transport distance, (10) grain damage, (11) broken kernels (fragments), (12) mechanical damage

Tabuľka 4 Výsledky práce pneumatických dopravníkov

Vzorka (1)	Plodina jačmeň (2)	Objemová hmotnosť v kg.m^{-3} (3)	Vlhkosť zrna v % (4)	Množstvo zlomkov (5)			Celkové mechanické poškodenie (9)		
				pred dopravou v % (6)	po doprave v % (7)	zvýšenie spôsobené pneumatickým dopravníkom v % (8)	pred dopravou v % (10)	po doprave v % (11)	zvýšenie spôsobené pneumatickým dopravníkom v % (12)
1.	AMULET	632	13,80	0,42 0,39	1,13 1,21	0,71 0,82	1,32 1,43	2,95 2,98	1,63 1,55
2.	AMULET	648	13,60	0,36 0,48	1,27 1,27	0,91 0,79	1,39 0,86	2,88 2,44	1,49 1,58
3.	AMULET	643	13,40	0,38 0,40	0,91 1,01	0,53 0,61	1,11 1,06	2,72 2,65	1,61 1,59
Priemer		13,60	0,40	1,13	0,72	1,19	2,77	1,57	

Table 4 Obtained results for pneumatic conveyors

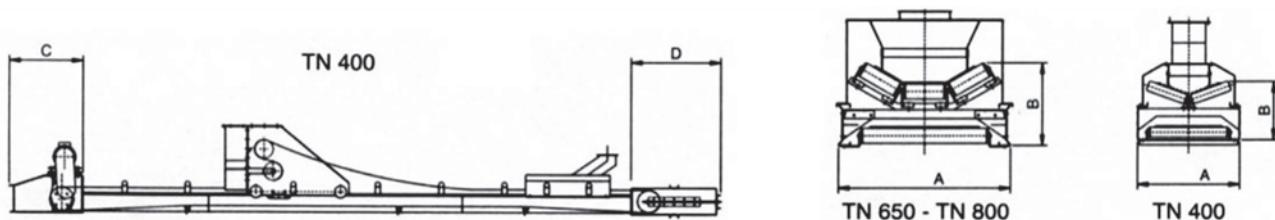
(1) sample, (2) barley crop, (3) grain volume weight, (4) grain moisture, (5) amount of broken kernels (fragments), (6) before transport, (7) after the transport, (8) increase caused by air conveyor, (9) total mechanical damage, (10) before distance, (11) after distance, (12) increase caused by air conveyor

Tabuľka 5 Zhodnotenie práce pásového dopravníka

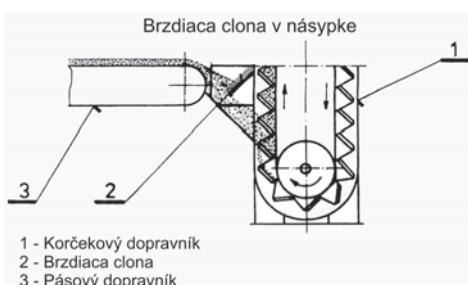
Typ (1)	Výkonnosť (2)		Šírka pásu v mm (5)	Plodina (6)	Vlhkosť zrna v % (7)	Rýchlosť dopr. pásu v m.s⁻¹ (8)	Dopravná vzdial. v m (9)	Poškodenie zrna (10)	
	menovitá v t.h⁻¹ (3)	prevádzková v t.h⁻¹ (4)						zlomky v % (11)	mechanické poškodenie v % (12)
ND-081	80	68	650	BREA	14,30	1,6	10	0,010	0,030
ND-081	80	73	650	ALANA	14,00	1,6	33	0,009	0,022
Dopravník s prítlačným pásmom	180	165	650	SULAMIT	14,63	8,2	31	0,020	0,150

Table 5 Assessment of belt conveyors

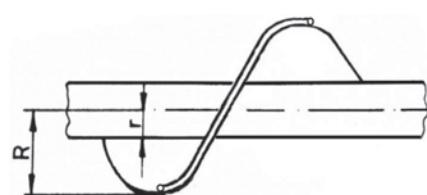
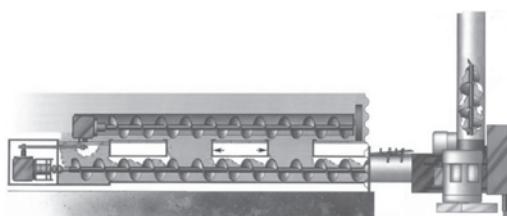
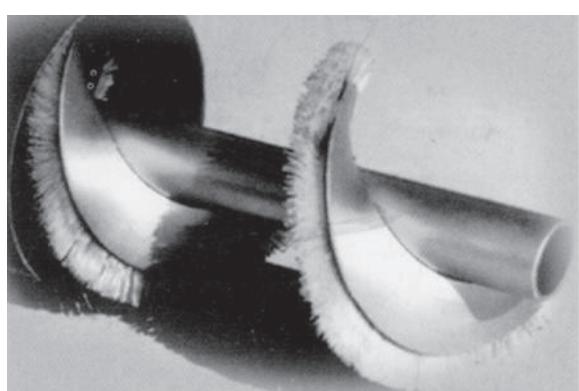
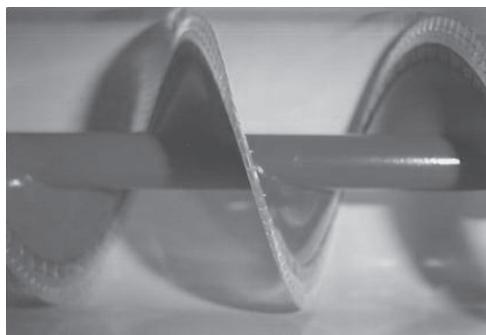
(1) type, (2) capacity, (3) nominal, (4) operational, (5) width of conveyor belt, (6) wheat, (7) grain moisture, (8) speed of conveyor belt, (9) transport distance, (10) grain damage, (11) broken kernels (fragments), (12) mechanical damage



Obrázok 1 Schéma konštrukčného riešenia dopravníka s prítlačným pásmom
Figure 1 Design concept of conveyor with pressure belt



Obrázok 2 Konštrukčné riešenie protiprúdového plnenia korčekov
Figure 2 Design concept of countercurrent feeding bucket elevators
(1) bucket elevator, (2) braking screen, (3) belt conveyor)



Obrázok 3 Detail upraveného závitovkového dopravníka
Figure 3 Detail of screw conveyor modification

Záver

Z výsledkov meraní môžeme vyvodíť nasledujúce závery:

Manipulácia so zrnom je zdrojom veľkého mechanického poškodenia.

Korčekové dopravníky sú určené pre vertikálnu dopravu zrna, majú sklon skôr k drveniu zrna, t. j. k vytváraniu zlomkov než k drobnejšiemu poškodzovaniu dopravovaného zrna.

Odporučenie:

- nepoužívať pri korčekových dopravníkoch súprudové plnenie korčekov,
- pre dopravu potravinárskeho obilia používať korčekové dopravníky typu „sanfon“;
- pri korčekových dopravníkoch zvýšiť vlastnú násypku o 600 mm až 800 mm oproti štandardnému prevedeniu, tzn. na 1 600 mm, kde dochádza k plneniu korčekov násypným spôsobom, pri štandardnej násypnej výške 800 mm dochádza k plneniu korčekov „nahrabávaním“ (obr. 2);
- pri usporiadaní pásový dopravník a korčekový dopravník odporúčame použiť „brzdiace clony“, ktoré usmerňujú tok zrna a zaisťujú plnenie korčekov násypným spôsobom (obr. 2).

Reťazové dopravníky (redlery) sú určené pre horizontálnu dopravu zrna, k značnému mechanickému poškodzovaniu dopravovaného zrna dochádza predovšetkým pri výkonnosti podstatne nižšej ako je výkonnosť menovitá.

Odporučenie:

- pokiaľ tomu nič nebráni, dodržiavať menovitú výkonnosť reťazového dopravníka;
- povrch hrabličiek upraviť plastom hlavne pre dopravu potravinárskeho obilia;
- v novovybudovaných pozberových linkách používať reťazové dopravníky s plastovými unášačmi a plastovým dnom.

Závitovkové dopravníky s uzavretým žlabom sa v pozberových linkách používajú minimálne, sú zdrojom značného poškodzovania dopravovaného zrna, absolútne sú nevhodné pre sladovnícky jačmeň (odlamujú klíčky).

Odporučenie:

- nepoužívať závitovkové dopravníky pre dopravu potravinárskeho obilia a osiva;
- keď je to nevyhnutné, používať závitovkové dopravníky, kde ich závitovka je po obvode upravená plastom alebo štetinami (obr. 3);
- sú vhodné pre dopravu zúžitkovateľných odpadov v pozberových linkách alebo pre dopravu makro a mikrokomponentov v linkách na výrobu kŕmnych zmesí.

Súhrn

V prevádzkových podmienkach boli urobené experimentálne merania na pozberových linkách pri doprave a manipulácii so zrnom. Merania boli uskutočnené v AgroDivízii Selice a POD Abrahám.

Sledovali sme vplyv dopravy a manipulácie na vonkajšiu kvalitu zrnín. Hodnotili sme objemovú hmotnosť zrn, prímesí, nečistotu a poškodenie zrn.

Dosiahnuté výsledky:

- Manipulácia so zrnom je zdrojom veľkého mechanického poškodenia.
- Korčekové dopravníky sú určené pre vertikálnu dopravu zrna, majú sklon skôr k drveniu zrna, t. j. k vytváraniu zlomkov než k drobnejšiemu poškodzovaniu dopravovaného zrna.
- Reťazové dopravníky (redlery) sú určené pre horizontálnu dopravu zrna, k značnému mechanickému poškodzovaniu dopravovaného zrna dochádza predovšetkým pri výkonnosti podstatne nižšej ako je výkonnosť menovitá.
- Závitovkové dopravníky s uzavretým žlabom sa v pozberových linkách používajú minimálne, sú zdrojom značného poškodzovania dopravovaného zrna, absolútne sú nevhodné pre sladovnícky jačmeň (odlamujú klíčky).

Klíčové slová: manipulácia so zrnom, kvalita zrnín, poškodenie zrna

Literatúra

- JECH, J. 1999. Čistenie a triedenie zrn na sitáčoch. In: Pozberové ošetrovanie zrnín a osív. Nitra : SPU, 1999, 60 s. ISBN 80-7137-645-0
- KROUPA, P. a i. 2004. Snižování kvalitatívnych a kvantitatívnych ztrát při ošetřování a sladování potravinářských zrnin v zemědělském podniku. Záverečná zpráva projektu QD 1201 za rok 2004. Praha : VÚZT, 2004, s. 103, č. správy Z-2432.
- RUŽBARSKÝ, a i. 2005. Potravinárska technika, Prešov, 2005, s. 122–148. ISBN 80-8073-410-0

Kontaktná adresa:

doc. Ing. Marek Angelovič, PhD. Katedra strojov a výrobných systémov, TF, SPU v Nitre, Marek.Angelovic@uniag.sk

Acta technologica agriculturae 1
Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae, 2010, s. 14–17

OPTIMALIZÁCIA RIADENIA PROCESOV UMELÉHO ZAVLAŽOVANIA METÓDOU EFEKTÍVNEHO HEURISTICKÉHO SPRACOVANIA INFORMÁCIÍ

OPTIMIZATION OF IRRIGATION PROCESS MANAGEMENT USING THE METHOD OF EFFICIENT HEURISTICS INFORMATION PROCESSING

Zuzana PALKOVÁ, Tomáš RODNÝ

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

The production process of agricultural and livestock production is determined by wide range of inputs and outputs. There are many important random variables, which can be statistically processed. Because of depending on many internal and external factors affecting the production process these processes can not be static. To effectively manage the entire process it is necessary to carefully describe these factors in order to achieve the desired quality of output of this process with suitable statistical deviations. With optimization of the manufacturing process, we are trying to get the real output values in range of ideal values.

Key words: optimization of production process, artificial humidification, simulation, Queuing theory

V súčasnosti je optimalizácia výrobných procesov nevyhnutou, ktorá poskytuje podnikom konkurenčnú výhodu, preto je nutné sa touto témuza zaoberať. V mnohých odvetviach priemyslu je už tátó optimalizácia komplexne zvládnutá a konečné optimálne modely boli navrhnuté. Použitie týchto modelových procesov v oblasti rastlinnej a živočíšnej je však nevhodné, nakoľko počíta s exaktne danými procesmi bez možnosti vplyvu náhodných veličín a faktorov. V súčasnosti je zvykom v týchto oblastiach navrhovať špecifické procesy, ktoré pracujú s ideálnymi hodnotami. Ich nevýhodou je, že reálne dáta sa od nich výrazne odlišujú. Z toho dôvodu vzniká potreba vytvoriť jednoduché metódy a nástroje, ktorými sa dajú tieto procesy optimalizovať a priblížiť tak reálne hodnoty ideálnym.

Materiál a metódy

V každom procese dochádza k pretváraniu daného objektu podľa presne určených pravidiel, postupov, metód a modelov. Do každej operácie vstupuje objekt, ktorý je popísaný množinou veličín, ktoré vyjadrujú jeho momentálny stav a jeho väzby k ostatným objektom a prostrediu. Počas vykonávania aktuálnej operácie mení akčný člen (stroj, obsluga) vlastnosti daného objektu na základe vstupujúcich veličín na požadovaný výstup. V tomto bode dochádza k rozhodovaniu akčného člena, akým regulačným zásahom pretvorí daný objekt tak, aby dosiahol požadované vlastnosti. Rozhodovanie zaraďujeme medzi procesy riadenia a predstavuje postupnosť presne určených krokov (činností), ktoré vedú od sformulovania problému až k určeniu cieľa, ktorý sa má rozhodnutím dosiahnuť a k výberu najvhodnejšieho variantu riešenia problému. V procesnom riadení rozhodovanie znamená presné spracovanie vstupných dát na výstupné s cieľom zmeniť vlastnosti daného objektu na požadované v aktuálnej operácii. Optimalizácia procesu riadenia teda znamená určiť algoritmus na výpočet optimálnych hodnôt výstupných veličín.

Riadenie procesu umelého zavlažovania

V súčasnosti sa pri spracovaní objemových informácií uložených v relačných databázach používajú konvenčné spôsoby extrahovania a spracovania informácií potrebných k efektívnemu rozhodovaniu v danej operácii výrobného procesu na základe pevne daných algoritmických postupov v závislosti od obmedzeného počtu exaktne daných veličín technologického procesu. Tieto spôsoby nie sú v oblasti závlahového hospodárstva efektívne. Aplikácia závlahovej vody postrekom, ako najrozšírenejší spôsob umelého dopĺňania vody kultúrnym rastlinám, kladie na svojho užívateľa vysoké odborné nároky. Na rozdiel od bežne uplatňovaných agrotechnických opatrení, ktoré sú jednorazové, zavlažovanie je opatrením deleným, t. j. musí sa opakovať v čase, v pomerne dlhej závlahovej sezóne.

