

POSTUPCI REDUKCIJE SADRŽAJA PRAŠINE U STOČARSKIM OBJEKTIMA

METHODS OF DUST REDUCTION IN FACILITIES FOR ANIMAL HUSBANDRY

Dr Goran TOPISIROVIĆ, dr Dušan RADIVOJEVIĆ
Poljoprivredni Fakultet,, 11080 Beograd – Zemun, Nemanjina 6

REZIME

U radu su predstavljene različite metode i postupci redukcije sadržaja prašine u stočarskim objektima. Ciljevi ovih postupaka su: smanjenje koncentracije prašine, postizanje povoljnije strukture polja koncentracija prašine u pojedinim delovima objekata i smanjenje štetnih uticaja prašine na zdravstveno stanje i proizvodne osobine životinja, sa posebnim osvrtom na zaštitu zdravstvenog stanja ljudi. Obzirom na osnovne aspekte pristupa problemu redukcije sadržaja prašine u stajskom vazduhu, koji su danas prisutni u praksi, obrađene metode su svrstane u sledeće grupe: smanjenje produkcije primarne i sekundarne prašine, ventilacija i prečišćavanje stajskog vazduha.

Ključne reči: redukcija koncentracije prašine, stajski vazduh, produkcija prašine, ventilacija, prečišćavanje stajskog vazduha.

SUMMARY

This paper reviews different methods and procedures for reduction of dust content in stock-breeding facilities. The goals of these procedures are: reduction of dust concentration, creation of favourable dust concentration pattern in certain parts of facilities and reduction of harmful effects of dust to health condition and productive ability of animals, with special emphasis on protection of health condition in humans. Bearing in mind the basic aspects of the approach to reduction of dust content in stabling air, which are present in modern practice, the reviewed methods have been classified into following groups: reduction of generation of primary and secondary dust, ventilation and purification of stabling air.

Key words: reduction of dust concentration, stabling air, dust generation, ventilation, purification of stabling air.

UVOD

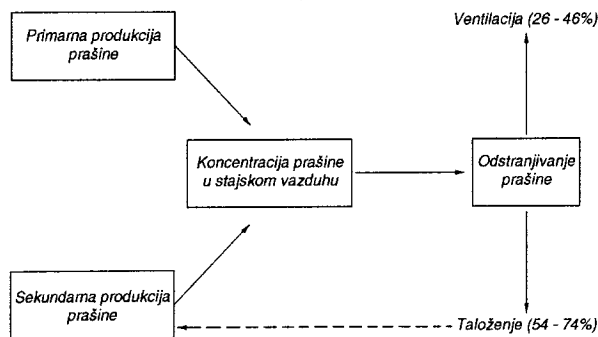
Tokom poslednjih deset godina činjeno je mnogo pokušaja da se smanji sadržaj prašine u stajskom vazduhu. Različiti postupci su obično bili usmereni na smanjenje produkcije prašine, ubrzavanje taloženja i smanjenje recirkulacije (CIGR, 1994). Nastajanje i odstranjivanje prašine iz zatvorenih stočarskih objekata može se prikazati na sledeći način (sl. 1):

Mesto nastajanja

- Prašina u usisanom vazduhu
- Prašina iz hrane
- Prašina iz prostirke
- Prašina sa tela životinja

Način odstranjivanja

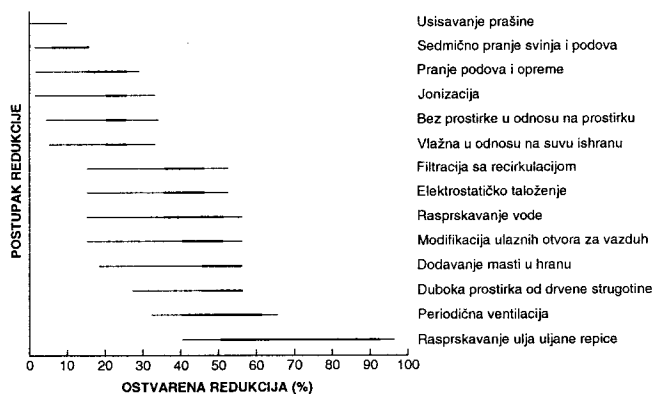
- Prašina u izlaznom vazduhu
- Nataložena prašina
- Prašina uklonjena izdubranjem