Závlahový režim je v súčasnosti najslabším článkom sústavy hospodárenia na pôde. Neznalosť vodného režimu pôdy a jednotlivých plodín od začiatku do konca vegetácie sú najväčšou prekážkou ekonomickeho a ekologickeho zavlažovania. Výskum v oblasti závlahového hospodárstva nahromadil už dostatok teoretických i praktických poznatkov a treba len hľadať cesty a spôsoby ako ich čo najrýchlejšie dostať do závlahovej praxe (Hennyeyová a Palková, 2006).

Nakoľko reprodukčný proces v poľnohospodárstve ovplyvňuje množstvo faktorov, ktoré majú stochastický charakter, riešenie stredno- a veľkoplošných závlah nie je efektívne a exaktne možné prostredníctvom tradičných metód, bez použitia vhodného matematického aparátu, simulačných metód riešenia a samozrejme, bez použitia modernej výpočtovej techniky. Simulačné metódy operačnej analýzy predstavujú jeden z účinných nástrojov vhodných na analýzu a racionalizáciu riadenia zložitých procesov a systémov týkajúcich sa závlahových sústav.

Model procesu prevádzky závlah s využitím teórie hromadnej obsluhy

Riadenie prevádzky závlah je pomerne zložitý proces, ktorý vo vývoji prekonal veľké zmeny. **Simulačný model** procesu prevádzky závlah je vhodný pre operatívne riadenie závlahového

hospodárstva z hľadiska potreby nasadenia závlahovej techniky a jej využívania v procese závlah. Pre výpočty je potrebná príprava a pomerne zložité spracovanie veľkého objemu východiskových dát. Nakoľko sa v modeli pracuje s veľkým množstvom náhodných premenných, je potrebné spracovanie na počítačoch. **Analytické riešenie** modelov teórie hromadnej obsluhy je z matematického hľadiska veľmi náročné. Pri riešení je nutné urobiť niekoľko zjednodušení. Preto sa pri súčasných výkonných počítačových systémoch veľa úloh rieši jednoducho použitím heuristických metód. Za týmto účelom je potrebné zostaviť simulačný model systému a zabezpečiť dostatočný počet opakovania, aby sme dosiahli reálne výsledky (Hennyeyová a Palková, 2006).

Teória hromadnej obsluhy a jej využitie pri riadení procesov závlah

Teória hromadnej obsluhy sa zaobrá štúdiom systémov, v ktorých dochádza k procesom obsluhy medzi „zákazníkmi“ a „obsluhou“. Tieto dva pojmy treba chápať v obecnom význame. Zo zdrojov vstupujú jednotky do systému v pevných alebo náhodných časových okamžikoch. V našom prípade ide o vstup požiadaviek rastlín v náhodnom intervale. Pri vstupe do systému obsluhy je jednotka ihneď obsluhovaná v tom prípade, ak je jeden kanál voľný. V opačnom prípade sa požiadavka rastliny môže stratifi. Mechanizmus obsluhy je spôsob, akým sú jednotky vybrané z čakacej fronty do kanála obsluhy. Rozoznávame dva typy obsluhy (Simoník, Palková a Okenka, 2004):

- a) obsluha s prioritou – spracovanie podľa určených kritérií,
- b) obsluha bez priority – systém FIFO, požiadavky sa spracujú v poradí v akom do systému prišli.

V prípade závlahovej sústavy sa systém hromadnej obsluhy skladá z jedného alebo viacerých obslužných kanálov, ktoré obsluhujú prúd požiadaviek rastlín na dodanie doplnkovej závlahy. Ak existujúce kanály nie sú schopné ihneď obslúžiť prichádzajúce požiadavky, tieto budú hned opúšťať systém bez obsluženia, alebo sa zaraďujú do čakacej fronty, odkiaľ sú v prípade uvoľnenia niektorého kanálu vyberané podľa vopred daných kritérií. Stochasticke prvky v prípade závlahovej sústavy sú:

- vstupný prúd požiadaviek,
- doba obsluhy požiadavky.

Vstupný prúd požiadaviek

Vstupný prúd požiadaviek je náhodný proces spojity v čase, ale s nespojitými požiadavkami. Väčšina modelov hromadnej obsluhy opisuje vstupný prúd Poissonovým rozdelením. Pravde-

podobnosť, že do sústavy vstúpi k požiadaviek za časový interval t je potom určená vzťahom:

$$P_k(t) = \frac{(\lambda \cdot t)^k}{k!} \cdot e^{-\lambda \cdot t} \quad (1)$$

kde:

λ – parameter príchodu požiadaviek

Z hľadiska aplikácie v teórii hromadnej obsluhy je podstatné, že intervaly medzi vstupmi sú exponenciálne rozdelené. Z hľadiska praktickej aplikácie modelov sú dôležité vlastnosti nezávislosti, stacionárnosti a ordinárnosti, ktoré určujú podmienky, za ktorých je možné model s Poissonovým rozdelením použiť.

Doba obsluhy požiadavky

Druhý dôležitý parameter sústavy hromadnej obsluhy rozhoduje o kapacite sústavy. Na dobu obsluhy vplyvá viaceri faktorov, ktoré spôsobujú, že je potrebné povaľovať ju za exponenciálne rozdelenú náhodnú premennú s distribučnou funkciou:

$$F(t) = 1 - e^{-\frac{t}{t_0}} \quad (2)$$

pričom:

t_0 – stredná hodnota času obsluhy

Exponenciálne rozdelenie času obsluhy predpokladá, že väčšina obsluhy sa uskutoční za krátky čas. Čas obsluhy závisí od viacerých činiteľov. Najzaujímavejšie prípady nastanú, ak čas obsluhy závisí od dĺžky čakacej fronty.

Štruktúra kanálov

Zahrňa počet kanálov a ich vzájomné usporiadanie. V základných modeloch sa predpokladá paralelné zapojenie kanálov s jednou čakacou frontou. V zložitejších sa uvažuje so sériovým zapojením kanálov, kde každý má svoju vlastnú čakaci frontu alebo dokonca s viacstupňovým systémom obsluhy, pričom na každom stupni pracuje niekoľko paralelne zapojených kanálov.

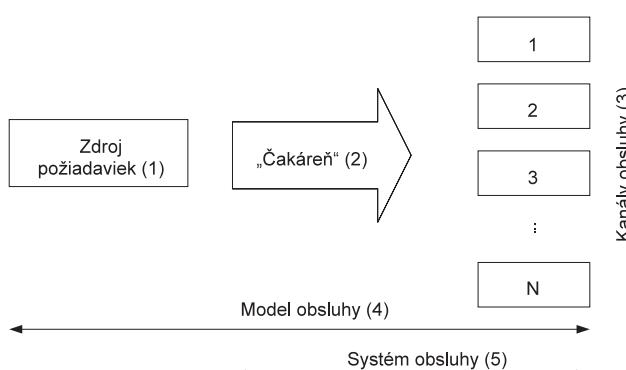
Ukazovatele efektívnosti

Sú to relatívne alebo absolútne hodnoty, ktoré charakterizujú mieru, v ktorej príslušný systém plní predpokladané úlohy. Z obsahovej stránky ich možno rozdeliť na ukazovatele charakterizujúce kvalitu obsluhy a ukazovatele charakterizujúce využitie kanálov. Rozhodujúcimi prvkami systému hromadnej obsluhy sa javia:

- **Tok vstupných požiadaviek**, jeho intenzita, t. j. priemerný počet požiadaviek na obsluhu za jednu časovú jednotku alebo priemerná dĺžka intervalu medzi dvoma požiadavkami.
- **Obslužné kanály**, ktoré realizujú vlastnosti obsluhy, ich počet a priemerná doba potrebná na obsluhu jednej požiadavky.
- **Čakacia fronta** a jej obmedzenia.

Funkcia systému hromadnej obsluhy je daná vzájomnou interakciou uvedených troch prvkov a je možné predpokladať, že od ich parametrov je možné odvodíť globálne charakteristiky systému hromadnej obsluhy, tzv. **ukazovatele efektívnosti** systému hromadnej obsluhy. Volba charakteristik závisí predovšetkým od typu systému a musí nám dať obraz o kvalite obsluhy a stupni využitia obsluhujúceho systému. Ide o číselné charakteristiky typu pravdepodobnosti a stredných hodnôt.

Počet obsluhujúcich kanálov n , hustota prúdu požiadaviek na obsluhu λ , stredná doba obsluhy jednej požiadavky jedným



Obrázok 1 Schéma systému hromadnej obsluhy
Figure 1 The scheme of system of queuing theory
(1) source of requests, (2) „waiting room“, (3) channels of service,
(4) model of service, (5) system of service

kanálom f_{ob} , a stredná doba čakania požiadavky na obsluhu f_c , tvoria tzv. **kvantitatívne charakteristiky** procesu hromadnej obsluhy. Ak poznáme tieto hodnoty, môžeme proces hromadnej obsluhy matematicky popísať a teda predvídať priebeh tohto procesu do budúcnosti.

Uvedené postupy sa využívajú pri modelovaní závlahových sústav spoločne s matematickými modelmi závlahovej sústavy, kde sa teória hromadnej obsluhy implementuje a v súčasnosti sú vypracované analytické riešenia modelov závlahovej sústavy. Takisto sú k nim vytvorené aj algoritmy závlahových sústav pre jednotlivé modely.

Riešenie úlohy

Príspevok sa zaobrá možnosťami vytvorenia funkčnej metódy riadenia procesov umelého zavlažovania s použitím modernej výpočtovej techniky. Navrhované riešenie vychádza zo súčasných, už existujúcich procesov a modelov a dopĺňa ich o nové poznatky, pričom cieľom nie je meniť, alebo upravovať zaužívané postupy a procesy, ktoré boli už praxou overené, ale prispieť novými možnosťami ich optimalizácie, ktoré umožnia tieto procesy zefektívňovať a zvyšovať výkonnosť jednotlivých operácií použitím moderných informačných technológií.

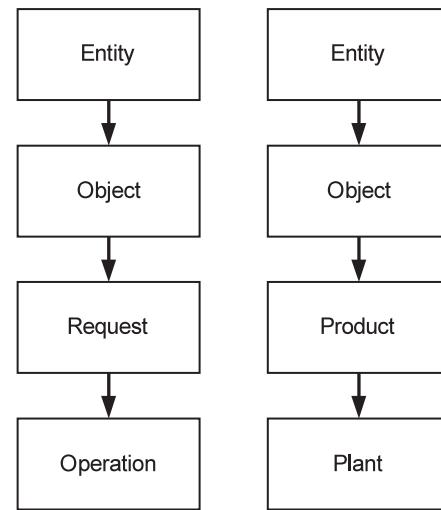
V práci sa zameriavame na vytvorenie optimalizovaného systému spracovania toku vstupných požiadaviek s prioritou, kde kladieme dôraz na vyhodnocovanie priority a zaradenie požiadavky do čakacej fronty. Následne sledujeme jednotlivé kanály obsluhy a priraďujeme jednotlivé požiadavky vyhradeným kanálom. Celý proces štatisticky sledujeme a porovnávame výstupné výsledky závlah s ostatnými. Všetky informácie aj história úkonov sa evidujú a využívajú sa pri ďalšom spracovaní. Cieľom je neustále spresňovanie a zvyšovanie produktivity závlah na základe spracovávaných informácií z databáz.

Konцепcia riešenia – dátový model

Modelovanie procesov v poľnohospodárskej výrobe vyžaduje použitie sofistikovaných nástrojov. Procesy a materiály s ktorými musíme počítať majú silne stochastický a dynamický charakter. Preto sme zvolili spôsob modelovania, ktorý dokáže flexibilne reagovať na zmenu prostredia.

Základnou myšlienkom je použitie objektového modelovania v reálnom čase. To predpokladá použitie nástroja, v ktorom môžeme pretvárať model reality za behu programu a ktorý na zmeny pružne reaguje. Všetky prevedené zmeny musia byť okamžite použiteľné v existujúcej aplikácii. Preto sme zvolili technológiu sieťového dátového modelu, ktorá umožňuje okrem iného niekoľkonásobnú dedičnosť a zaradenie dátového objektu do ľubovoľnej dátovej triedy bez akejkoľvek závislosti od existujúcej objektovej hierarchie, čo nám poskytuje potrebnú voľnosť pri modelovaní procesov v poľnohospodárskom zavlažovaní. Ide o hybridný objektový databázový systém slúžiaci na komplexné dátové modelovanie pre zachytenie reality. Technológia sieťového modelovania zahŕňa všetky prednosti objektovo orientovaného modelovania, ako sú dedičnosť, triedy, atribúty, generalizácia a špecializácia.

Každá entita v systéme zavlažovania je opísaná množinou vlastností a väzieb. Každá entita musí mať unikátnu identifikáciu. Entity s rovnakými alebo podobnými vlastnosťami zdrúžujeme do objektových tried. Každá trieda je zaradená v objektovej hierarchii. V podriadených triedach k nim pribáľujeme upresňujúce vlastnosti. Napríklad v triede Požiadavka sledujeme parameter čas. Tento sa prepádá do triedy Úkon, ale neexistuje v triede Objekt. Napriek tomu, ak vytvoríme objekt v triede Úkon, ktorý bude mať napríklad názov Zavlažovanie, tento do-



Obrázok 2 Príklad rozvinutia objektových tried a dedičnosti
Figure 2 Example of derivation of object classes and their inheritance

stane jednoznačnú identifikáciu, ktorá je vidieť aj v nadriadených triedach, kde je názov úkonu *Zavlažovanie* reprezentovaný ako napríklad *Názov Entity*. Takýmto spôsobom vieme namodelovať všetky objekty, ktoré v zavlažovaní vystupujú, či už ide o samotný produkt, alebo zavlažovací stroj. Výhodou tohto objektového modelovania je spájanie nesúrodých objektov do množín s ktorými dokážeme v databázovom prostredí pracovať.

Každý objekt je okrem vlastností definovaný aj množinou väzieb na iné objekty. Väzby vypovedajú o vzťahu objektu k iným objektom. Kedže využívame objektové dátové modelovanie, môžeme použiť tieto typy väzieb:

- **Objektová väzba** – realizuje dedičnosť atribútov a objektové vlastnosti.
- **Relačná väzba** – realizuje horizontálne väzby medzi objektmi. Relačnú väzbu realizujeme prostredníctvom väzobných tried. Typický príklad relačnej väzby je na obrázku 3.