Sl. 1. Nastajanje i odstranjivanje prašine
Fig. 1 Generation and elimination of dust

Na ukupnu količinu prašine u stajskom vazduhu, u svakom trenutku, istovremeno deluju i kompleksni procesi njenog nastajanja i uklanjanja, pa je u najvećem broju slučajeva potrebno ove složene procese detaljno opisati. Na slici 1 prikazan je jedan pojednostavljeni model (prema CIGR,1994).

Rezultati poređenja efikasnosti različitih postupaka redukcije sadržaja prašine u stajskom vazduhu objekata za svinje prikazani su na slici 2 (prema CIGR,1994).



Sl. 2. Rezultati poređenja efikasnosti različitih postupaka redukcije sadržaja prašine

Fig. 2. The results of comparison between efficiencies of different methods for dust content reduction

Smanjenje produkcije prašine

Smanjenje produkcije prašine na mestima nastajanja teoretski se može ostvariti na sledeće načine: zamenom ili uklanjanjem, izolovanjem, adekvatnim rukovanjem i održavanjem i modifikovanjem izvora. Ipak, praktičan značaj pridaje se samo pojedinim oblicima zamene ili modifikacije izvora. Izdvajaju se postupci kojima se tretira stočna hrana ili površine na kojima se prašina taloži (Maghirang i sar, 1995).

Tretiranje hrane. Chiba i sar, (1985) objavljuju da je dodatak 2,5% animalne masti u hranu za završni tov svinja smanjio

maseni sadržaj prašine u vazduhu za 21%; dodatak 5% masti rezultovao je smanjenjem od 50%. Godine 1987. isti autori objavljuju da je dodatak od 7,5% masti redukovao koncentracije čestica svih veličina, osim $\leq 0.4 \mu\text{m}$. U kontrolnom objektu s ishranom bez dodatka masti, ukupna koncentracija prašine iznosila je $21,6 \text{ mg/m}^3$, dok je u oglednom objektu gde je dodavana mast ova vrednost iznosila $10,3 \text{ mg/m}^3$. Dodatkom 5% sojinog ulja u hranu za zalučenu prasad, nataložena prašina redukovana je za 45% do 47%, a ukupan broj bakterijskih kolonija u aerosolu bio je za 27% niži (Gore i sar, 1986). Gast i Bundy (1986) proučavali su efekte dodavanja mineralnog ulja, sojinog ulja i lecitina u koncentracijama od 0,5, 1 i 2%. Broj čestica prašine smanjen je za 99%, a maseni sadržaj opao je za 76% do 99%.

Rasprskavanje vode ili ulja. Primena ovog postupka pred ulazak radnika u objekat može da obezbedi odgovarajući kvalitet vazduha za ljude ali i ograničene efekte za životinje (Pedersen, 1992). Negativne posledice izaziva pojačano vlaženje stajskog vazduha. Slična tehnika (Takai i sar, 1993) koristi emulziju biljnog ulja i vode. Emulzija ulja uljane repice i vode rasprskavana je od jedan do četiri puta dnevno običnim poljskim prskalicama, postavljanim na visinu od 2 m iznad poda svakog boksa. Dnevna doza ulja menjana je kako se menjala i njegova koncentracija u emulziji (od 5% do 20%) i u različitim periodima prskanja (od 5 do 90 s/dan). Rezultati su pokazali veliku redukciju sadržaja prašine ($> 60\%$), zavisno od primenjene doze i početne koncentracije prašine. Zhang i sar, (1994) objavljuju da je, rasprskavanjem male količine čistog ulja (15 ml/m^2) pod niskim pritiskom, postignuto smanjenje sadržaja prašine u vazduhu za 75%. Detaljno ispitivanje različitih ulja za primenu u ove svrhe izveli su Zhang i sar, (1995). Ispitivano je šest biljnih (sirovo ulje kanole, prečišćeno ulje kanole, kukuruzno, sojino, suncokretovo i laneno ulje) i jedno mineralno ulje. Ulja su raspršavana na temperaturama od 10°C do 40°C i pritiscima od 69 kPa do 483 kPa, kroz mlaznicu $1,2 \times 0,7 \text{ mm}$. Kriterijumi za ocenu bili su gustina i viskozitet ulja, sklonost ka raspršivanju, nepovoljni efekti i cena. Zaključeno je da su sva ispitivana ulja pogodna za primenu u stočarskim objektima, uz posebno preporučene vrednosti pritiska i temperatura.

Ventilacija

Povećanje intenziteta provetravanja prostorije smanjuje koncentraciju prašine u vazduhu. Ipak, primena ovog metoda za snižavanje sadržaja prašine mnogo je kompleksnija nego ona za održavanje osnovnih mikroklimatskih uslova (temperatura, vlažnost, sadržaj štetnih gasova). Naime, prašina nije ujednačeno raspoređena unutar objekta (Barber i sar, 1991; Maghirang i sar, 1991), a njeno ponašanje zavisi od veličine i oblika čestica, kretanja vazduha u objektu, vrste i položaja njenih izvora i aktivnosti koje se u objektu odvijaju. Ovo je verovatno razlog što odnos sistema ventilacije i koncentracije prašine u stajskom vazduhu niko nije detaljno opisao. Razmatranja u ovoj oblasti i dalje su na nivou generalnih preporuka. U njima se navodi (Harry, 1964) da: "sistem ventilacije treba da prouzrokuje minimalne turbulencije i da odvodi prašinu iz zone disanja", "ventilacioni sistemi sa vertikalnim strujanjem vazduha prema tavanici su nepovoljni jer održavaju teže čestice u suspenziji", "sistemi nadpritiska sa vertikalnim strujanjem vazduha od porozne tavanice prema podu imaju niz prednosti" i dr.

Ove preporuke bilo bi moguće ispuniti samo kada bi vazduh laminarno strujao od ulaznih ka izlaznim otvorima, i to doslovno prateći pravac koji se zadaje usmeravanjem ulazne struje. U praksi pak strujanje vazduha kroz staju u najvećoj meri je turbulentno (Randall, 1975 i Boon, 1978) pa su potrebne zaista velike ulazne brzine da bi se dobio konstantno usmeren tok i dobro mešanje vazduha. Čak i u sistemu natpritiska kroz potkrovlje (Pearson, 1989), u praksi se ne postiže laminaran tok vazduha prema podu, što pokazuje sledeći primer: u objektu za tov brojlera (22 brojlera/m^2), kod preporučenog intenziteta ventilacije ($\text{max } 16 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s kg}$) za živinu sa 2 kg telesne mase (Randall, 1977), čeona brzina strujanja prema podu iznosi samo

$0,07 \text{ m/s}$ pri maksimalnom intenzitetu i čak $0,007 \text{ m/s}$ pri minimalnom intenzitetu ventilacije tokom zime.

Ipak, izdvajaju se dva aspekta sistema za ventilaciju kroz koje se ispoljava njegov uticaj na sadržaj prašine. Radi se o intenzitetu ventilacije i usmerenosti vazdušnog toka.

Intenzitet ventilacije. Na samom početku potrebno je naglasiti da previsoka norma ventilacije nije poželjna jer izaziva povećane troškove grejanja i visoke brzine strujanja hladnog vazduha. Takođe, mogu se ponovno aktivirati nataložene čestice. Harry (1964) naglašava da ventilacija može da ima samo delimične efekte u objektima sa mnogo nataložene prašine; kompromis će biti postignut uravnoteženjem između količine čestica resuspendovanih vrtloženjem vazduha i količine odstranjenih čestica prašine, gde su obe pojave direktna posledica ustanovljenih parametara ventilacije.