Obrázok 2 Znázornenie relačných väzieb medzi objektmi
Figure 2 Illustration of relational links between objects
(1) person, (2) using, (3) tool

Násobnosti väzieb môžu byť definované štandardne $1 : 1$, $1 : N$, alebo proprietárne $2 : 2$, $1 : T$ (väzby s obmedzeniami alebo časové väzby). V tomto príklade je jeden objekt z triedy *Osoba* viazaný na N objektov z triedy *Nástroj*. Samotná väzba je zapísaná vo väzobnej triede. Treba si uvedomiť, že aj jednotlivé operácie a procesy sú objektmi s presne definovanými vlastnosťami a väzbami na ostatné objekty.

Kedže práca s celým dátovým modelom je náročná na výpočtovej technike, pracujeme len s potrebnými výsekmi tohto modelu, ktoré nazývame dátové rezky. Dátový rez je množina vybraných tried a vlastností, ktoré pri danom procese sledujeme. Pomocou tohto spôsobu spájania objektov dokážeme verne modelovať realitu a následne efektívne spracovať informácie.

Exaktné modelovanie reality je veľmi dôležitým prvkom optimalizácie. Vytváraný objektový model musí byť vierochnodný a porovnatelný s reálnymi podmienkami. V dátovom modeli sa snažíme zachytiť všetky vstupujúce a vystupujúce objekty tak, aby sme ich vedeli využiť pre účely optimálneho rozhodovania.

V našej práci definujeme štyri vrcholové triedy objektov: *Akcie, Subjekty, Informácie a Statky*. Všetky ostatné triedy objektov sú odvodnené z vrcholových. Definujeme všetky triedy objektov potrebné pre opisanie všetkých subjektov, ktoré v zavlažovaní vystupujú. Či už ide o základné triedy objektov, ako sú *Zdroj požiadaviek, Čakáreň a Kanály obsluhy*, alebo číselníky jednotlivých druhov rastlín vo vlastnej hierarchii. V konečnom dôsledku sa snažíme dosiahnuť to, aby sme obsiahli čo najväčšie množstvo informácií, ktoré môžeme neskôr využiť pri heuristickom spracovaní.

Algoritmy spracovania informácií

Jednou stranou je dátový model, ktorý je schopný nám poskytnúť rýchlo a efektívne potrebné informácie, ale nemenej dôležitou je výkonná časť založená na algoritoch heuristického spracovania predkladaných informácií. Algoritmy vychádzajú z matematických modelov závlahových sústav a ich základom je rozhodovanie na základe vstupných parametrov, ktoré nám poskytuje navrhnutý dátový model. Výsledkom je v našom prípade priorita požiadavky a jej zaradenie do čakacej fronty na kanál obsluhy. Snažíme sa do už existujúcich algoritmov zapracovať aj menej významné faktory, ktoré vplývajú na danú požiadavku, aby sme dosiahli spresnenie výsledku a dosiahli tak efektívnejšie alokowanie zdrojov obsluhy. Príkladom je použitie dátového rezu *Teplotné podmienky*, ktorý má väzbu na číselník *Rastlín* a zároveň v dočasnej triede ukladá informácie o už vykonaných požiadavkách. Aj keď je vplyv tohto faktoru na výsledok pomerne malý, evidovanie niekoľkých podobných vplyvov má za následok výraznejší posun hodnoty výsledku. V tomto prípade vychádzame z veľičín:

- dátum – deň cyklu rastu danej plodiny,
- teplota vzduchu,
- teplota pôdy,
- hodnotenie stavu plodiny – biologický predpoklad vplyvu teploty na rast produktivity plodiny – koeficient.

Evidujeme vzťahy medzi teplotami v danom období a porovnávame ich s tabuľkovými predpokladmi. Následne berieme do úvahy potreby danej plodiny. Výsledný rating používame pri hodnotení stavu požiadavky a určovaní priority požiadavky vo fronte.

Záver

Príspevok otvára nové cesty vo využití výpočtovej techniky v procese zavlažovania. Napriek tomu, že je umelé zavlažova-

nie perspektívna oblasť, tak na konkrétnu aplikáciu poznatkov teórie zavlažovania vo väčšom meradle budeme musieť počkať, kým nevzniknú vhodné ekonomicke, politické a sociálne podmienky.

Súhrn

Výrobný proces v oblasti rastlinnej a živočisnej výroby je determinovaný širokou škálou vstupov a výstupov, kde sa kladie veľký dôraz na náhodné veľičiny, ktoré je možné štatisticky spracovať. Tieto procesy nie je možné považovať za statické, nakoľko závisia od mnohých vnútorných a vonkajších faktorov, ktoré na výrobný proces vplývajú. Aby bolo možné efektívne riadiť celý proces, je potrebne dôkladne popísať tieto faktory tak, aby bolo možné dosiahnuť požadovanú kvalitu výstupov daného výrobného procesu s využívajúcimi štatistickými odchýlkami. Takoto optimalizáciou výrobného procesu sa snažíme priblížiť reálne výstupné hodnoty procesu ideálnym hodnotám.

Kľúčové slová: optimalizácia výrobných procesov, umelé zavlažovanie, simulácie, teória hromadnej obsluhy

References

- SIMONÍK, J. – PALKOVÁ, Z. – OKENKA, I. 2004. Racionalizácia a modelovanie zavlažovania polných plodín postrekom. Nitra : SPU, 2004. 169 s. ISBN 80-8069-380-3.
- HENNYEYOVÁ, K. – PALKOVÁ, Z. 2006. Využitie informačných technológií a simulačných modelov v závlahovom hospodárstve. Nitra, 2006. ISBN 80-8069-715-9
- OKENKA, I. – PALKOVÁ, Z. 1998. Závlahová sústava ako model teórie hromadnej obsluhy. In: Zeměd. ekon., roč. 44, 1998, č. 10, s. 467–468. ISSN 0139-570X.
- ANDĚL, J. 1998. Statistické metody. Praha : Matfyzpress, 1998.
- UNČOVSKÝ, L. 1980. Stochasticke modely operačnej analýzy. Bratislava : ALFA, 1980.
- BAKOŠOVÁ, M. – FIKAR, M. 2008. Riadenie procesov. Bratislava : STU, 194 s. ISBN 8022728416

Kontaktná adresa:

doc. Ing. Zuzana Palková, PhD., Ing. Tomáš Rodný, Katedra elektrotechniky, automatizácie a informatiky, Technická fakulta SPU v Nitre, tel. +421 37 6414 765, e-mail: Zuzana.Palkova@uniag.sk

Acta technologica agriculturae 1
Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae, 2010, s. 18–22

VPLYV TUNELOVÉHO VETRANIA NA REDUKCIU TEPELNEJ ZÁŤAŽE V OBJEKTE PRE VÝKRM OŠÍPANÝCH

EFFECT OF TUNNEL VENTILATION ON REDUCTION OF THERMAL LOAD IN PIG FATTENING HOUSE

Ľubomír BOTTO,¹ Jana LENDELOVÁ,² Štefan MIHINA²

Centrum výskumu živočíšnej výroby Nitra¹
Slovenská poľnohospodárska univerzita, Nitra²

Effect of tunnel ventilation on reduction of thermal load in stable for fattening pigs with combined air inlet of measuring was evaluated. Measurements were conducted in hot summer period in Slovak climatic condition on the basis of microclimatic parameters. The stable with total capacity of 500 housed pigs is longitudinal divided into 2 sections each with 6 pens. Basic microclimatic parameters were recorded by ALMEMO 2290-4 device in all 6 pens of each section both at animal and person respiratory zones. Outdoor ambient temperature varied from 36.0 to 37.3 °C. Lower total average temperature by 1.5–1.8 °C in the left section and by 1.1–1.7 °C in the right section was registered both at animal and man respiratory zones of the stable. Average internal air relative humidity varied in the left section from 37.6 to 42.2 % and in the right section from 29.3 to 33.1 %. It was higher by 3.3–8.9 % than air humidity recorded outside. The air humidifying or other system of cooling was not used in a stable. The air average internal velocity in the left section of the animal zone was 0.69 m.s⁻¹ and 1.10 m.s⁻¹ in the right section. Cooling effect for pigs and thereby sensational temperature reduction by increased air flow tunnel ventilation at mentioned level of temperatures was achieved. However, for increasing the cooling effect at a temperature higher than 30 °C an additional air cooling or animal could be recommended.

Key words: tunnel ventilation, thermal load, microclimatic parameters, fattening pigs

Kvalita prostredia z hľadiska mikroklimatických parametrov i zdravotných ukazovateľov preukazateľne vplýva na produktivitu i welfare zvierat. Moderné ustajňovacie objekty pre ošípané vyžadujú vysoký stupeň riadenia, v ktorých musí inteligentný vetrací systém zabezpečovať dosahovanie žiadanych environmentálnych ukazovateľov (Pedersen, 2008). Nedostatočná spoľahlivosť tu môže spôsobiť viaceré zlyhania prejavujúce sa zníženým príjomom krmiva, abnormálnym správaním, ohrýzáním chvostov alebo následných ochorení. Dnešné moderné typy ošípaných sú náročné na podmienky maštálneho prostredia a bez účinného ventilačného systému nie je možné dosiahnuť dobré podmienky pre ich chov. Vyžaduje to zabezpečenie vhodnej mikroklimy najmä v horúcom letnom období.

Viaceré vedecké štúdie zaobrájajúce sa problematikou teplého stresu preukázali, že zvýšené teploty patria medzi najdôležitejšie parametre, hoci i ďalšie faktory ako rozsah zamokrenia kože, hustota obsadenia maštale a rýchlosť prúdenia vzduchu môžu významne ovplyvniť tepelný stres a následne aj rast a welfare ustajnených zvierat (Nichols a i., 1982, Lopez a i., 1991, Huynh a i., 2005). Kritická teplota pre ošípané začína od 26 °C (Čeřovský, 1998). Ak sa zvýši teplota nad hornú hranicu optimu, dochádza najmä k zníženiu príjmu krmiva, s následným znížovaním rýchlosť rastu. Organizmus sa bráni prehriatiu predovšetkým evaporáciou, prevažne dýchaním (Novák a i., 2003). V dôsledku teplého stresu sa mení aj správanie zvierat vyznačujúce sa znížením fyzických aktivít. Mount (1979) uvádzá, že ošípané menia polohy v závislosti od okolitých podmienok, ktoré budú zvyšovať alebo znížovať tepelné straty. Podľa Aarninka a i. (2001) výkrmové ošípané pri vysokých teplotách uprednostňujú ležanie na roštovej podlahe. Na kalenie využívajú priestor s plnou podlahou, välajú sa vo výkaloch a moči, aby sa chladili evaporačným ochladzovaním.

Optimálny rozsah teplôt pre výkrmové ošípané je 10 až 25 °C (Hájek a i., 1996, Vyhláška 230/1998, Myer a Bucklin, 2001). Teplotu vzduchu, ako najdôležitejšieho faktora prostredia, ovplyvňujú relatívna vlhkosť a rýchlosť prúdenia vzduchu. Ako rozsah optima relatívnej vlhkosti vzduchu sa uvádzá 50 až 75 % (Tobišková, 1992; Vyhláška č. 230/1998). Vlhkosť vzduchu zohráva dôležitú úlohu aj v procese ochladzovania (Myer a Bucklin, 2001). Platí, že čím vyššia je relatívna vlhkosť vzduchu, tým nižšia musí byť teplota vzduchu pre dosiahnutie rovnakého pocitu pohody (Líkař, 2005). Pri návrhu vetracieho systému sa musí hodnotiť vždy tzv. „efektívna teplota“, t. j. teplota, ktorú ošípaná pocituje. S teplotou prostredia je vždy potrebné posudzovať aj rýchlosť prúdenia vzduchu. Podľa vyhlášky MP SR č. 230/1998 sa pri optimálnej teplote požaduje najvyššia rýchlosť prúdenia vzduchu 0,2–0,3 m/s a pri vyššej ako optimálnej teplote vzduchu 0,5–2 m/s v závislosti od živej hmotnosti ošípaných. Možným spôsobom ochladzovania pri vysokých teplotách je využitie zvýšeného prúdenia vzduchu (napr. inštaláciu prídavných ventilátorov, využitím tunelového vetrania a pod.), pri ktorom sa uplatňuje pocitový efekt vnímania teploty. Znamená to, že pri rovnakej teplote ale vyššom prúdení vzduchu sa pocitovo znížuje teplota prostredia (Líkař, 2002).

Účinným systémom vetrania pre horúce letné obdobie je systém tunelového vetrania, ktorý sa v podmienkach Slovenska začal v objektoch pre výkrm ošípaných realizovať pre celoročné využitie. Umožňuje to kombinované riešenie prívodu vzduchu pre letné a zimné obdobie. Prednosťou tohto systému je celopriestorová kontinuálna riadená výmena vzduchu. Dôsledné riešenie vetrania a vytvorenie vhodného prostredia je potrebné zabezpečiť vo všetkých objektoch pre chov ošípaných.

Materiál a metódy

Vplyv tunelového vetrania na redukciu tepelnej záťaže sme hodnotili vo výkrmni ošípaných s kombinovaným prívodom vzduchu pre letné a zimné obdobie. Rekonštruovaný objekt mal vonkajšie rozmery $57,5 \times 9,2$ m (obr. 1). Pozdĺžou stenou bol rozdelený na dve sekcie (ľavú a pravú) široké 4 000 mm, v ktorých sa nachádzalo po 6 kotercov. Dĺžka krajných kotercov bola 5 100 mm a ostatných 10 200 mm. Svetlá výška rovného podhladu v sekciách bola 2,2 m. Celková kapacita výkrmne po rekonštrukcii bola 2×250 , t. j. 500 ustajňovacích miest pre ošípané s hmotnosťou 30–100 kg. V objekte sa realizoval bezpodstielkový systém ustajnenia s podlahou rozlíšenou na pevnú a roštovú časť (1 : 1) s produkciou hnojovice. Ošípané boli kŕmené viacmiestnymi kŕmnymi zariadeniami situovanými v priečnych deliacich zábranach kotercov. Do objektu sa vonkajší vzduch privádzal zo severnej strany cez otvorený priestor bývalej prípravovne, ktorá sa nachádzala v jeho prednej časti. Do jednotlivých ustajňovacích priestorov (sekcií) sa vonkajší vzduch dostával cez nasávacie otvory, ktorých veľkosť bola regulovaná posuvnými závesmi z nepriedušnej agrotextílie nezávisle ovládanými servomotormi na základe podtlaku. Maximálna veľkosť otvoru bola $3\,800 \times 1\,900$ mm. Odsávanie opotrebovaného vzduchu v každej sekcií bolo riešené troma typmi ventilátorov nachádzajúcich sa na konci objektu z južnej strany. Jeden ventilátor umiestnený pred čelnou stenou zabezpečoval nepretržité odsávanie vzduchu spod roštu, 2 ventilátory v bočnej stene odsávali vzduch s reguláciou výkonu a dva veľkoplošné ventilátory v čelnej stene pracovali bez regulácie. V zimnom období sa vonkajší vzduch prisával cez špeciálne stropné klapky z podkrovného priestoru. Pri rekonštrukcii bol navrhnutý aj systém ochladzovania s doskovými chladičmi, ktorý sa však nezrealizoval.

Hodnotenie redukcie tepelnej záťaže v horúcom letnom období sme uskutočnili na základe ambulantného merania základných parametrov mikroklimy (teploty, relatívnej vlhkosti a rýchlosť prúdenia vzduchu) prístrojom ALMEMO 2290-4. Uvedené parametre sme merali vo všetkých šiestich kotercoch v ľavej východnej (neoslnenej) sekcií (L) a v pravej západnej (oslnenej) sekcií (P) vo výške 0,5 m od podlahy, t. j. v dýchacej zóne zvierat a vo výške 1,8 m, t. j. v dýchacej zóne ošetrovateľa. Merania sa uskutočnili pri bežnom prevádzkovom režime, t. j. s vypnutým jedným čelným ventilátorom. Na začiatku a na konci každého merania sme zaznamenali aj parametre vonkajšieho vzduchu v miestach (V1, V2), ktoré boli na úrovni koncových častí objektu. Okrem toho sme uvedené parametre merali aj v mieste otvoru pre prívod vzduchu do sekcií nad závesom (Z). Pri vyhodnotení sme uviedli priemerné hodnoty z nameraných údajov v jednotlivých miestach merania, ako aj celkové priemerné údaje (z merania vonku, v kotercoch, sekciách).

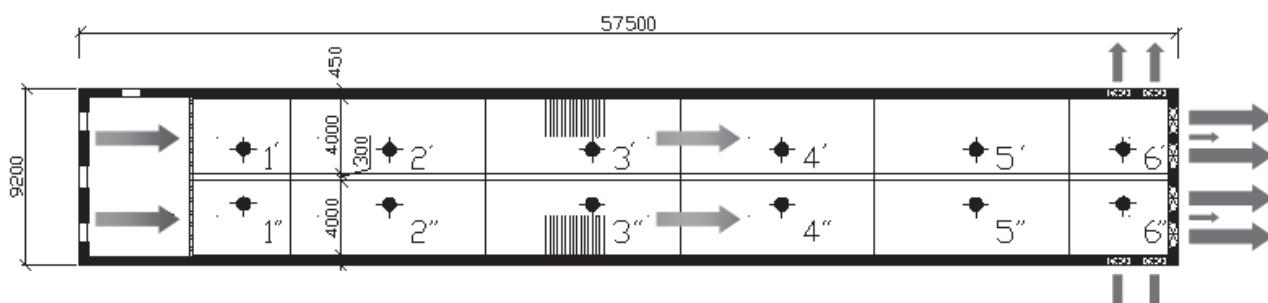
Výsledky a diskusia

Teplovo vzduchu

Počas ambulantného merania bola teplota vonkajšieho vzduchu $35,4$ až $37,5$ °C (tab. 1). V ľavej východnej (neoslnenej) sekcií sme zaznamenali vo všetkých šiestich kotercoch v zóne zvierat, t. j. vo výške 0,5 m od podlahy, nižšie teploty vzduchu ako priemerná hodnota nameranej vonkajšej teploty (o $1,5$ – $2,0$ °C) a aj ako teplota na vstupe do sekcie (o $0,2$ – $0,7$ °C). Vo výške 1,8 m, t. j. v dýchacej zóne ošetrovateľa, teploty vo všetkých kotercoch boli nižšie ako priemerná teplota vonkajšieho vzduchu (o $1,3$ – $1,7$ °C). V troch kotercoch boli teploty nižšie (o $0,2$ – $0,4$ °C) a v troch rovnaké ako teplota na vstupe do sekcie, t. j. $34,7$ °C. Pri vonkajšej priemernej teplote vzduchu 36 °C priemerná teplota v ľavej sekcií v zóne zvierat bola $34,2 \pm 0,21$ °C a v dýchacej zóne ošetrovateľa $34,6 \pm 0,18$ °C, v priemere za obidve zóny $34,4 \pm 0,26$ °C.

V pravej západnej (oslnenej) sekcií sme zaznamenali vo všetkých šiestich kotercoch nižšie teploty vzduchu v zóne zvierat ako priemerná teplota vonkajšieho vzduchu (o $1,3$ – $2,8$ °C) a aj ako teplota na vstupe do sekcie (o $0,4$ – $1,9$ °C). V dýchacej zóne ošetrovateľa boli vo všetkých kotercoch teploty nižšie ako priemerná vonkajšia teplota (o $0,8$ – $1,6$ °C) ako aj teplota na vstupe (o $0,1$ – $0,7$ °C) okrem 3. koterca, v ktorom teplota bola o $0,1$ °C vyššia. Pri vonkajšej priemernej teplote $37,3$ °C priemerná teplota v zóne zvierat bola $35,6 \pm 0,56$ °C a v dýchacej zóne ošetrovateľa $36,2 \pm 0,27$ °C, v priemere za obidve zóny $35,9 \pm 0,52$ °C.

Priemerná celková teplota v ľavej východnej sekcií bola o $1,6$ °C nižšia a v pravej západnej sekcií o $1,4$ °C ako prislúchajúca priemerná teplota vonkajšieho vzduchu. V pravej oslnenej sekcií sme zaznamenali v priemere vyššie teploty v jednotlivých zónach i za celú sekciu ako v ľavej neoslnenej sekcií. Podľa vyhlášky MP SR č. 230/1998 namerané hodnoty prekračovali hornú hranicu optima 22 °C, ktorá sa vzťahuje pre výkrovové ošípané so živou hmotnosťou 30–90 kg. Prekročená bola aj hraničná hodnota 26 °C, od ktorej začínajú kritické teploty pre ošípané (Čeřovský, 1998), najmä ak nie sú zabezpečené iné opatrenia proti prehriatiu zvierat. V objektoch s neisolovanou strechou alebo bez podkrovného vetrateľného priestoru obyčajne dochádza k prehrievaniu prostredia a pri plnom obsadení zvieratami produkujúcimi teplo vnútorná teplota bežne prekračuje odporučenú hranicu aj o viac ako 3 °C v porovnaní s vonkajším prostredím. Pri našich predošlých hodnoteniach



Obrázok 1 Pôdorysná schéma, miesta merania a pohyb vzduchu v objekte
Figure 1 Ground layout, measuring places and air movement in stable

mikroklimy v troch výkrmniach ošípaných s núteným vetraním sme v letnom období vo všetkých objektoch zaznamenali vyššie vnútorné teploty ako teploty vonkajšieho vzduchu, hoci exteriérové teploty nepresahovali 30°C (Botto a ī., 2000). Zniženie teploty vnútorného vzduchu v objekte pri extrémnych vonkajších teplotách je možné zväčša iba nákladným dodatočným vzduchotechnickým riešením.

Relatívna vlhkosť vzduchu

V čase merania relatívna vlhkosť vonkajšieho vzduchu sa pohybovala od 24,0 do 37,0 % (tab. 1). V ľavej sekcií vo všetkých šiestich kotercoch v zóne zvierat sme zaznamenali vyššiu relatívnu vlhkosť vzduchu v porovnaní s priemernou hodnotou v exteriéri (o 5,3–12,3 %), ako aj s teplotou na vstupe do sekcie (o 0,7–7,7 %). V dýchacej zóne ošetrovateľa vlhkosť vo všetkých kotercoch bola vyššia ako priemerná relatívna vlhkosť vonkajšieho vzduchu (o 2,3–6,8 %). V dvoch kotercoch bola relatívna vlhkosť vyššia (o 0,1 a 2,2 %) a v štyroch nižšia (o 0,3–2,3 %) ako zodpovedajúca hodnota na vstupe do sekcie (37,9 %). Pri vonkajšej priemernej relatívnej vlhkosti vzduchu 33,3 % priemerná vlhkosť vzduchu v ľavej sekcií v zóne zvierat bola $42,2 \pm 2,72\%$ a v dýchacej zóne ošetrovateľa $37,6 \pm 1,50\%$, v priemere za obidve zóny $39,9 \pm 3,18\%$.

V pravej sekcií vo všetkých šiestich kotercoch bola relatívna vlhkosť vzduchu vyššia v zóne zvierat (o 2,7–9,8 %) aj v zóne ošetrovateľa (o 2,1–6,2 %) ako priemerná vlhkosť vonkajšieho vzduchu. V porovnaní s hodnotou vlhkosti vzduchu na vstupe do sekcie (30,7 %) v zóne zvierat sme zaznamenali v piatich kotercoch vyššiu vlhkosť vzduchu (o 1,2–5,1 %) a v jednom nižšiu (o 2,0 %), v dýchacej zóne ošetrovateľa vyššiu vlhkosť iba v dvoch kotercoch (o 0,3 a 1,5 %) a v štyroch kotercoch nižšiu o 2,4–2,6 %. Pri vonkajšej priemernej relatívnej vlhkosti vzduchu 26,1 % priemerná vlhkosť v zóne zvierat bola $33,1 \pm 2,62\%$ a v dýchacej zóne ošetrovateľa $29,3 \pm 1,8\%$ a v priemere za obidve zóny $31,2 \pm 2,89\%$.

Celková relatívna vlhkosť vzduchu v ľavej sekcií bola v priemere o 6,6 % a v pravej o 5,1 % vyššia ako vlhkosť vonkajšieho

vzduchu. Priemerné hodnoty relatívnej vlhkosti vzduchu v kotercoch v ľavej i v pravej sekcií (35,6–45,6 % a 28,1–35,8 %) boli nižšie ako dolná hranica optima 50 % (Vyhláška č. 230/1998). Bolo to v dôsledku nízkej vlhkosti nasávaného vonkajšieho vzduchu (24,0–37,0 %), ako aj z toho dôvodu, že sa v objekte upustilo od pôvodne navrhovaného zvlhčovania vzduchu. Podľa odporúčaní slovenskej legislatívy by sa mali tieto hodnoty upraviť niektorým zo spôsobov zvlhčovania aspoň k minimálnej hranici 50 %. Podľa Pedersena (2008) bol interval minimálnych a maximálnych hodnôt relatívnej vlhkosti pri teplote od 20°C vyššie upravený v klesajúcom trende. Relatívna vlhkosť pri teplote 35°C má potom odporučený interval od 35 do 60 %, čím je rešpektovaná ústrednosť k pocitu pohody ustajnených zvierat. Teplota a relatívna vlhkosť vzduchu majú význam pre pocit pohody ošípaných (Líkař, 2005) a platí, že čím nižšia je relatívna vlhkosť vzduchu, tým vyššia môže byť teplota vzduchu pre dosiahnutie rovnakého pocitu pohody. Tento efekt sme zaznamenali aj v našom experimente počas extrémne horúceho obdobia. Proces evaporačného ochladzovania pri nami nameraných parametroch tým bol viac efektívny, a preto ošípané pri nižšej relatívnej vlhkosti vzduchu lepšie znášali vyššie teploty v objekte, čo potvrdzujú aj Myer a Bucklin (2001).

Rýchlosť prúdenia vzduchu

Vo vonkajšom prostredí rýchlosť prúdenia vzduchu bola $0,18$ až $0,49\text{ m/s}$ (tab. 1). Rozdiely sme zaznamenali v nameraných hodnotách rýchlosťi prúdenia vzduchu v ustajňovacom priestore v jednotlivých meraných výškach (zónach). V ľavej sekcií sme zaznamenali priemernú rýchlosť prúdenia vzduchu v životnej zóne ošípaných $0,69 \pm 0,36\text{ m/s}$ pri rozpätí $0,16$ – $1,08\text{ m/s}$ a v dýchacej zóne ošetrovateľa $1,15 \pm 0,37\text{ m/s}$ pri rozmedzí $0,74$ – $1,68\text{ m/s}$, pritom na vstupe do sekcie vzduch prúdil rýchlosťou až $5,77\text{ m/s}$, t. j. v priemere 8-krát rýchlejšie ako v zóne zvierat a 5-krát rýchlejšie ako v zóne ošetrovateľa. V pravej sekcií v zóne zvierat bola priemerná rýchlosť prúdenia vzduchu $1,10 \pm 0,77\text{ m/s}$ pri rozpätí $0,27$ – $2,05\text{ m/s}$ a v dýchacej zóne ošetrovateľa $2,37 \pm 1,06\text{ m/s}$ pri rozmedzí $1,36$ – $4,26\text{ m/s}$.