Bundy (1991) saopštava da je sadržaj prašine u vazduhu smanjen za 50% kad je ventilacija pokrenuta sa nule na $0,017 \text{ m}^3/\text{s}$ po životinji.

Robertson (1989) preporučuje u objektima za završni tov svinja naglo pojačavanje ventilacije u kratkim vremenskim intervalima. Ovaj metod efikasan je u postizanju kratkotrajnih padova koncentracije prašine. Usklađivanjem ovih perioda s rasporedom dnevnih aktivnosti zaposlenih (ishrana, merenje, veterinarske intervencije), odgajivači se izlažu manjim koncentracijama prašine tokom boravaka u objektu. Isti povoljni efekti za svinje biće postignuti ukoliko se udarna ventilacija primeni u periodima pojave vršnih koncentracija prašine. Autor ovu preporuku zasniva na svom istraživanju u kojem je ispitivao efekte desetominutnih perioda intenzivne ventilacije. U objektu s automatski vodenom prirodnom ventilacijom čišćenje smanjuje ukupnu koncentraciju prašine od 60% tokom prva dva minuta. Koncentracije prašine naglo su rasle posle normalizovanja ventilacije, mada ne uvek do početnih vrednosti.

Usmerenost vazdušnog toka. Harry (1964) je primetio da je ventilacija sistemom natpritiska, gde se vazduh kretao prema dole iz otvora ispod krova ili iz porozne tavanice, postigla manje suspendovane prašine. Autor naglašava da u ovakvim objektima, u cilju održavanja ujednačenog strujanja, njegova brzina mora da bude dovoljna da savlada suprotnosmernu struju vetra u izlaznim otvorima.

Vant Klooster i sar, (1993) su prilagodili standardni ventilacioni sistem da bi redukovali sadržaj prašine u odgajivalištu za prasad. Ovi istraživači pretpostavili su da je važno smanjiti izlaganje radnika prašini u objektima i da prašinu u vazduhu čine uglavnom već sedimentirane čestice, ponovo pokrenute pokretima životinja. Modifikovani sistem imao je ulazne otvore u visini zone disanja radnika, a izlazne u nivou nataložene prašine, ispod letvica. Rezultati su pokazali pad koncentracije prašine za 40% u odnosu na prostoriju sa standardnim sistemom za ventilaciju.

Ocenjivane su i osobine dva sistema za ventilaciju potpritiskom u objektima za svinje (Breum i sar, 1990): strujanje vazduha prema tavanici i prema podu. Utvrdili su da je efikasnost provetravanja u sistemu sa strujanjem vazduha prema tavanici mnogo veća u odnosu na sistem sa suprotnim smerom strujanja, mada na koncentraciju prašine nijedan smer strujanja vazduha nije znatno uticao.

PREČIŠĆAVANJE STAJSKOG VAZDUHA

U sastav prašine u stajskom vazduhu svakako ulaze i čestice koje donosi ulazni vazduh (posebno čestice manje od $3 \mu\text{m}$). Ipak, većina krupnijih čestica i mikroorganizama nastaje u samom objektu. Prema tome, ako se želi značajno smanjenje sadržaja prašine i bakterija, neophodan je unutrašnji uređaj za recirkulaciono prečišćavanje stajskog vazduha. Efektivnost uređaja zavisiće od njegove propustljivosti, veličina čestica koje zadržava, lociranje uređaja i načina propuštanja vazduha (Carpenter i sar, 1986).