Tabuľka 1 Parametre mikroklimy v objekte pre výkrm ošípaných s tunelovým vetraním

Sekcie (1)	Výška merania od podlahy (2)	Vonku (3)	Záves (4)	Koterce (5)						Vonku (3)	Priemer (6)		
		V1	Z	1	2	3	4	5	6	V2	vonku (4)	koterce (5)	sekcie (1)
Teplota vzduchu v $^{\circ}\text{C}$ (9)													
L ľavá (7)	0,5 m	35,4	34,7	34,0	34,5	34,4	34,1	34,2	34,0	36,6	36,0	34,2	34,4
	1,8 m			34,3	34,7	34,5	34,4	34,7	34,7			34,6	
P pravá (8)	0,5 m	37,1	36,4	35,7	36,0	35,8	36,0	35,7	34,5	37,5	37,3	35,6	35,9
	1,8 m			36,2	36,3	36,5	36,3	36,1	35,7			36,2	
Relatívna vlhkosť vzduchu v % (10)													
L ľavá (7)	0,5 m	37,0	37,9	42,7	39,3	38,6	44,1	42,7	45,6	29,6	33,3	42,2	39,9
	1,8 m			40,1	37,6	38,0	37,5	36,7	35,6			37,6	
P pravá (8)	0,5 m	28,1	30,7	35,1	32,4	31,9	28,7	34,4	35,8	24,0	26,1	33,1	31,2
	1,8 m			32,2	31,0	28,1	28,1	28,3	28,3			29,3	
Rýchlosť prúdenia vzduchu v m/s (11)													
L ľavá (7)	0,5 m	0,44	5,77	1,05	0,81	0,41	0,16	1,08	0,65	0,18	0,31	0,69	0,92
	1,8 m			1,05	0,81	1,46	1,16	1,68	0,74			1,15	
P pravá (8)	0,5 m	0,34	4,95	0,45	2,05	1,09	1,99	0,72	0,27	0,49	0,42	1,10	1,73
	1,8 m			4,26	2,65	2,55	1,84	1,56	1,36			2,37	

Table 1 Microclimatic parameters in stable for fattening pigs with tunnel ventilation

(1) sections, (2) measuring height from floor, (3) outdoor, (4) curtain, (5) pens, (6) average, (7) left, (8) right, (9) air temperature in $^{\circ}\text{C}$, (10) air relative humidity in %, (11) air velocity in m/s

Rýchlosť prúdenia vzduchu na vstupe do sekcie bola v prie- mere 4,95 m/s, t. j. 4,5-krát vyššia ako v zóne zvierat a 2-krát vyššia ako v dýchacej zóne ošetrovateľa. Priemerná rýchlosť v ľavej sekcií bola $0,92 \pm 0,42$ m/s a v pravej $1,73 \pm 1,11$ m/s, t. j. o 0,81 m/s nižšia. Podľa vyhlášky MP SR č. 230/1998 pre danú kategóriu výkrmových ošípaných pri teplote vyššej ako je optimum (22°C) môže byť rýchlosť prúdenia vzduchu v zóne zvierat maximálne 2,0 m/s. Táto hodnota bola prekročená o 0,05 m/s iba v pravej sekcií v 2. koterici. Zvýšené prúdenie vzduchu vo výške 1,8 m od podlahy v jednotlivých sekciách vlastne zabezpečovalo rýchlejší transport znečisteného vzduchu z ustajňovacích priestorov v zóne mimo pobytu zvierat. Týmto sa dosiahlo ochladzovací účinok ustajnených ošípaných a pri rovnakej teplote vzduchu sa pocitovo znížila teplota prostredia, čo potvrzuje aj Líkař (2002). Z dôvodu nevystavenia obslužného personálu účinkom prieavanu počas nutného pobytu medzi zvieratami, je možné pred vstupom do kotercov jednoducho zmeniť režim vetrania na pokojný (vypnutím čelných ventilátorov), ktorý nenaruší pohodu zvierat a po skončení ošetrenia či kontroly režim vetrania je možné urýchlene vrátiť do zodpovedajúceho prevádzkového režimu.

Správanie ošípaných nenaznačovalo odchýlky od štandardných prejavov pri ležaní, pohybe, kalení, močení či žravosti. Kŕmne zariadenia ako aj napájačky boli obsadzované počas merania rovnomerne. Nepotvrdili sa tvrdenia Aarninka a i. (2001), podľa ktorých výkrmové ošípané pri vysokých teplotách uprednostňujú ležanie na roštovej podlahe, na kalenie využívajú priestor s plnou podlahou, vŕšajú sa vo výkaloch a močí, aby sa chladili evaporačným ochladzovaním. Priažnivá čistota ošípaných poukázala na to, že znečistenie kotercov bolo na primeanej úrovni.

Záver

V hodnotenom objekte pri vonkajšej priemernej teplote $36,0$ a $37,3^{\circ}\text{C}$ bola zaznamenaná nižšia celková priemerná teplota v zóne zvierat i obsluhy v ľavej a pravej sekcií ($0,1,5\text{--}1,8^{\circ}\text{C}$ a $1,1\text{--}1,7^{\circ}\text{C}$), hoci vnútorná teplota môže byť vyššia až o 3°C ako vonkajšia. Hodnoty priemernej vnútornej relatívnej vlhkosti vzduchu v ľavej a pravej sekcií ($37,6\text{--}42,2\%$ a $29,3\text{--}33,1\%$) boli nižšie ako odporúčané dolné optimum (50 %), avšak vonkajšia vlhkosť bola oproti vnútornej nižšia o 3,3 až 8,9 %. Priemerná rýchlosť prúdenia vzduchu v zóne zvierat v ľavej a pravej sekcií ($0,69$ a $1,1$ m/s) nepriaznivo neovplyvnila pohodu ošípaných, čo bolo zrejmé z ich celkového správania. Zvýšené prúdenie vzduchu zabezpečovalo evaporačné ochladzovanie ustajnených zvierat, v dôsledku ktorého nastalo pocitové zníženie teploty prostredia a v súčinnosti s nízkou relatívou vlhkostou vzduchu výkrmové ošípané lepšie znášali vyššie teploty v objekte.

Pre zvýšenie účinku ochladzovania, najmä pri teplotách vonkajšieho vzduchu nad 30°C , by bolo vhodné využiť v objekte aj doplnkové ochladzovanie ovzdušia alebo kropenie zvierat.

Súhrn

Hodnotil sa vplyv tunelového vetrania na redukciu tepelnej záťaže vo výkrmni ošípaných s kombinovaným prívodom vzduchu v horúcom letnom období v klimatických podmienkach Slovenska na základe merania parametrov mikroklimy. Objekt s celkovou kapacitou 500 ustajňovacích miest je pozdĺžne rozdelený na dve sekcie po 6 kotercoch. Základné mikroklimatické parametre sa zaznamenávali prístrojom ALMEMO 2290-4 v 1. až 6. koterici každej sekcie v zóne zvierat a v dýchacej zóne ošetro-

vateľa. Vonkajšia priemerná teplota sa pohybovala od $36,0$ do $37,3^{\circ}\text{C}$. V objekte bola zaznamenaná nižšia celková priemerná teplota vzduchu v zóne zvierat i obsluhy v ľavej sekcií o $1,5\text{--}1,8^{\circ}\text{C}$ a pravej o $1,1\text{--}1,7^{\circ}\text{C}$. Priemerná vnútorná relatívna vlhkosť vzduchu v ľavej sekcií bola od $37,6$ do $42,2\%$ a v pravej to bolo $29,3\text{--}33,1\%$, čo bolo o 3,3 až 8,9 % viac ako vlhkosť vzduchu nameraná vonku. Nepoužívalo sa zvlhčovanie vzduchu a ani iný systém ochladzovania prostredia v objekte. Priemerná rýchlosť prúdenia vzduchu v zóne zvierat bola v ľavej sekcií $0,69$ a v pravej $1,10$ m/s. Zvýšeným prúdením vzduchu v systéme tunelového vetrania sa pri uvedených teplotách dosiahlo ochladzovací účinok ošípaných, a tým pocitové zníženie teploty. Pri teplotách vonkajšieho vzduchu nad 30°C pre zvýšenie účinku ochladzovania sa však odporúča použiť aj doplnkové ochladzovanie ovzdušia alebo kropenie zvierat.

Kľúčové slová: tunelové vetranie, tepelná záťaž, mikroklimatické parametre, výkrmne ošípaných

Táto práca vychádza z poznatkov výskumného projektu RÚVV č.13 – 2005 UO 27 050 02 01 050 02 01 a VEGA 1/0044/09.

Literatúra

- AARNINK, A. J. A. a i. 2001. Pen fouling in pig houses affected by temperature. In: Livestock Environment VI, Galt House Hotel Louisville, Kentucky, 2001, p. 180–186.
- BOTTO, L. A. i. 2000. Hodnotenie mikroklimy vo výkrmniach ošípaných s rôzny stavebno-technologickým riešením. In Bioklimatológia a životné prostredie – XIII. bioklimatologická konferencia SBkS a ČBkS : zborník prednášok z medzinárodnej vedeckej konferencie, Košice, Slovenská republika, 12.–14. 9. 2000, SBkS SAV, 8 strán, CD, ISBN 80-88985-22-6.
- ČEŘOVSKÝ, J. 1998. Předpoklady úspěšné reprodukce prasat. Brno : Plemo, 1998, 44.
- HÁJEK, J. a i. 1996. Stavby a zařízení pro prasata. In Požadavky na stavby a zařízení pro hospodářská zvířata. Praktická příručka č. 11, MZ ČR, 11996, 67 s.
- HUYNH, T. a i. 2005. Reactions of pigs to a hot environment. In Proceedings of the Seventh International Livestock Symposium, Beijing, China, 18–20 May. ASAE, St Joseph, MI., 2005, p. 544–550.
- LÍKAŘ, K. 2002. Tvorba optimálnich podmínek pro zvířata, In: Aktuální otázky bioklimatologie zvířat 2002, Brno, 12. 12. 2002, Brno : VFU, s. 62–68. ISBN 80-7305-451-5.
- LÍKAŘ, K. 2005. Zásadní vliv prostredí a technologických prvků ventilace na zdravotní stav selat a běhouňů. In Aktuální problémy chovu prasat – Sele a běhouň, klíčový faktor ekonomiky chovu prasat – sborník referátů z celostátní konference. Praha : ČZU, http://kchpd.af.czu.cz/akce/p05/09_ljkar.pdf (2005-09-08), 2005, s. 81–94.
- LOPEZ, J. a i. 1991. Effects of temperature on the performance of finishing swine, In Effects of hot diurnal temperature on average daily gain, feed intake and feed efficiency, In Journal of Animal Science, 1991, p. 69.
- MOUNT, L. E. 1979. Adaptation to thermal environment: Man and his productive animals. Edward Arnold Limited, Thomson Litho Ltd, East Kilbride, Scotland, 1979.
- MYER, R. – BUCKLIN, R. 2001. Influence of Hot-Humid Environment on Growth Performance and Reproduction of Swine. Document AN107, Extension, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, <http://edis.ifas.ufl.edu/AN107>, 2001, 7 p.
- NICHOLS, D. A. a i. 1982. Effect of temperature on performance and efficiency of finishing swine. In: Proceedings of the Second International Livestock Symposium, Ames, IA, 20–23 April. ASAE, St Joseph, MI, 1982, p. 376–379.
- NOVÁK, P. a i. 2003. Welfare prasat a stájové prostredí. In Výstava a provozování stájí pro prasata s cílem zabezpečení welfare pri plném využití produkční schopnosti prasat, Kostelec nad Orlicí, ČR, 27. 11. 2003, Praha-Uhříněves : VÚŽV, s. 10–14. ISBN 80-86454-37-1.

- PEDERSON, B. 2008. Controlling the environment of the pig. In What the expert say [online]. 2008, [cit. 2008-05-04]. Dostupné na internete: <http://www.pig.333.com>
- TOBIŠKOVÁ, J. 1992. Větrání a vytápění stájí pro prasata, mikroklima. In: Prasata v drobném chovu a na farmách, Praha : APROS, 1992.
- Vyhľáška MP SR č. 230/1998 Z. z. o chove hospodárskych zvierat a o usmrcovaní jatočných zvierat.

Kontaktná adresa:

Ing. Ľubomír Botto, CSc., Centrum poľnohospodárskeho výskumu Nitra, Ústav systémov chovu a pohody zvierat, Hlubočeká 2, 951 41 Lužianky, Slovensko, botto@cvzv.sk
 Ing. Jana Lendelová, PhD., prof. Ing. Štefan Mihina, PhD., Slovenská poľnohospodárska univerzita, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovensko

Acta technologica agriculturae 1
 Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae, 2010, s. 22–27

VPLYV STAVU PODSTIELKY A INTENZITY VETRANIA NA EMISIE AMONIAKU A OXIDU UHLÍČITÉHO PRI VÝKRME KURČIAT

EFFECT OF LITTER STATE AND VENTILATION INTENSITY ON AMMONIA AND CARBON DIOXIDE EMISSION IN CHICKEN FATTENING

Monika KNÍŽATOVÁ,¹ Štefan MIHINA,^{1,2} Ján ORSÁG,¹ Ingrid KARANDUŠOVSKÁ²

Centrum výskumu živočisnej výroby Nitra¹
 Slovenská poľnohospodárska univerzita Nitra²

Concentration and emission of ammonia (NH_3) and carbon dioxide (CO_2) in relation to litter parameters and ventilation intensity were observed in production hall for 25 000 broiler chickens. Ammonia production increased as temperature, humidity and time of litter using rised. Ammonia concentration was increasing during particular fattening periods in spite of increasing the ventilation intensity. Towards to the end of fattening periods CO_2 concentration decreased. Permissible value of CO_2 concentration (3 000 ppm) was exceeded at all periods. Concentration of CO_2 increased in winter when housing hall was heated by a natural gas. However, emissions were higher during warmer months when ventilation was more intensive. There were emitted in average 5.7 g. ks^{-1} of NH_3 and 10.2 kg. ks^{-1} of CO_2 per fattening period. The lowest intensity of ventilation was recorded during fattening periods B – autumn (24 %) and C – autumn / winter (16 %). This was obvious from average concentration of CO_2 (4 282 a 5 592 ppm) a NH_3 (4.6 a 7.2 ppm) in particular periods. Optimal temperature was sustained by ventilation in combination with heating. However, from the point of view of air quality (i.e. harmful gases content), an intensity of ventilation was not sufficient either in summer or winter period.

Key words: ammonia, carbon dioxide, concentration, emission, broiler chicken, housing

Chov hydiny je podobne ako ostatné oblasti poľnohospodárskej produkcie sprevádzaný tvorbou emisií amoniaku (NH_3) a skleníkových plynov (CO_2 , CH_4 , N_2O). Európska únia v súčasnosti nepovoluje iný spôsob chovu brojlerových kurčiat ako podlahový na podstielke. Práve podstielka sa však pri jej znečistení trusom, zvýšenej vlhkosti a teplote, stáva hlavným zdrojom amoniakálnych emisií. Čerstvá nastlaná podstielka sa postupne obohacuje trusom, zvyškami krmiva, vody a peria a vzniká hnoj. Prevažná časť amoniaku pochádza z rozkladných procesov prebiehajúcich v znečistenej podstielke.

Primárnymi faktormi určujúcimi intenzitu tvorby amoniaku sú teplota, vlhkosť a pH znečistenej podstielky (Redwine et al., 2002).

Nedávne štúdie v USA potvrdili, že emisie amoniaku sú v pozitívnej korelácií s vekom kurčiat, resp. stavom podstielky (Wheeler et al., 2003, 2006). Emisné množstvo NH_3 sa zvyšuje lineárne s vekom kŕdla z takmer nulovej hodnoty na začiatku turnusu, k maximálnym hodnotám na jeho konci (Gates et al., 2008).

Podľa Smernice Rady 2007/43/ES (2007), ktorá má vstúpiť do platnosti v roku 2010, by malí mať všetky kurčatá stály prístup k podstielke so suchým a sypkým povrchom. Udržať pod-

stielkový materiál v takomto stave je však problematické. Príčinou je nielen vysoké zafáženie chovnej plochy zvieratami ($33\text{--}42 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$), ale aj vplyv iných faktorov, ktoré sa v chove vyskytujú (intenzita vetrania, rozlievanie napájacej vody, kondenzácia vodných párov, pristielanie slamy, ochorenia zvierat a pod.)

Stav podstielky a kvalitu ovzdušia možno udržiať v znesiteľných medziach správnym regulovaním vetrania. Intenzita vetrania je úzko spojená s vonkajšími klimatickými podmienkami a hmotnosťou ustajnených zvierat. Vysoká teplotno-vlhkosťná záfaž na mikroklimu v chovnom priestore vyžaduje intenzívne vetranie najmä v letnom období. Pri zvýšenom prúdení vzduchu nad povrchom podstielky sa dosiahne jej rýchlejšie vyšušenie, dostatočným vetráním sa odvádzajú prebytočné teplo, vlhkosť a škodlivé plyny a fyzikálno-chemické vlastnosti chovného prostredia sa stávajú pre welfare zvierat priateľné. Problémy vznikajú v zimných mesiacoch, kedy sa kvôli stratám tepla z nedostatočne izolovaných stavieb obmedzuje vetranie, a ak sa k tomu pridá neskoršia fáza výkrmu a vykurovanie spaľovaním zemného plynu priamo v chovnom priestore, koncentrácie NH_3 a CO_2 ľahko prekročia maximálne prípustné hodnoty.

Stav podstielky a intenzita vetrania budú pravdepodobne význe ovplyvňovať množstvo vyprodukovaných emisií. V nasledujúcej časti uvádzame metódu kvantifikácie emisií v chove brojlerových kurčiat so zameraním sa na obidva spomínané faktory.

Materiál a metódy

Objekt (chovná hala) sa monitoroval počas šiestich turnusov. Naskladňovali sa jednodňové kurence. Doba výkrmu bola 40 dní a technologická prestávka medzi turnusmi trvala desať dní. Turnusy boli v rôznych ročných obdobiach (A – leto/jeseň, B – jeseň, C – jeseň/zima, D – jar/leto, E – leto, F – leto/jeseň).

Kurčatá boli ustajnené na hľbokej podstielke (rezaná pšeničná slama, 20–30 cm), ktorá sa po každom turnuse odstraňovala. Hala sa umývala, dezinfikovala a nastielala sa čerstvá slama v množstve v priemere $1,6 \text{ kg.m}^{-2}$ bez dodatočného pristielania. Kapacita haly s chovnou plochou $1\,128 \text{ m}^2$ (94 x 12 m) bola dimenzovaná na 25 000 ks kurčiat a hustotu obsadenia 18–22 ks. m^{-2} . Kurčatá (Ross 308) sa vykrmovali 40–42 dní do cielovej hmotnosti približne 2 kg, čo zodpovedá zaťaženiu chovnej plochy $36\text{--}42 \text{ kg.m}^{-2}$ na konci výkrmového cyklu a pri konečnom stave zvierat. V jednotlivých turnusoch boli nasledovné konečné stavy kurčiat: A – 23 929 ks, B – 24 310, C – 24 502, D – 24 287, E – 23 908, F – 24 016.

Chovný priestor bol v prípade potreby vykurovaný dvoma závesnými priamovykurovacími plynovými agregátmi so spaľovaním zemného plynu v chovnom priestore.

Používala sa kombinácia tunelového a priečneho obojsstranneho vetrania. V hrebeni strechy bolo nainštalovaných 6 stropných axiálnych ventilátorov s maximálnym výkonom každej ventilačnej jednotky $12\,000 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$. Na jednej z čelných stien objektu boli 4 čelné ventilátory každý s maximálnym výkonom $35\,000 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$. Ventilátory sa spúšťali automaticky podľa nastaveného režimu. Pri maximálnej intenzite vetrania systém odvádzal $212\,000 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$.

Na pozdĺžnych stenách haly sa nachádzali vetracie panely pre prívod čerstvého vzduchu do chovného priestoru (28 ks na jednej strane a 27 ks na druhej strane objektu). Boli vybavené systémom evaporačného ochladzovania privádzaného vzduchu (gravitačne vlhčené celulózové panely).

Na kvantitatívnu analýzu NH_3 a CO_2 bol použitý merací prístroj 1312 Photoacoustic Multi-gas Monitor. Vzorky vzduchu sa odoberali v prúde vzduchu pri dvoch stropných a dvoch čelných ventilátoroch a vo vonkajšom prostredí.

Teplota vzduchu bola sledovaná na štyroch miestach. Pri dvoch stropných a dvoch čelných ventilátoroch.

Termočlánkové teplomery boli umiestnené aj v podstielke (približne 30 mm pod povrhom), v prednej a zadnej časti chovného priestoru.

Merala sa kontinuálne s hodinovým intervalom zapisovanie teplôt a koncentrácií.

Vzorky znečistenej podstielky sa odoberali v 10-dňových intervaloch, zo šiestich miest v oblasti medzi napájačkami a kŕmidlami pod jednotlivými stropnými ventilátormi, v množstve asi 300 g z celého prierezu vrstvy podstielky z plochy asi 1 m^2 .

Pri laboratórnom rozboore sa zisťoval obsah sušiny podstielky, hodnota pH, obsah dusíkatých látok a obsah amoniakálneho dusíka (stupeň proteolýzy). Vek podstielky zodpovedal veku kurčiat.

Výsledky a diskusia

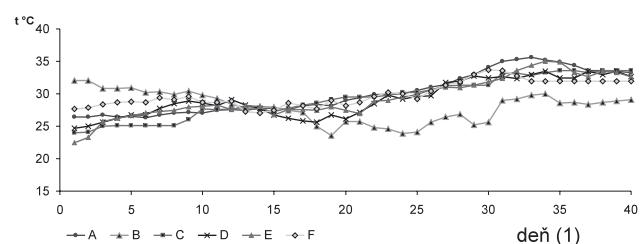
Richard et al. (2005) zistili, že s narastajúcou povrchovou a vnútornou teplotou znečistenej podstielky sa uvoľňovanie amoniaku zintenzívnuje. Teplo sa v podstielke znečistenej trusom tvorí bakteriálou fermentáciou a prenáša sa vedením (konvekciou) pri kontakte s kurčatami. Pri našich meraniach vo všetkých turnusoch sa teplota podstielky zvýšila ($P < 0,0001$) od prvej po štvrtú dekádu v priemere o $6,5^\circ\text{C}$ (aj napriek znižujúcej sa teplote vzduchu). Len v turnuse B (jeseň) mala klesajúcu tendenciu (obrázok 1). Zistili sme kladné korelácie ($P < 0,0001$) medzi teplotou podstielky a koncentráciami amoniaku a tiež medzi teplotou podstielky a emisiami amoniaku. Najnižší priemernú teplotu (tabuľka 1) sme zaznamenali v turnusoch B – jeseň (28°C) a C – jeseň / zima ($29,3^\circ\text{C}$). V oboch prípadoch bola zároveň zistená vyššia vlhkosť podstielky (49 a 46 %) a vyššie koncentrácie amoniaku (4,6 a 7,2 ppm).

Vlhkosť podstielky ovplyvňuje premenu kyseliny močovej na amoniakálny dusík (Liu et al., 2006a). Najsúchšia podstielka (38 %) a najnižšia priemerná koncentrácia amoniaku (2,6 ppm) boli v turnuse E (leto). Obsah vody v podstielke závisí aj od intenzity vetrania a technológií napájania (Liu et al., 2006; Liu et al., 2006b; Ernst et al., 1998). Intenzita vetrania dosiahla v turnuse E (leto) priemernú úroveň 38 % a v turnusoch B (jeseň) a C (jeseň/zima) len 24 a 16 % (tabuľka 4).

Vek podstielky, resp. vek kurčiat bol v pozitívnej korelácii ($P < 0,0001$) s koncentráciou amoniaku v ovzduší chovného priestoru. Veľmi vysoko preukazná závislosť bola aj medzi vekom podstielky a emisiami amoniaku a emisiami oxidu uhličitého ($P < 0,0001$).

Obsah dusíkatých látok kulminoval v podstielke v strednej fáze výkrmového obdobia a najvyšší stupeň proteolýzy bol zistený v druhej polovici výkrmu (tabuľka 1). Hodnota pH vzoriek znečistenej podstielky sa pohybovala v rozmedzí 5,2–8,2, stúpaťa do 2. až 3. dekády, a potom mierne klesla vo 4. dekáde. Pri najvyšších hodnotách pH bol v podstielke zároveň zistený najvyšší obsah dusíkatých látok (s výnimkou turnusu B – jeseň). Pri hydrolýze močoviny, resp. kyseliny močovej sa spotrebúvajú vodíkové ióny (H^+) a pH stúpa (Parker et al., 2005). Uvoľňovanie amoniaku z podstielky je ovplyvnené stupňom premeny amóniového iónu (NH_4^+) na plynný amoniak (NH_3). Podstielka mala prevažne mierne zásadité pH, ktoré podporuje premenu NH_4^+ na NH_3 .

Kvalitu ovzdušia, najmä koncentráciu amoniaku, podstatným spôsobom ovplyvňuje stav podstielky (Wheeler et al., 2003).



Obrázok 1 Priebeh zmien vnútornej teploty podstielky v jednotlivých turnusoch

Figure 1 Litter temperature during particular periods
(1) day

Tabuľka 1 Kvalitatívne vlastnosti podstielky

Turnus (1)	A – leto/jeseň I (2)				\bar{x}	B – jeseň (3)				\bar{x}	C – jeseň/zima (4)				\bar{x}
Deň (8)	10.	20.	30.	40.		10.	20.	30.	40.		10.	20.	30.	40.	
Teplota (9) v °C	26,7	27,9	31,1	34,4	30,0	30,7	27,1	25,3	29,0	28,0	25,2	28,1	30,5	33,3	29,3
Vlhkosť (10) v %	37	37	50	52	44	48	50	54	45	49	45	47	40	50	46
N-látky (11) v g.kg ⁻¹	161,6	198,3	166,5	154,1	170,1	137,7	137,0	165,0	184,1	156,0	143,9	157,6	173,3	155,5	158
NH ₃ (12) v %	5,7	6,1	18,6	28,1	14,6	3,4	6,6	11,3	10,7	8,0	4,8	9,8	8,8	13,5	9,2
pH	6,1	7,8	7,7	7,4	7,3	5,8	7,1	6,7	5,2	6,2	5,9	7,2	8,2	8,0	7,3
Turnus (1)	D – jar/leto (5)				\bar{x}	E – leto (6)				\bar{x}	F – leto/jeseň II. (7)				\bar{x}
Deň (8)	10.	20.	30.	40.		10.	20.	30.	40.		10.	20.	30.	40.	
Teplota (9) v °C	26,9	27,1	30,3	32,9	29,3	26,2	27,7	30,0	33,5	29,4	28,7	28,1	30,8	32,2	30,0
Vlhkosť (10) v %	31	34	45	48	40	33	39	38	43	38	–	36	43	43	41
N-látky (11) v g.kg ⁻¹	158,2	193,6	172,2	183,9	177,0	163,3	170,6	191,6	187,7	178,3	–	168,3	189,4	183,9	181
NH ₃ (12) v %	4,7	5,6	12,3	9,8	8,1	3,0	9,7	8,3	11,8	8,2	–	4,2	10,8	11,2	8,7
pH	6,2	7,3	7,1	7,0	6,9	5,5	6,5	8,2	7,6	7,0	–	6,2	8,0	6,0	6,7

Table 1 Qualitative parameters of litter

(1) period, (2) summer/autumn, (3) autumn, (4) autumn/winter, (5)spring/summer, (6) summer, (7) summer/autumn, (8) day, (9) temperature, (10) humidity, (11) content of crude protein, (12) share of ammonia N

Tabuľka 2 Koncentrácie amoniaku a oxidu uhličitého (ppm) v jednotlivých dekádach výkrmových turnusov A–F

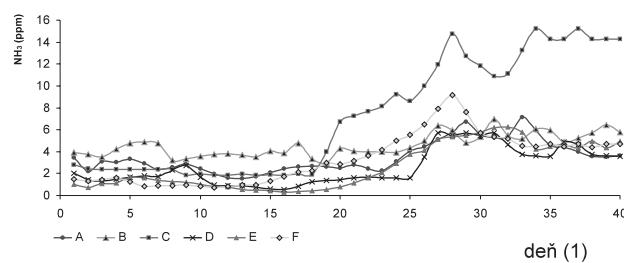
Deň (1)	1.–10.			11.–20.			21.–30.			31.–40.			\bar{x}	
Plyn (2)	Turnus (3)	\bar{x}	max	min	\bar{x}	max	min	\bar{x}	max	min	\bar{x}	max	min	
NH ₃	A	2,8	5,1	0,7	2,2	6,1	0,8	4,2	13,3	0,8	4,7	13,3	1,1	3,5
	B	4,0	6,6	1,6	3,8	7,6	1,2	4,8	12,3	1,4	5,8	11,6	2,0	4,6
	C	2,3	4,2	1,1	2,6	10,5	1,1	10,2	26,0	4,0	13,7	29,1	4,6	7,2
	D	1,8	4,1	0,4	1,0	2,6	0,1	3,4	14,0	0,6	4,2	14,0	1,4	2,6
	E	1,2	11,1	0,0	0,5	2,1	0,0	3,7	14,1	0,4	5,0	14,0	1,9	2,6
	F	1,2	3,4	0,1	1,7	6,2	0,2	5,8	19,6	1,6	4,7	11,1	2,2	3,3
CO ₂	A	4 123	9 427	939	2 323	5 272	993	2 459	5 050	986	2 651	5 161	1 092	2 889
	B	5 767	10 067	1 395	4 394	7 141	1 172	3 694	7 643	959	3 273	5 693	1 069	4 282
	C	6 242	8 889	1 129	4 940	7 419	2 261	5 759	9 157	2 686	5 425	8 471	1 698	5 592
	D	6 108	9 828	977	3 449	6 296	1 224	2 922	6 732	1 324	2 889	6 112	1 564	3 842
	E	4 035	10 489	887	2 209	4 363	994	2 783	5 418	1 283	2 856	5 554	1 461	2 971
	F	3 960	10 236	1 043	2 630	4 913	1 289	3 091	6 313	1 601	2 943	5 375	1 515	3 156

Table 2 Ammonia and carbon dioxide concentration (ppm) in particular decades of fattening periods A–F

(1) day, (2) gas, (3) period

Koncentrácia NH₃ dosahovala v 1. dekáde výkrmu priemernú hodnotu 2,2 ppm a v poslednej štvrtej dekáde 6,4 ppm (v prímere za všetky turnusy). Vučemilo et al. (2007) zaznamenali signifikantné zvýšenie koncentrácie NH₃ v piatom týždni (27,5 ppm) v porovnaní s prvým týždňom (4,0 ppm). Vysvetľuje to zvyšujúcim sa vekom kurčiat a vlhkosťou vzduchu. Maximálna povolená koncentrácia NH₃ 20 ppm podľa Smernice Rady ES (2007), bola krátkodobo prekročená v 3. dekáde (26,0 ppm) a 4. dekáde (29,1 ppm) v turnuse C (jeseň/zima). V ostatných sledovaných turnusoch amoniak nedosiahol kritickú hodnotu (tabuľka 2). Koncentrácia amoniaku mala vždy stúpajúcu tendenciu (obrázok 2). Príčinou tvorby amoniaku v podstielke a jeho uvoľňovania môže byť narastajúca teplota podstielky, vlhkosti a zvyšujúci sa stupeň proteolýzy (% NH₃).