Pri pretpostavljenoj efikasnosti filtera od 80%, a za postizanje redukcije sadržaja prašine od 50%, kroz prečistač potrebno je ostvariti protok vazduha 1,25 puta veći od intenziteta ventilacije. Upravo zbog toga, Dawson (1990) zaključuje da je primena recirkulacionih prečistača u velikim prostorijama, kakvi su stočarski objekti, nepraktična. Primenom teorijskog modela za predviđanje efekata unutrašnjeg recirkulacionog filtera u objektu za telad (Wicklen i Albright, 1982), zaključeno je da je neophodno jedno filtriranje nakon svake dve do tri izmene vazduha, radi poboljšanja zdravlja teladi. Takođe je napomenuto da bi se troškovi filtriranja mogli nadoknaditi ostvarenom dobiti. U objektima za svinje i živinu preporučuje se (Carpenter, 1982) filtriranje vazduha intenziteta jednakog maksimalnom intenzitetu provetravanja, kao prihvatljiv odnos troškova i efekata koji se filtriranjem postižu. Ovakav odnos je na samoj granici praktične ostvarivosti u postojećim objektima.

U principu, za potrebe filtriranja stajskog vazduha izdvajaju se tri osnovne tehnike: suvo filtriranje, elektrostatičko taloženje i vlažno filtriranje.

Suvo filtriranje. Carpenter i sar, (1971) saopštavaju rezultate filtriranja vazduha u odgajivalištu za prasad. Postignuta je srednja koncentracija respirabilnog aerosola od 11,8 čestica/ml, dok je u kontrolnoj prostoriji bez filtriranja vazduha ova vrednost iznosila 24,4 čestice/ml. Razlika u prirastu ili zdravstvenom stanju prasadi u obe grupe nije utvrđena, mada su grla gajena u oglednom objektu i turnus završila šest do osam dana ranije. Upotrebom suvih filtera (Carpenter i Fryer, 1990) postignuta je redukcija sadržaja mase prašine kao i broja čestica nosilaca bakterijskih kolonija za 50-60%, u manjim ka-veznim odgajivalištima za prasad.

Filtriranje vazduha u objektu za tov brojlera redukovalo je koncentraciju prašine za 50% (Carpenter i sar, 1986). Konverzija hrane i prirast brojlera kontrolne i ogledne grupe nije se mnogo razlikovao.

Elektrostatičko taloženje. Sakupljanje čestica ovom metodom zasniva se na njihovom uzajamnom privlačenju sa elektrodama suprotnog naelektrisanja. Osobine jednog elektrostatičkog filtera malog kapaciteta (0,5 m³/s) testirane su u živinarskom objektu (Baidukin, 1979). Uklonjeno je 90% ukupne mase prašine, sve čestice veće od 8 μm, ispod 50% čestica manjih od 3 μm i 80% svih bakterija. Uređaj je povremeno bio ispiran vodom. Pedersen (1992) izveštava o redukciji sadržaja, kako ukupne, tako i respirabilne prašine za 30% primenom jednog jonizujućeg elementa na 1,6 m² poda. Prototip jednog elektrostatičkog taložnika za stočarske objekte, efikasnosti od 55% do 60%, predstavili su Bundy i Hazen (1975). Uređaj emituje elektrone i negativne jone koji se vezuju za čestice prašine dajući im negativno naelektrisanje, što omogućuje njihovo privlačenje na neutralne ili pozitivno naelektrisane kolektorske ploče. Rezultati su pokazali da su koncentracije prašine u odgajivalištu bez jonizacije varirale između 9,1 mg/m³ i 19,5 mg/m³, odnosno 76 čestica/ml i 169 čestica/ml. Uvođenjem jonizacije, ove vrednosti bile su redukovane na 3,4 mg/m³ do 8,1 mg/m³ i od 38 čestica/ml do 86 čestica/ml (Veenhuizen i Bundy, 1990). U ovom slučaju, prašina je ručno uklanjana sa površine kolektora, mada bi ova operacija trebalo da se automatizuje i novina uvede u standardni postupak. Put vazдушnih strujanja u objektu i mesto postavljanja ovog uređaja mogli bi da utiču na njegovu efikasnost jer sistem prečišćava samo onaj deo vazduha koji prolazi kroz njega.

Vlažno filtriranje. Vlažni prečistači pomoću vode zadržavaju i povećavaju dimenzije čestica. Odlikuju ih neke prednosti: efikasno uklanjaju fine čestice prečnika od 0,1 do 20 μm, odstranjuju i gasove rastvorljive u vodi (NH₃ i CO₂) i ne moraju se često čistiti. Međutim, ima i nedostataka: velika potrošnja vode, zamena zagađene vode i potencijalni porast vlažnosti stajskog vazduha (Maghirang i sar, 1995). Jedan vlažni prečistač za objekte u svinjarstvu predstavljaju Licht i Miner (1979). Uređaj je uklanjao 90% čestica > 5 μm, 50% čestica > 1 μm, 25% NH₃, 15% CO₂ i 50% mikroorganizama. Sličan uređaj opisuje i Pearson (1989). Uložak prečistača sačinjen je od komadića poli-propilena, oblikovanih tako da ostvaruju veliku dodirnu površinu sa vazduhom, a istovremeno pružaju mali otpor protoku

vazduha. Uložak je bio obilno kvašen rasprskivačem sa gornje strane, koji se snabdevao vodom recirkulisanom iz rezervoara ispod filtera i svežom vodom. Vazduh je strujao kroz filter u suprotnom smeru. Efikasnost odstranjivanja prašine i NH₃ iz vazduha iznosila je 90%, odnosno 60%. I pored ovoga, nije postignuto veliko smanjenje sadržaja prašine u stajskom vazduhu, što može biti rezultat slabe ventilacije u objektu, malog filtera ili stvaranja prašine, prevelikog u odnosu na kapacitet filtera.

ZAKLJUČAK

Na osnovu izloženog, mogu se izvesti sledeći zaključci:

- U praksi, znatno smanjenje sadržaja prašine može se ostvariti: smanjenim stvaranjem prašine, prečišćavanjem stajskog vazduha i intenzivnom ventilacijom.
- Svojom efikasnošću se ističu tehnike unutrašnjeg filtriranja vazduha, dodavanja ulja ili masti u hranu i raspršivanja ulja u objektu.
- Dalja istraživanja u ovoj oblasti biće usmerena na definisanje najbolje prilagođenog matematičkog modela za određivanje raspodele dimenzija čestica prašine vazduhu različitih stočarskih objekata.
- Uporedo sa ovim, neophodno je da se, u skladu sa kriterijumima efikasnosti, cene i jednostavne primene, izdvoje i preporuču konačni modeli prečistača stajskog vazduha.

LITERATURA

- [1] Baidukin, Yu A.: "Mehanizatsya i elektrifikatsya sotsialisticheskogo selskogo khozyaistva (Air cleaning in a poultry house using electric filters)". No. 6. 1979.
- [2] Barber, E.M., Dawson, J.R., Battams, V.A., Nicol, R.A.C.: "Spatial variability of airborne and settled dust in a piggery". Journal of Agricultural Engineering Researches 50: 107-127. 1991.
- [3] Boon, C.R.: "Airflow patterns and temperature distribution in an experimental piggery". Journal of Agricultural Engineering Research, 23: 129-139. 1978.
- [4] Breum, N.O., Takai H., Rom, H.B.: "Upward vs. downward ventilation air flow in a swine house". Transactions of the ASAE 33(5): 1693-1699. 1990.
- [5] Bundy, D.S., Hazen, T.E.: "Dust levels in swine confinement systems associated with different feeding methods". Transactions of the ASAE, 18: 138-144. 1975.
- [6] Bundy, D.S.: "Electrical charge plays role in dust-collections system". Feedstuffs 63(12): 30. 1991.
- [7] Carpenter, G.A., Fryer, J.T.: "Air filtration in a piggery: filter design and dust mass balance". Journal of Agricultural Engineering Researches, 46: 171-186. 1990.
- [8] Carpenter, G.A., Mousley, L.J., Hawkins, J.C.: "Ventilation of a calf house using inflatable ducts". Departmental Note FB/207/3020, National Institute of Agricultural Engineering, Silsoe 1971.
- [9] Carpenter, G.A., Smith, W.K., Maclaren, A.P., Spackman, D.: "Effect of internal air filtration on the performance of broilers and the aerial concentrations of dust and bacteria". British Poultry Science, 27: 471-480. 1986.
- [10] Carpenter, G.A.: "The design of an internal ceiling-mounted air filter unit and its application in an early-weaner unit". Division Note DN/1128, National Institute of Agricultural Engineering, Silsoe 1982.
- [11] Chiba, L.I., Peo, E.R. Jr., Lewis, A.J., Brumm, M.C., Fritschen, R.D., Crenshaw, J.D.: "Effect of dietary fat on pig performance and dust levels in modified openfront and environmentally regulated confinement buildings". Journal of Animal Sciences, 61: 763-781. 1985.
- [12] CIGR. 1994. III Report: Aerial Environment in Animal Housing - Concentrations in and Emissions from Farm Buildings. Report of CIGR Working Group No. 13 "Climatizati-

- on and Environmental Control in Animal Housing" (chairman: Dr. Krister Sällvik).
- [13] Dawson, J.R.: "Minimizing dust in livestock buildings: Possible alternatives to mechanical separation". Journal of Agricultural Engineering Researches, 47: 235-248. 1990.
- [14] Gast, R.M., Bundy, D.S.: "Control of feed dusts by adding oils". ASAE Paper No. 86-4039. St. Joseph, MI:ASAE. 1986.
- [15] Gore, A.M., Kornegay, E.T., Veit, H.P.: "The effects of soybean oil on nursery air quality and performance of weanling pigs". Journal of Animal Sciences 63: 1-7. 1986.
- [16] Harry, E.G.: "The survival of Escherichia coli in the dust of poultry houses". Veterinary Record 76(17): 466-470. 1964.
- [17] Licht, L.A., Miner, J.R.: "A scrubber to reduce livestock confinement building odors". Transactions of the ASAE 7: 1152-1156. 1979.
- [18] Maghirang, R.G., Manbeck, H.B., Roush, W.B., Muir, F.V.: "Air contaminant distributions in a commercial laying house". Transactions of the ASAE 34(5): 2171-2180. 1991.
- [19] Maghirang, G.R., Riskowski, L.G., Christianson, L.L., Manbeck, B.H.: "Dust control strategies for livestock buildings - a review". ASHRAE Transactions, V.101, Pt. 2. pp. 1161-1169. 1995.
- [20] Pearson, C.C.: "Air cleaning with wet scrubbers". Farm Buildings and Engineering 6(2): 36-39. 1989.
- [21] Pedersen, S.: "Dust and gases. In Climatization of animal houses". Center for Climatization of Animal Houses, Advisory Services, Gent, Belgium 1992.
- [22] Randall, J.M.: "Prediction of air flow patterns in livestock buildings". Journal of Agricultural Engineering Research, 20: 199-215. 1975.
- [23] Randall, J.M.: "A handbook on the design of a ventilation system for livestock buildings using step control and automatic vents". Report No. 28, National Institute of Agricultural Engineering, Silsoe 1977.
- [24] Robertson, J.F.: "Effect of purge ventilation on the concentration of airborne dust in pig buildings. CIGR, pp. 1495-1499. 1989.
- [25] Takai, H., Moller, F., Iversen, M., Jorsal, S.E., Bille-Hansen, V.: "Dust control in swine buildings by spraying of rapeseed oil". Livestock Environment IV, pp. 726-733. 1993.
- [26] Vant Klooster, C.E., Roelofs, P.F.M.M., Gijzen, P.A.M.: "Positioning air inlet and air outlet to reduce dust exposure in pig buildings". In Livestock Environment IV, pp. 754-760. 1993.
- [27] Veenhuizen, M.A., Bundy, D.S.: "Electrostatic precipitation dust removal system for swine housing". ASAE Paper No. 90-4066. St. Joseph, MI:ASAE 1990.
- [28] Wicklen, Van G.L., Albright, L.D.: "An empirical model of respirable aerosol concentration in an enclosed calf barn". Proceedings of the 2nd International Livestock Environment Symposium of the ASAE, Iowa, pp. 534-539. 1982.
- [29] Zhang, Y., Nijssen, L., Barber, E.M., Feddes, J.J.R., Sheridan, M.: "Sprinkling mineral oil to reduce dust concentration in swine buildings". ASHRAE Transactions 100(2). 1994.
- [30] Zhang, Y., Barber, M.E., Patience, F.J., Feddes, R.J.J.: "Identification of oils to be sprinkled in livestock buildings to reduce dust". ASHRAE Transactions, V.101, Pt. 2. pp. 1179-1192. 1995.

Primljeno: 4.10.2003.

Prihvaćeno: 14.10.2003.

Bibliid: 1450-5029 (2003)76; 5, p. 160-163

UDK: 697.443.9; 636.631.22

Pregledni rad

Review paper

MOGUĆNOSTI PROMENE MIKROKLIME U STAJAMA ZA KRAVE

POSSIBILITIES FOR CHANGING OF MICROCLIMATE IN COW BARN

Somer DEŽE, dipl. ing.

Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 8

REZIME

Mikroklima je veoma važna u stajama za krave radi iskorišćenja njihove produktivnosti. Efikasnom ventilacijom sa brzinom strujanja vazduha od 1-2,5 m/s iznad krava, može da se izbegne stres. Interaktivno dejstvo prirodne ventilacije i ventilatora, u kombinaciji sa ovlaživanjem krava, je korisno radi snižavanja njihove telesne temperature tokom perioda visokih temperatura.

Ključne reči: krava, temperatura, staja, stres, ventilacija.

SUMMARY

Microclimate in cow barns are very important for cows because of usage of their productivity. The heat stress can be avoided by using efficiency ventilation with 1-2,5 m/s air flow velocity above the cows. Interactive action of natural ventilation and fans, in combination with moistening the cows is useful because it reduced their body temperature during the period of high air temperature.

Key words: cow, temperature, barn, stress, ventilation.

UVOD

Poslednjih decenija se dešavaju tehnološke promene u načinu gajenja krava – prelazi se sa vezanog na slobodno držanje. Samim tim duže zadržavanje stajskih radnika u staji je nepotrebno pa klimatizovanje može da se prilagođava samo potrebama krava. Ispitivanja se usmeravaju na utvrđivanje interaktivnog uticaja karakteristika mikroklima (temperature, vlažnosti i brzine vazduha) na proizvodnost krava. Rešavanje tog zadatka je vrlo složeno i svako saznanje predstavlja novinu u svakom pogledu. Stručni krugovi su prihvatili korišćenje gravitacionih staja tj. sa provetranjem pomoću vetra. Kada je reč o širokozastupljenim, visokoproduktivnim kravama in-

tenzivno provetranje je značajno radi iskorišćenja njihove prirodne sposobnosti za podnošenje nižih temperatura vazduha. Takvim provetranjem se postiže ujednačeni nivo temperature i relativne vlažnosti u staji sa onim u okolnom vazduhu. Iskustva ukazuju da još nema kvalitetnih rešenja za izbegavanje pada proizvodnosti tokom toplih letnjih meseci.

Inicijalna istraživanja za nalaženje kvalitetnog rešenja se obavljaju u Mađarskoj gde su pre 30-40 godina pretežno građene zatvorene staje (Bak, 2002) sa vezanim držanjem, koje su vremenom pretvorene u poluotvorene objekte sa slobodnim držanjem krava. Staje su ostale sa bočnim zidovima i bez krovne ventilacije. Od 80-tih godina građeni su objekti sa slobodnim držanjem krava, otvoreni sa jedne ili obe podužne stranice i bez krovne ventilacije. U cilju efikasnije klimatizacije moguća je