Najvyššie koncentrácie amoniaku boli zaznamenané v turnusoch B (jeseň) a C (jeseň/zima), najnižšie v turnusoch D (jar/leto) a E (leto). Zvýšené koncentrácie plynov v chladných

**Obrázok 2** Priebeh zmien koncentrácií amoniaku**Figure 2** Ammonia concentration changes
(1) day

mesiacoch neznamenajú vždy aj ich zvýšené emisie. Napríklad v turnuse B (jeseň) sme zistili emisný faktor pre amoniak 5,17 g.ks⁻¹, teda nižší v porovnaní s turnusom E (leto), kde to bolo

Tabuľka 3 Emisné množstvo plynov v kg a priemerný emisný tok kg.h⁻¹ za jednotlivé dekády, emisné faktory za turnusy g.ks⁻¹ a celý produkčný rok v kg.ks⁻¹

Deň (1)		1.–10.		11.–20.		21.–30.		31.–40.		Spolu (2) v kg	EF _P (3) v g.ks ⁻¹	EF _Y (4) v kg.ks ⁻¹
Plyn (2)	Turnus (3)	kg	kg.h ⁻¹	kg	kg.h ⁻¹	kg	kg.h ⁻¹	kg	kg.h ⁻¹			
NH ₃	A	9,46	39,4.10 ⁻³	14,02	58,4.10 ⁻³	58,81	245,0.10 ⁻³	72,51	302,1.10 ⁻³	154,80	6,47	0,043
	B	14,35	59,8.10 ⁻³	16,64	69,3.10 ⁻³	29,56	123,3.10 ⁻³	65,03	271,0.10 ⁻³	125,58	5,17	
	C	7,72	32,2.10 ⁻³	12,14	50,6.10 ⁻³	54,31	226,3.10 ⁻³	82,33	343,1.10 ⁻³	156,50	6,39	
	D	5,89	24,5.10 ⁻³	5,04	21,0.10 ⁻³	62,64	261,0.10 ⁻³	53,58	223,3.10 ⁻³	127,15	5,24	
	E	4,38	18,3.10 ⁻³	4,91	20,5.10 ⁻³	51,18	213,3.10 ⁻³	82,94	345,6.10 ⁻³	143,41	6,00	
	F	4,12	17,2.10 ⁻³	15,15	63,1.10 ⁻³	82,49	343,7.10 ⁻³	85,78	357,4.10 ⁻³	187,54	7,81	
CO ₂	A	37 380	155,75	33 098	137,91	64 821	270,09	81 264	338,60	216 563	9 050	73,11
	B	57 650	240,21	51 017	212,57	55 755	232,31	83 653	348,55	248 075	10 205	
	C	59 284	247,02	57 289	238,70	74 691	311,21	78 016	325,07	269 280	10 990	
	D	47 547	198,11	40 603	169,18	106 997	445,82	81 350	338,93	276 497	11 385	
	E	28 870	120,29	31 372	130,72	68 213	284,22	95 595	398,31	224 050	9 371	
	F	31 670	131,96	42 651	177,71	95 611	398,38	110 224	459,27	280 156	11 665	

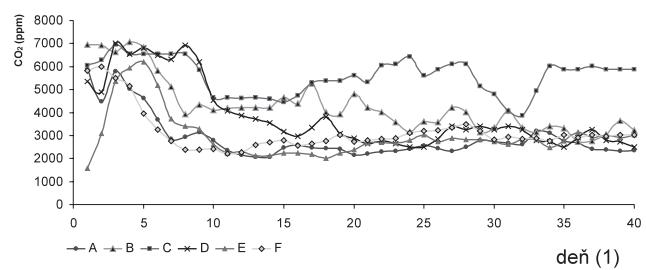
Table 3 Gases emission in kg, average of emission flow in kg.h⁻¹ at particular decades, emission factors per period in g.head⁻¹, total per production year in kg. head⁻¹

(1) day, (2) total, (3) emission factors per period (4) emission factor per production year

6,00 g.ks⁻¹ (tabuľka 3). Hoci v turnuse B (jeseň) boli koncentrácie vyššie. Liang et al. (2003) uvádzajú, že emisie amoniaku majú tendenciu byť vyššie v teplom počasí, čoho príčinou je práve výkonnejšie vetranie a nie vyššie koncentrácie. Podobné sezónne zmeny v emisiách zaznamenali viacerí autori (Coufal et al., 2006; Redwine et al., 2002). Koncentrácia amoniaku a prietok vzduchu (Q) cez vetrací systém boli v pozitívnej korelácií ($P < 0,0001$). Najviac emisii amoniaku sa vyprodukovalo v turnuse F – leto/jeseň (187,5 kg) a najmenej v turnuse B – jeseň a v turnuse D – jar/leto (125,6 a 127,2 kg). Medzi zimným turnusom C (156,5 kg a 6,39 g.ks⁻¹) a letným turnusom A (154,8 kg a 6,47 g.ks⁻¹) sme však nezistili výrazné rozdiely v emisii amoniaku ani v emisnom faktore (tabuľka 3).

V priemere sa za jeden turnus emitovalo 6,18 g NH₃ na jeden ustajnený kurča. Gates et al. (2008) uvádzajú emisiu 17,4 g.ks⁻¹ vo výkrmovom turnuse kurčiat do živej hmotnosti 2,1 kg na pilinovej podstielke. Lacey et al. (2002) zdôrazňuje, že rozdielne hodnoty emisných faktorov publikované americkými a európskymi autormi sú spôsobené odlišným klimatickým podnebím a rozdielmi v priemernej živej hmotnosti zvierat. Uvádzajú emisný faktor 19,8 g NH₃.ks⁻¹ za 49-dňový výkrmový cyklus pri priemernej živej hmotnosti kurčiat 1,03 kg.

Maximálna prípustná koncentrácia CO₂ 3 000 ppm (Smerica Rady ES, 2007) bola prekročená v každom turnuse a tiež v každej dekáde (tabuľka 2). Obzvlášť vysoké hodnoty mala v turnuse C (jeseň/zima). Olanrewaju et al. (2008) uvádzajú, že hlavnou príčinou zvýšených koncentrácií CO₂ sú vykurovanie



Obrázok 3 Priebeh zmien koncentrácií oxidu uhličitého
Figure 3 Carbon dioxide concentration changes
(1) day

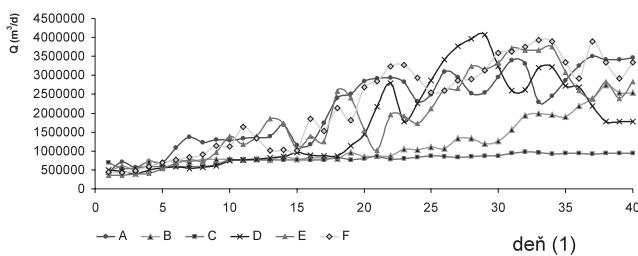
plynovými žiaricmi a nedostatočné vetranie. Pri našich meraniach sme zistili negatívnu koreláciu ($P < 0,005$) medzi koncentráciou CO₂ a prietokom vzduchu (Q) cez vetrací systém. V turnusoch E (leto) a F (leto/jeseň) bola táto korelácia nepreukazná. Najvyššie koncentrácie CO₂ boli v turnusoch C – jeseň/zima (5 592 ppm) a B – jeseň (4 282 ppm). Emisie však dosiahli najvyššiu hodnotu v turnuse F – leto/jeseň (11,7 kg.ks⁻¹) a D – jar/leto (11,4 kg.ks⁻¹) (tabuľka 3). Pomerne nízke koncentrácie (2889 a 2971 ppm) a emisie (9,1 a 9,4 kg.ks⁻¹) boli v turnusoch A – leto/jeseň a E – leto. Vykurovacie zariadenie je jednoznačne dominantným zdrojom CO₂. Koncentrácia CO₂ sa znížila od prvej po štvrtú dekádu v rozsahu od 13 (C – jeseň/zima) do 53 % (E – leto). Aj napriek zvyšujúcej sa produkcií

Tabuľka 4 Intenzita vetrania a množstvo odvádzaného vzduchu v jednotlivých turnusoch

Vetranie (1)	A – leto/jeseň I (2)	B – jeseň (3)	C – jeseň/zima (4)	D – jar/leto (5)	E – leto (6)	F – leto/jeseň II (7)
I v %	42	24	16	34	38	43
Q v m ³ .h ⁻¹	89 484	49 829	33 094	72 654	80 752	92 032
V v m ³ .10 ⁶	85,9	47,8	31,8	69,7	77,5	88,4

I – intenzita vetrania (8), Q – hodinový prietok vzduchu (9), V – celkový objem odvedeného vzduchu (10)

Table 4 Ventilation intensity and air outlet volume in particular periods
(1) ventilation, (2) summer/autumn, (3) autumn, (4) autumn/winter, (5)spring/summer, (6) summer, (7) summer/autumn, (8) ventilation intensity, (9) air flow per hour, (10) total volume of air outlet



Obrázok 4 Priemerný denný prietok vzduchu cez vetrací systém
Figure 4 Average daily air flow through ventilating system
(1) day

CO_2 pribúdajúcim vekom kurčiat, mala koncentrácia CO_2 klesajúcu tendenciu ku koncu výkrmu v dôsledku obmedzovania vykurovania (obrázok 3).

Intenzita vetrania (tabuľka 4) dosahovala najvyššiu úroveň (42 a 43 %) v turnusoch A a F (lete/jeseň). V období jeseň/zima klesla v priemere na 24 a 16 % (turnusy B a C). Zniženie intenzity vetrania sa v týchto turnusoch prejavilo na zvýšených koncentráciách CO_2 . Spúšťiacim mechanizmom vetrania bola teplota prostredia a nie obsah škodlivých plynov. Preto nastala situácia, že maximálna povolená koncentrácia CO_2 3 000 ppm bola v niektorých momentoch krátkodobo prekročená viac ako trojnásobne (C, 3. dekáda, 9157 ppm, E, 1. dekáda 10 489 ppm, F, 1. dekáda, 10236 ppm) (tabuľka 3).

Priek vzdachu cez ventilátory bol minimálny v turnuse C (jeseň/zima) z dôvodu obmedzenia tepelných strát v chladnom období (obrázok 4). Intenzita vetrania sa udržiava na veľmi nízkej úrovni (v priemere na 16 %). Bolo to najmenej spomedzi všetkých sledovaných turnusov. Priemerný hodinový prietok vzdachu v turnuse C (jeseň/zima) bol $33\ 094 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ (tabuľka 4). Chmelničná et al. (2008) odporučila, aby výmena vzdachu v zimnom období bola $2 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ na kilogram živej hmotnosti. V hodnotenej hale na konci turnusu C, keď kurčatá dosahujú živú hmotnosť cca 2 kg, by to podľa jej odporúčania malo byť $98\ 000 \text{ m}^3$ vymeneného za hodinu. V letnom období je odporúčaná výmena vzdachu $7 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$, čiže v turnuse F (lete/jeseň) by bolo ideálne vymeniť $350\ 000 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Pri našom meraní však to bolo iba $92\ 032 \text{ m}^3$. Z výpočtu vyplýva, že intenzita vetrania nemohla byť dostatočná v letnom ani v zimnom období najmä z hľadiska kvality ovzdušia, i keď teplotu vzdachu bolo možné vďaka evaporačnému systému ochladzovania v teplom počasí a vykurovaniu v chladných obdobiach udržiavať v požadovaných hraniciach.

Chovný priestor vykurovali dva plynové agregáty so spotrebou zemného plynu $20 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Uvádzali sa do činnosti automaticky pri poklese teploty pod nastavenú hodnotu. Požiadavky kurčiat na teplotu prostredia sa vekom znižovali a vykurovanie sa obmedzovalo. Vznikal opačný efekt, bolo potrebné odvádzť prebytočné teplo. Intenzívne vykurovanie a obmedzené vetranie boli pravdepodobne príčinou zvýšených koncentrácií CO_2 na začiatku výkrmových cyklov (obrázok 3).

Záver

Množstvo vyprodukovaných emisií v jednotlivých ročných obdobiach závisí od výkonnosti vetrania, ktorá je regulovaná potrebou ochladzovať teplotu vnútorného prostredia. Účinnosť ochladzovania závisí od teploty vzdachu privádzaného z vonkajšieho prostredia do chovného priestoru. Regulácia vetrania s využitím tepelných snímačov nezohľadňuje potrebu

udržovať kvalitu (chemické zloženie) ovzdušia. Výsledky v práci ukázali, že systém vetrania založený na princípe rozptia optimálnych teplôt nedokáže zabezpečiť dostatočnú výmenu vzduchu.

Súhrn

V produkčnej hale s kapacitou 25 000 ks brojlerových kurčiat boli sledované koncentrácie a emisie amoniaku (NH_3) a oxidu uhličitého (CO_2) v závislosti od vybraných ukazovateľov podstielky a intenzity vetrania. Pri zvyšujúcej teplote, vlhkosti a času používania podstielky sa zvyšovala produkcia amoniaku. V priebehu jednotlivých výkrmových turnusov stúpala jeho koncentrácia aj napriek zvyšujúcej sa intenzite vetrania. Koncentrácia CO_2 sa ku koncu turnusov znížovala. Maximálna prípustná hodnota koncentrácie CO_2 3 000 ppm bola prekročená v každom turnuse. Pri vykurovaní objektu spaľovaním zemného plynu v zimnom i prechodnom období sa zvyšovala koncentrácia CO_2 , avšak emisie boli vplyvom zvýšenia intenzity vetrania vyššie v teplejších mesiacoch. V priemere sa v jednom turnuse emitovalo $5,7 \text{ g} \cdot \text{ks}^{-1} \text{ NH}_3$ a $10,2 \text{ kg} \cdot \text{ks}^{-1} \text{ CO}_2$. Intenzita vetrania dosahovala najnižšiu úroveň v turnusoch B – jeseň (24 %) a C – jeseň/zima (16 %). To sa prejavilo na zvýšených priemerných koncentráciách CO_2 (4 282 a 5 592 ppm) a NH_3 (4,6 a 7,2 ppm) v týchto turnusoch. Vetranie v kombinácii s vykurovacím zariadením a systémom ochladzovania vzdachu zabezpečovalo optimálnu teplotu chovného priestoru pre brojlerové kurčatá, avšak z hľadiska kvality ovzdušia, t.j. obsahu škodlivých plynov nebola intenzita vetrania dostatočná ani v letnom a ani v zimnom období.

Klúčové slová: amoniak, oxid uhličitý, koncentrácia, emisia, brojlerové kurčatá, ustajnenie

Literatúra

- COUFAL, C. D. a i. 2006. Nitrogen emissions from broiler measured by mass balance over eighteen consecutive flocks. In: Poultry Science, 85, 2006, p. 384–391.
- ERNST, R. a i. 1998. Animal Care Series: Broiler Care Practices. Published by the University of California, Davis; Second Edition, May 1998.
- GATES, R. S. a i. 2008. U.S. broiler housing ammonia emissions inventory. In: Atmospheric Environment, 42, 2008, 3342-3350, ISSN 1352-2310.
- CHMELNIČNÁ, L. a i. 2008. Technológia chovu malých hospodárskych zvierat, SPU : Nitra, 2008, 154 s. ISBN 978-80-552-0015-6.
- LACEY, R. E. a i. 2002. Emission factor for broiler production operations. ASAE Annual International Meeting, GIGR XVth World Congress, Chicago, Illinois, 28–31 July, 2002, Paper number 024212.
- LIANG, Y. a i. 2003. Ammonia emissions from U.S. poultry houses: part II – layer houses. In Proc. 3rd International Conference on Air Pollution from Agricultural Operations, Research Triangle Park, NC. October 2003, American Society of Agricultural Engineers, St Joseph, MI: ASAE, 2003, p. 147–158.
- LIU, Z. a i. 2006a. Effect of Litter Moisture Content on Ammonia Emissions from Broiler Operations. Workshop on Agricultural Air Quality, Washington, DC, USA, June 5–8, 2006, p. 859–860.
- LIU, Z. a i. 2006b. A Review of Emission Models of Ammonia Released from Broiler Houses An ASABE Meeting Presentation Paper Number: 064101, Portland, Oregon 9–12 July 2006, p. 1–17.
- PARKER, D. B. a i. 2005. Rate and frequency of urease inhibitor application for minimizing ammonia emissions From beef cattle fe-

- edyards. In: *Transactions of the ASAE*, vol. 48, 2005, no. 2, p. 787-793.
- REDWINE, J. S. a i. 2002. Concentration and Emissions of Ammonia and Particulate Matter in Tunnel Ventilated Broiler Houses Under Summer Conditions in Texas. In: *Transactions of the ASAE*, vol. 45, 2002, no. 4, p. 1101-1109.
- Smernica Rady 2007/43/ES z 28. júna 2007, ktorou sa stanovujú minimálne pravidlá ochrany kurčiat chovaných na produkciu mäsa. Úradný vestník Európskej únie, Luxemburg, 28. júna 2007.
- VUČEMILO, M. a i. 2007. The effect of animal age on air pollutant concentration in a broiler house. In: *Czech J. Anim. Sci.*, vol. 52, 2007, no. 6, p. 170-174.
- WHEELER, E. F. a i. 2003. Ammonia emissions from U.S. poultry houses: part III – broiler houses. In *Proc. 3rd International Conference on Air Pollution from Agricultural Operations*, Research Triangle Park, NC, October 2003, American Society of Agricultural Engineers, St Joseph, MI: ASAE, 2003, p. 159-166.
- WHEELER, E. F. a i. 2006. Ammonia emissions from twelve U.S. broiler chicken houses. In: *Transactions of the ASABE*, vol. 49, 2006, no. 5, p. 1495-1512.

Kontaktná adresa:

prof. Ing. Štefan Mišina, PhD., Slovak University of Agriculture, Tr. A Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovakia, tel.: 00 421 37 641 56 78, fax 00 421 741 70 03, e-mail: stefan.mihina@uniag.sk
Ing. Monika Knížatová, Animal Production Research Centre Nitra, Hlubočeká 2, 951 41 Nitra, Slovakia, tel.: 00 421 37 654 62 50, fax 00 421 37 654 64 83, e-mail: knizatova@cvzv.sk

Obsah

- Roman GÁLIK, Jana ŠVENKOVÁ,
Zuzana POLÁKOVÁ, Štefan BOĎO**
Vplyv niektorých technologických systémov ustajnenia nosníc na vybrané ukazovatele kvality škrupiny vajec 1
- Jakub KLOUDA, Jiří FRYČ, Kristína SOMERLÍKOVÁ**
Dezinfekční účinnost jódových přípravků pro ošetření struků dojnic. 6
- Marek ANGELOVIČ, Ján JECH,
Miroslav ŽITNÁK, Pavol FINDURA**
Vplyv manipulačnej techniky na kvalitu zrnín v pozberových linkách 9
- Zuzana PALKOVÁ, Tomáš RODNÝ**
Optimalizácia riadenia procesov umelého zavlažovania metódou efektívneho heuristikého spracovania informácií . . 14
- Ľubomír BOTTO, Jana LENDELOVÁ, Štefan MIHINA**
Vplyv tunelového vetrania na redukciu tepelnej záťaže v objekte pre výkrm ošípaných 18
- Monika KNÍŽATOVÁ, Štefan MIHINA,
Ján ORSÁG, Ingrid KARANDUŠOVSKÁ**
Vplyv stavu podstielky a intenzity vetrania na emisie amoniaku a oxidu uhličitého pri výkrme kurčiat 22

Content

- Roman GÁLIK, Jana ŠVENKOVÁ,
Zuzana POLÁKOVÁ, Štefan BOĎO**
Effect of Technological Systems for Laying Hens Housing on Selected Indicators of Eggshell Quality 1
- Jakub KLOUDA, Jiří FRYČ, Kristína SOMERLÍKOVÁ**
The Disinfection Efficiency of Iodine Teat Dips for Dairy Cattle. 6
- Marek ANGELOVIČ, Ján JECH,
Miroslav ŽITNÁK, Pavol FINDURA**
Effect of Manipulation Machinery on Grain Quality Lines . . 9
- Zuzana PALKOVÁ, Tomáš RODNÝ**
Optimization of Irrigation Process Management Using the Method of Efficient Heuristics Information Processing . . 14
- Ľubomír BOTTO, Jana LENDELOVÁ, Štefan MIHINA**
Effect of Tunnel Ventilation on Reduction of Thermal Load in Pig Fattening House 18
- Monika KNÍŽATOVÁ, Štefan MIHINA,
Ján ORSÁG, Ingrid KARANDUŠOVSKÁ**
Effect of Litter State and Ventilation Intensity on Ammonia and Carbon Dioxide Emission in Chicken Fattening 22

Instructions for Contributors

General Information

Acta technologica agriculturae is a scientific journal of the Slovak University of Agriculture in Nitra, in which original scientific papers are published. Only papers which have not been published or simultaneously submitted to other journals will be accepted, regardless the author's appurtenance to the University. Author is responsible for the scientific quality and formal correctness of the paper.

Paper Structure

Title — short, brief, and concise information on the paper content.
Authors — the surnames and first names of all authors, who contributed to the paper origination, followed by the workplace address at the next line.
Academic degrees should not be forwarded.

Abstract in English — it should clearly estimate goals of research and bring a brief description of experiment(s), the main observations, results and conclusions. Provide an abstract of not more than 200 and not less than 100 words. It should be clear, without referring to the paper. Use complete sentences and limit the use of abbreviations. Each reference to the author should be written in capitals. Repeating the paper title at the beginning of the abstract is not recommended. The subject of the paper should be given at the beginning, new facts, data, and methods should be presented herein.

Key words in English — up to a maximum of five key words starting with small letters should be listed at the end of the Abstract.

Introduction — should afford a review of the related works and the information concerning the state of the research of the relevant questions. Related references are recommended. The introduction should not be divided into subunits.

Material and Methods — this section should consist of subunits describing equipment, methods, and procedures. It's necessary to provide readers with enough details of methods and equipment to enable the described procedure to be repeated. When the methods are not original, the adequate references are recommended.

Results and Discussion — the results should be presented briefly in tables or figures. Provide enough data to give reason for the conclusions. The same information should not be given in different forms (tables, graphs, text). In the discussion, there is necessary to emphasize the importance of the findings and to compare the information obtained with existing knowledge, if possible. Tables and figures should be marked in understandable way; photos, graphs, diagrams, maps, etc. should have a legend. English translation of the titles of tables and figures should be put right below the table or figure too. Only drawings drafted on glossy paper or printed by a laser printer will be accepted. Using abbreviations which are not official is not allowed without explanation. Using ™ and ® with products is necessary. Use SI units and the derived ones.

References — references should be listed in alphabetical order. The references to information obtained through Internet should be provided with the URL address together with the date of the information acquiring. Interlinear references should be introduced as a reference to the list of references as follows: Put author's surname and the year of edition into brackets. Differentiate two or more references of the same author using "a", "b", etc.

Author's address — the full name (including scientific degrees) of the first author and complete address of his working place, including telephone and fax number and e-mail.

Manuscripts for Publication

Send to the Department for Science and Research, Faculty of Engineering, Slovak University of Agriculture, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovak Republic, at the diskette, written in Word 6.0. British English is recommended.

Pokyny pre prispievateľov

Časopis Acta technologica agriculturae je vedecké periodikum TF SPU v Nitre, v ktorom sa publikujú pôvodné práce súvisiace s problematikou. Akceptujú sa príspevky, ktoré doposiaľ neboli publikované, ani prijaté na publikovanie inde, bez ohľadu na pracovnú príslušnosť autora k SPU. Autor je zodpovedný za odbornú a formálnu správnosť príspevku. O uverejnení rozhoduje redakčná rada na základe oponentských posudkov.

Štruktúra príspevku

Názov — krátka, stručná, jasná informácia o obsahu článku. Ako prvý v poradí sa uvádzajú názov práce v slovenskom jazyku, potom názov práce v anglickom jazyku.
Autori — uvádzajú sa krstné mená a priezviská každého, kto prispel ku vzniku príspevku. Neuvádzajú sa vedecké a pedagogické hodnosti. Do nasledujúceho riadka sa uvedú pracoviská autorov.

Abstrakt (súhrn) v angličtine — musí jasne stanoviť cieľ výskumu, priniesť stručný popis pokusu (pokusov), hlavné pozorovania, výsledky a závery. Nemal by presiahnuť 200 slov, ale nemal by klesnúť pod 100 slov. Abstrakt musí byť zrozumiteľný aj bez odvodenia sa na článok. Všeobecne známe tvrdenia sú v abstrakte zbytočné. Každý odkaz na autora sa má robiť v tretej osobe, v prvej vete sa treba vyhnúť opakovaniu názvu článku, na začiatku treba poukázať na predmet výskumu, v súhrne musia byť zahrnuté nové fakty, číselné údaje uvádzané v článku a uvedené použité metódy. Klúčové slová v angličtine — nemalo by ich byť viac ako päť. Uvádzajú sa za abstrakt v angličtine s malým začiatočným písmenom.

Úvod — mal by poskytovať prehľad súvisiacich prác, vhodné odkazy na literatúru a poskytnúť informácie o stave výskumu danej problematiky. Úvod by sa nemal členiť na podkapitoly.

Materiál a metódy — táto časť by mala mať vhodné podkapitoly popisujúce použité zariadenia, činidlá, postupy. Treba poskytnúť postačujúce podrobnosti o metódach a vybavení tak, aby odborník mohol zopakovať popísané postupy. Treba citovať prebraté metódy z adevkátnej literatúry.

Výsledky a diskusia — výsledky predložiť stručne v podobe tabuľiek a obrázkov. Poskytnúť dostatok údajov na zdôvodnenie záverov. Nepredkladat tú istú informáciu vo viacerých formách (tabuľky, grafy, text). V diskusii treba upozorniť na význam zistení a ak je to možné, porovnať získané informácie s predchádzajúcimi poznatkami. Tabuľky, obrázy — musia byť označené zrozumiteľným spôsobom, fotografie, grafické zobrazenia, diagramy, mapy a pod. musia mať vysvetľovaciu legendu. Názvy tabuľiek a obrázkov preložené do anglického jazyka treba uvádzat hned pod tabulkou, príp. obrázkom. Texty v tabuľkách očisťovať a ich prelať uviesť tak isto pod tabulkou. **Obrázy musia byť uložené aj mimo wordovského súboru vo formáte *.tif, *.jpg, *.cdr.**

Abstrakt (súhrn) v slovenskom jazyku — platia tie isté pravidlá ako pre abstrakt v angličtine.

Klúčové slová v slovenčine — pozri Klúčové slová v angličtine.

Literatúra — za presnosť údajov o použitej literatúre zodpovedá autor. Pri popise použitej a citovanej literatúry treba rešpektovať STN ISO 690. Zoznam použitej literatúry musí byť usporiadaný abecedne podľa priezviska autora. Informácie získané prostredníctvom Internetu sa popisujú tak, že sa uvedie priezvisko a meno autora, názov materiálu a presná URL adresa (napr. URL: <http://www.uniag.sk>). Citácie v texte sa popisujú formou odkazov na zoznam použitej literatúry a to tak, že sa do zátvorky uvedie priezvisko, či priezviská autora a rok vydania. Ak sa uvádzajú priezvisko autora dokumentu vo vete v príslušnom páde, uvedie sa do zátvorky za ním rok vydania. Dve, alebo viac prác toho istého autora, či autorov, publikované v rovnakom roku sa odlišia pridaním "a", "b", "c" za rok vydania.

Kontaktná adresa — uvedie sa celé meno (aj tituly) prvého autora a úplná adresa jeho pracoviska, vrátane čísla telefónu, faxu, príp. e-mail.

Jazyk príspevku

V príspevkoch publikovaných v slovenskom jazyku treba rešpektovať jazykový zákon. Pri prekladoch abstraktov do angličtiny treba vychádzať z gramatických pravidiel britskej angličtiny. Obchodné pomenovanie konkrétnych výrobkov by mali byť napísané veľkými začiatočnými písmenami a mali by mať uvedené meno a adresu výrobcu. Ak má výrobok obchodnú značku ™, či registrovanú obchodnú značku ®, treba ich uviesť k názvu výrobku. Okrem bežných skratiek možno používať i skratky, ktoré vytvoril autor, ale pri ich prvom výskrite sa musia vysvetliť. Používať jednotky SI a jednotky od nich odvodené.

Príspevky posielajte na diskete v programe WORD, najlepšie s príponou *.rtf, súčasne vytláčené, na adresu administrácie redakcie: Oddelenie vedeckovýskumnnej činnosti, D-TF, SPU Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra.