

Isparenja amonijaka na sredini objekta za tov minimalno prelaze MDK, dok na ostalim mernim mestima nalaze se ispod MDK.

Najverovatniji broj bakterija i gljivica u m³ vazduha na svim mernim mestima prelazi preporučeni broj bakterija u m³ vazduha. Veoma je nepovoljno prisustvo patogenih bakterija.

LITERATURA

- [1] Potkonjak, V., Zoranović, M.: Tehnika zagrevanja ležišta za prasad, pregledni stručni rad, PTEP, 2(1998)4, s. 154 – 156
- [2] Projektna dokumentacija Farme svinja, Čenej, 1985
- [3] Simonović, Đ., Kojić, B.: Poljoprivredne zgrade i kompleksi, Građevinska knjiga, Beograd, 1989, s.485
- [4] Somer, D., Zoranović, M.: Klimatizacija u stočarskim objektima, pregledni stručni rad, PTEP, 2(1998)4, s.160 – 164
- [5] Stojković I.: Tehno-ekonomska analiza korišćenja pojedinih energenata u objektima na farmi svinja, Diplomski rad, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, s. 98
- [6] Stručni nalaz o nađenom stanju, Zavod za zdravstvenu zaštitu radnika, Novi Sad, s. 15
- [7] Tošić M., Radivojević D., Topisirović G.: "Objekti i oprema u svinjogojstvu" priručnik za praksu, Poljoprivredni fakultet Beograd-Zemun, Beograd, 2001, 122
- [8] Vuković, A. : Analiza rada ventilacionog sistema u svinjogojskim objektima, (seminarski rad), "Poljoprivredni fakultet", Novi Sad, 1995, s.21

Primljeno: 9. 09. 2002.

Prihvaćeno: 12. 09. 2002

Bibliid: 1450-5029 (2002) 6; 3-4, p. 115-118

UDK: 636.083.312: 636.638

Pregledni rad

Review paper

PRAŠINA KAO PARAMETAR MIKROKLIME U STOČARSKIM OBJEKTIMA

DUST AS MICROCLIMATIC PARAMETAR IN ANIMAL PRODUCTION HOUSES

Mr Goran TOPISIROVIĆ., dr Dušan RADIVOJEVIĆ,
Poljoprivredni Fakultet, Beograd – Zemun, Nemanjina 6

REZIME

Ovaj rad predstavlja pregled različitih aspekata problema prašine u stajskom vazduhu. U našim uslovima ova je oblast malo istraživana i gotovo nepoznata. Na osnovu rezultata istraživanja većeg broja autora, prašina je predstavljena kroz načine nastajanja, sastav, dimenzije i prirodu čestica. Zatim su naglašeni negativni uticaji prašine i pratećih pojava na zdravstveno stanje ljudi i životinja i funkcionisanje opreme u staji. Posebna pažnja posvećena je iskustvima u primeni pojedinih postupaka za redukciju koncentracije prašine u stajskom vazduhu.

Ključne reči: stajski vazduh, prašina, čestica, posledica, redukcija

SUMMARY

The paper represents a review of different aspects of dust problems in the air of stable. In our conditions that area was studied to a small extent and it is almost unknown. On the basis of studies of larger number of authors, the dust is presented through the way of arising, composition, dimensions and nature of particles. After-wards the detrimental influences of dust and following occurrences are emphasized on the health status of people and animals and on function of equipment in the stable. Special attention is paid to experiences in application of individual treatments for reduction of dust concentration in the stable air.

Key words: stable air, dust, particle, consequence, reduction.

UVOD

Oblast mikroklimatskih uslova u stočarskim objektima od izuzetnog je značaja za uspeh primarne stočarske proizvodnje. Uz odgovarajuću ishranu, napajanje, smeštaj i zdravstvenu zaštitu, genetski potencijal grla maksimalno će se ostvariti proizvodnja samo uz optimalne mikroklimatske uslove u objektima.

Među elemenatnim vrednostima koje karakterišu ambijent stajskog prostora posebno mesto zauzima sadržaj prašine u stajskom vazduhu. Ovaj element je u praktičnim uslovima potpuno zanemaren. Istovremeno, brojna su istraživanja koja se bave proučavanjem prirode prašine, ponašanjem, veličinom i oblikom njenih čestica, kao i postupcima za redukovanje njene koncentracije u vazduhu. Između prisustva prašine u vazduhu i pojave respiratornih oboljenja kod životinja i ljudi nesumnjivo postoji značajna korelacija.

Na osnovu ovih činjenica zaključeno je da se i kod nas mora skrenuti pažnja na ovaj problem. U ovom slučaju, to je

pokušaj da se suština problema šire sagleda na osnovu saznanja koja su nam trenutno dostupna.

POJAM PRAŠINE U STOČARSKIM OBJEKTIMA

Prašina uopšte podrazumeva čvrste čestice, prečnika manjeg od 100µm, koje se nalaze suspendovane u vazduhu, gde se zadržavaju duži period. Vreme njihovog taloženja zavisi od njihove veličine, odnosno mase. Tesno vezan za pojam prašine je i pojam viabilnih čestica. Njime se obuhvataju sve čestice koje na sebi nose žive mikroorganizme. Povezanost potiče otud što se upravo čestice prašine najčešće javljaju kao čestice nosači. Spore ne moraju biti vezane za čvrstu ili tečnu česticu nosača, već samostalno grade viabilnu vazдушnu česticu.

Poreklo prašine u stočarskim objektima

Stajski vazduh zagađen je produktima nastalim usled prisustva životinja. Najzastupljeniji zagađivači su: prašina,

mikroorganizmi, NH_3 , CO_2 , CH_4 i H_2S . Prašina u stočarskim objektima uglavnom je organskog porekla i potiče iz hrane, kože i perja, prostirke i suvog fecesa (Harry, 1964). Veliki uticaj na sadržaj prašine ima i aktivnost životinja.

U objektima za svinje sistem ishrane znatno utiče na sadržaj prašine (Bundy, 1991), a prema istraživanju Cermak-a (1976), sadržaj se kreće u opsegu koncentracija od 0,5 do 79 mg/m^3 . Najniže vrednosti pri tome vezane su za vlažnu ishranu a najviše za odgajivališta prasadi sa suvom ishranom. Prašinu u objektu za svinje čine čestice iz hrane, životinjski proteini, čestice fecesa, plesni, polen, paraziti, delovi insekata i pepeo (Donham, 1987). Analizom čestica prašine (prečnika 1-30 μm) uz pomoć elektronskog mikroskopa (Heber i sar., 1988) utvrđeno je da 65% čestica potiče iz prekrupe, 13.5% iz skroba i 1% su otpaci kože. Mikroskopiranjem i analizom sirovog proteina u nataloženoj prašini (Chiba i sar., 1985), utvrđeno je da prašina u objektu za svinje vodi poreklo uglavnom iz hrane.

U prašini objekta za koke nosilje najzastupljenije su otpadne čestice sa kože i perja (Koon i sar., 1963), a tempo produkcije prašine je, kao i kod ostale živine, varirao od 2,5 do 90 mg/h po ptici. U uzorcima je nađeno 92% suve materije, od čega je 60% činio sirovi protein, 9% mast i 4% celuloza, a u ostatku su nađeni pepeo i hidrokarbonati, što je potvrdilo da su koke osnovni izvor prašine.

Jedno istraživanje (Cermak i Ross, 1978) koncentracije je svrsatelo u interval od 0,2 do 400 mg/m^3 . Minimalna vrednost beležena je dok su životinje bile mirne, maksimalna je registrovana kad su se uznemirile zbog podele hrane. Pojavljuju se i rezultati (Feddes i sar., 1992) prema kojima je feces bio osnovni izvor prašine u objektu za tov čuraka.

Sadržaj i sastav prašine u stajskom vazduhu

Sadržaj prašine izražava se kako ukupnom masom, tako i ukupnim brojem čestica prašine u 1 m^3 vazduha. Ove dve vrednosti daju naizgled kontradiktorne rezultate.

Objašnjenje se može naći u radovima Whitby i sar. (1955) i Whitby i sar. (1957), gde je predstavljen grafički prikaz raspodele veličina čestica atmosferske prašine (Sl. 1). Recimo, čestice prečnika $\leq 0,1 \mu\text{m}$ čine 80% ukupnog broja čestica u atmosferi, ali istovremeno samo 1% njihove ukupne mase. Takođe, čestice prečnika većeg od 1 μm čine samo 0,1% ukupnog broja čestica, ali i 70% njihove mase.

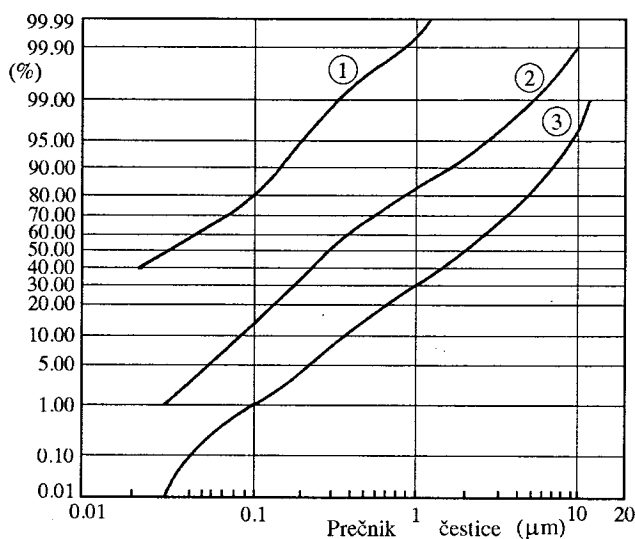
Postoje brojni rezultati koji na oba načina predstavljaju koncentraciju prašine u stajskom vazduhu.

U objektima s intenzivnim živinarstvom (ADAS, 1981) registrovane su maksimalne vrednosti od 32 mg/m^3 kod brojlera na slami, 18 mg/m^3 kod koka nosilja na slami i 6 mg/m^3 kod koka nosilja u kavezima. Sedmonedeljnim merenjem u objektu za brojlere (Moulsey, 1981) utvrđen je interval od 1,3 do 16,8 mg/m^3 , a kod brojlera u eksperimentalnoj prostoriji 0,2 - 14,0 mg/m^3 (u oba slučaja brojleri su držani na strugotini). U stajama gde su smešteni konji koncentracije su se nalazile u opsegu od 0,1 do 0,8 mg/m^3 , pri čemu su više vrednosti vezane za periode ishrane i čišćenja (Crichlow sar., 1980).

U okviru proučavanja neviabilnih i viabilnih čestica u stočarskim objektima, došlo se do intervala od 4 do 158 ($\times 10^6$), odnosno 2-16 ($\times 10^6$) čestica/ m^3 (Honey i McQuitty, 1976). Broj spora u stočarskim objektima iznosi od 106 do 109 po m^3 , pri čemu su izvori plesnivo seno i žitarice (Lacey, 1973). Uobičajena jedinica za ukupan broj bakterija u vazduhu je broj čestica nosača kolonija po 1 m^3 . Istraživanje sprovedeno u nekoliko objekata za držanje svinja tokom 15 meseci, konstatovalo je interval od 103 do 106 čestica/ m^3 . U uslovima intenzivne ventilacije prilikom letnjih vrućina izmerene su najniže vrednosti (Curtis i sar., 1975).

Poseban predmet predstavlja testiranje postojećih matematičkih modela raspodele veličina čestica prašine u različitim objektima za svinje i definisanje novih (Chen i sar.,

1995). Testiranje je obuhvatilo lognormalnu, eksponencijalnu i Weibull-ovu raspodelu, kao i novi empirijski model koji su autori ustanovili. Statističkom analizom zaključeno je da se empirijski model daleko najbolje slaže sa rezultatima merenja. Svi modeli su imali relativno velika odstupanja od merenih vrednosti u oblasti čestica manjih od 5 μm . Konačno, među objektima za različite kategorije svinja nisu postojale znatne razlike u raspodeli veličina čestica.



Sl. 1. Raspodela veličina čestica atmosferske prašine: (1. Prebrojavanje pod elektronskim mikroskopom, 2. Računska vrednost, 3. Masa nataloženih čestica)

Fig. 1. Distribution of particle size of atmospheric dust: (1. Counting under electronic microscope 2. Calculus value, 3. Mass of deposited particle)

Respirabilne dimenzije čestica

S obzirom na složenost prodiranja i taloženja čestica u respiratornom sistemu, podela u odnosu na dubinu prodiranja čestica pojedinih dimenzija samo se aproksimativno postavlja. Prema jednoj takvoj podeli, čestice veće od 10 μm talože se u nosnim šupljinama, one od 5 do 10 μm u gornjim delovima respiratornog sistema, dok se čestice manje od 5 μm talože u plućima (Hatch i Gross, 1964).

Čestice aerodinamičkog prečnika manjeg od 7 μm navode se kao respirabilna prašina za ljude (Whyte, 1982). Drugi radovi ne razlikuju pluća ljudi, sisara i ptica u odnosu na respirabilnu prašinu, pri čemu su čestice manje od 5 μm sposobne za prodiranje u pluća dok se čestice veće od 15 μm zadržavaju u nosnim šupljinama (Honey i McQuitty, 1976). Zahvaljujući specijalno oblikovanom respiratornom sistemu živine, ova i srodne vrste osetljive su na čestice prečnika $\leq 5 \mu\text{m}$ (Charles i sar., 1969). Detaljna istraživanja mesta taloženja čestica različitih veličina u respiratornom sistemu živine pokazala su da su se najveće čestice (3,7-7 μm) sakupljale u glavenom delu respiratornog sistema, dok su manje čestice bile jednako raspoređene u ostatku sistema (Hayter i Besch, 1974). Za respiratorna oboljenja teladi (Martin, 1967.) najopasnije su čestice manje od 5 μm . Izraz "najopasnije" generalno se upotrebljava (Andersen, 1958.) za čestice manje od 5 μm ; tačnije, "potencijalno opasne".

Prateće pojave prisustva prašine

Značaj koji se pridaje prisustvu prašine u stajskom vazduhu i naporu da se ona odstrani nisu vezani isključivo za čestice koje je sačinjavaju. Naime, određena korelacija između prisustva prašine u ambijentu i respiratornih oboljenja ljudi i životinja postoji, ali čvrstih dokaza da je prašina uzročnik ovih bolesti još nema. S druge strane, utvrđeno je da čestice prašine predstavljaju osnovne nosače i prenosioc kolonija mikroorganizama i supstanci neprijatnih mirisa u vazduhu. Nepobitna je činjenica da ovakva interakcija (viabilne i

neviabilne čestice) izaziva niz negativnih efekata po zdravstveno stanje ljudi i životinja i otud veliki značaj proučavanja ove dve pojave.

Hinz (1989) tvrdi da odnos čestica prašine i mikroba u govedarskim objektima obično iznosi 25, svinjarskim 50, a živinarskim 75. Čestice prašine omogućuju i pojavu visokih koncentracija nepatogenih mikroorganizama koji ometaju normalnu plućnu funkciju i predisponiraju životinju za dalje zdravstvene poremećaje. Izolovani virusi i bakterije retko ostaju živi i obično opstaju vezani za veće, inertne čestice domaćina (Harry, 1964; Dymont, 1976). One igraju odlučujuću ulogu u rasturanju, opstanku i taloženju patogena iz vazduha u stočarskim objektima (Donaldson, 1978). Za prašinu u živinarskim objektima pokazano je da prenosi bakteriju *Escherichia coli* (Harry, 1978) i uzročnika Marekove bolesti (Beasley i sar., 1970).

Bakterije u živinarniku u 88% slučajeva nalazile su se na česticama > 6 µm, odnosno u 96% slučajeva na česticama > 3 µm (Hugh-Jones i sar., 1973). Obično se bakterije prečnika 1-2 µm nalaze vezane za inertne domaćine prečnika 10-20 µm (Dymont, 1976). Spore aktinomiceta mogu imati svega 0,5 µm u prečniku, dok spore fungi mogu dostići čak 100 µm (Lacey, 1973). U nekoliko tipova objekata za svinje (Curtis i sar., 1975), 28-31% čestica nosilaca kolonija bakterija bile su dimenzija manjih od 4,7 µm. Kada se radi o virusu slinavke i šapa, 65-71% infektivnih virusa u vazduhu vezano je za čestice veće od 6 µm, 19-24% za čestice dimenzija 3-6 µm i 10-11% za one manje od 3 µm (Sellers i Parker, 1969). Vezano za virus atipične kuge živine (Newcastle bolest), otkriveno je da se u vazduhu unutar živinarnika 39% virusa nalazi na česticama većim od 6 µm, a 40% na onima koje su u intervalu 3-6 µm (Hugh-Jones i sar., 1973).

Konačno, prašina apsorbuje i prenosi gasove i vlagu. Dovoljno male čestice prašine tada mogu unositi gasove, kao što je NH₃, duboko u pluća. Više od trideset organskih jedinjenja bilo je nađeno u ekstraktu prašine iz svinjarskog objekta (Hammond i sar., 1981) i potvrđeno je da su apsorbovani zagađivači nosioci neprijatnih mirisa. Uzorak prašine iz živinarskog objekta hromatografski je analiziran na sadržaj isparljivih jedinjenja. Izdvojeno je oko 12 jedinjenja različitih mirisa.

UTICAJ PRAŠINE NA ŽIVOTINJE, LJUDE I OPREMU

Uticaj prašine na zdravstveno stanje i produktivnost životinja

Četiri su načina na koje udisana prašina može uticati na zdravlje i prirast životinja (Harry, 1964). Prašina može da iritira respiratorne organe i time im umanja otpornost prema bolestima, zavisno od veličine i oblika čestica i dubine penetracije. Himijski sastav prašine značajan je ukoliko ova potiče iz prostirke od slame ili strugotine pojedinih vrsta drveta ili drveta tretiranog zaštitnim sredstvima. Kao najvažnije, ističe se da prašina predstavlja prenosioca patogena. Konačno, moguće je da veoma visoka koncentracija nepatogenih mikroorganizama bude štetna.

Wolfe i sar. (1968) opisuju uticaj dve vrednosti koncentracije prašine (normalna i 2,5 puta veća - 12 i 30 mg/m³) na ćurke starosti 2-14 nedelja. Razlike u smrtnosti ili konverziji hrane nisu uočene, mada su kod ćurki koje su držane u povećanoj koncentraciji prašine konstatovana oštećenja pluća.

Prirast pilića izolovanih u oblast laminarnog strujanja čistog vazduha bio je 25% veći nego u kontrolnoj grupi koja je držana u uobičajenim uslovima (Butler i Egan, 1974). Četvoronedeljni brojleri bili su izloženi pojedinačnom ili zajedničkom uticaju sterilne prašine, amonijaka i bakterije *E. coli* kontinuirano tokom četiri nedelje (Oyetunde i sar., 1978). *Escherichia coli* nije izazvala oboljenje živine ali su patogeni efekti primećeni na respiratornim organima kada je njeno dejstvo kombinovano sa prašinom, amonijakom ili s oboje.

Zaključak je da prašina može da oslabi respiratorni sistem i učini ga podložnim oboljenju uz pomoć jedne inače bezopasne bakterije.

Poređenje efekata suve i vlažne ishrane pokazuje da je koncentracija viabilnih čestica u vazduhu tovišta sa suvom ishranom trostruka u odnosu na boksove sa vlažnom ishranom. Otud, procenat svinja u grupi sa suvom ishranom koje su određene za prinudno klanje bio je dvostruko veći u odnosu na oglednu grupu s vlažnom ishranom (Hoffman i Richter, 1964). U drugom istraživanju (Kovacs i sar., 1967), posle klanja pregledana su pluća svinja iz četiri sistema tova i utvrđeno je da se u 87% slučajeva pneumonija pojavila kod svinja u objektu s najvećom koncentracijom prašine. Kombinovano delovanje amonijaka, odnosno sumpor-dioksida i prašine (> 3 µm) oštetilo je epitel nosa i dušnika (Doig i Willoughby, 1971).

Dozvoljena koncentracija respirabilne prašine u stajskom vazduhu nije tačno propisana, ali se obično kalkuliše s vrednošću od 10 mg/m³.

Uticaj prašine na zdravstveno stanje ljudi

Udahnute čestice, veće od 10 µm, lepe se na vlažne površine u nosu i ždrelu, pa mogu izazvati iritaciju, gušenje, kijavicu, povrede sluzokože i ostale uslove neophodne za početak infekcije (Gadd, 1987). Čestice prečnika 5-10 µm dosepevu do dušnika te iritiraju i inficiraju sluzokožu. Većina čestica manjih od 5 µm prodire do plućnog tkiva pa su bronhiole i alveole najugroženije (Honey i McQuitty, 1976).

Rad u tovištu veoma je naporan pa radnik udiše velike količine vazduha zasićenog prašinom. Otud su i respiratorni problemi (disajne smetnje, hronični bronhitis) odgajivača svinja tako česti (Dosman i sar., 1987; Iversen i Pedersen, 1990). Rad u svinjarskim objektima direktno je povezan s akutnim poremećajima plućne funkcije (Donham i sar., 1989), a uzrokuje i njeno dugotrajno narušavanje (Iversen i Pedersen, 1990). Zeida i sar. (1993) zaključuju da 50% odgajivača svinja u Saskačevanu pati od hronične plućne disfunkcije, a 90% od akutnih respiratornih simptoma kao što su: kašalj, bolovi u grudima, otežano disanje, nadražene oči, nos i grlo i grip.

Preporučena srednja vrednost sadržaja respirabilne prašine u radnom prostoru čoveka iznosi 5 mg/m³ (ACGIH, 1992). Proučavajući respiratorne funkcije zaposlenih u stočarskim objektima, Donham i sar. (1984) predviđaju daleko strožu graničnu vrednost od 0,23 mg/m³.

Uticaj prašine na opremu u objektima

Prašina je jedan od uzročnika kvarova motora na ventilatorima (Pringle, 1981) jer se taloži na kućištu, rashladnim površinama i rotoru, što prouzrokuje pregrevanje motora i česte havarije.

Perforacije na ventilacionim kanalima (iako provode svež vazduh) moraju da imaju najmanje 12 mm u prečniku da bi se izbegla začepljenja (Carpenter, 1986).

Taloženje prašine u razmenjivaču toplote bilo je tako izraženo da su površine filtera usisavane svaka dva dana, a filteri i spirale razmenjivača prani vodom svakih 30 dana (Larkin i sar., 1975). U sličnom ispitivanju primene izmenjivača toplote i toplotne pumpe (Maccauley, 1981) predviđeno je stalno uklanjanje prašine kao uslov normalnog rada uređaja.

Kad je upotrebljen suvi filter punjen zeolitom za apsorpciju amonijaka i mirisa iz izlaznog vazduha objekta sa nosiljama, protok vazduha kroz uložak filtera opao je, usled nakupljanja prašine u njemu, za dve trećine posle 16 dana (Koelliker i sar., 1980).

ZAKLJUČAK

Na osnovu izloženog, mogu se izvesti sledeći zaključci:

- Prašina u stočarskim objektima uglavnom je organskog porekla i potiče iz hrane, kože, perja, prostirke i fecesa.

- U stočarskim objektima prašina se javlja u različitim koncentracijama i često prelazi preporučenu vrednost od 10 mg/m³.
- Prečnik čestica prašine u vazduhu stočarskih objekata iznosi do 10 µm.
- čestice koje se smatraju respirabilnim za životinje i ljude prečnika su do 7 µm.
- Većina mikroorganizama prenosi se kroz vazduh na česticama organskog porekla, prečnika od 3 do 15 µm.
- Povećana koncentracija prašine u vazduhu direktno je povezana sa pojavom respiratornih oboljenja kod ljudi i životinja.
- Smanjenjem razmene toplote ili prigušenjem protoka vazduha, prisustvo prašine ometa rad ventilatora, razmenjivača toplote, toplotnih pumpi i filtera.
- U praksi, znatno smanjenje sadržaja prašine može se ostvariti: smanjenim stvaranjem prašine, prečišćavanjem stajskog vazduha i intenzivnom ventilacijom. Posebno 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 preporuče konačni modeli prečištača stajskog vazduha.

LITERATURA

- [1] Gadd, J.: "Dust is growing menace in modern piggeries". *Pigs* (May/June): 6-9. 1987.
- [2] ACGIH. ACGIH: "Threshold limit values for chemical substances in work air". Cincinnati, OH: American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 1992.
- [3] ADAS Technical Services Division: "Concentration of airborne dust in intensive poultry units. Project 02128", MAFF Commission Review, 52. 1981.
- [4] Andersen, A.A.: "New sampler for the collection, sizing and enumeration of viable airborne particles". *Journal of Bacteriology*, 76: 471-484. 1958.
- [5] Beasley, J.N., Patterson, L.T., McWade, D.H.: "Transmission of Marek's disease by poultry house dust and chicken dander". *American Journal of Veterinary Research*. 31: 339-344. 1970.
- [6] Bundy, D.S.: "Electrical charge plays role in dust-collections system". *Feedstuffs* 63(12): 30. 1991.
- [7] Butler, E.J., Egan, B.J.: "Unidirectional air flow isolators: a review. World's" *Poultry Science*, 30: 32-41. 1974.
- [8] Carpenter, G.A.: "Dust in livestock buildings-Review of some aspects". *Journal of Agricultural Engineering Researches*, 33: 227-241. 1986.
- [9] Cermak, J.P., Ross, P.A.: "Airborne dust concentrations associated with animal housing tasks". *Farm Building Progress* 51: 11-15. 1978.
- [10] Cermak, J.P.: "The stockman's work". *Pig Housing Supplement, Pig Farming*. 75-81. 1976.
- [11] Charles, D.R., King, A.W.M., Walker, G.J., Benham, C.L., Spencer, P.G.: "Air filtration in poultry houses". *Proceedings of the Filtration Society Symposium; Filtration in Medical and Health Engineering*. London. pp. 70-72. 1969.
- [12] Chen, Y., Zhang, Y., Barber, M.E.: "A new mathematical model of particle size distribution for swine building dust". *ASHRAE Trans.*, V.101, Pt. 2. pp. 1169-1179. 1995.
- [13] 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.
- [14] Crichlow, E.C., Yoshida, K., Wallace, K.: "Dust levels in a riding stable". *Equine Veterinary Journal*, 12(4): 185-188. 1980.
- [15] Curtis, E.S., Drummond, J.G., Grunloh, D.J., Lynch, P.B., Jensen, A.H.: "Relative and qualitative aspects of aerial bacteria and dust in swine houses". *Journal of Animal Science*, 41(5): 1512-1519. 1975.
- [16] Doig, P.A., Willoughby, R.A.: "Response of swine to atmospheric ammonia and organic dust". *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 59(11): 1353-1361. 1971.
- [17] Donaldson, A.I.: "Factors influencing the dispersal, survival and deposition of airborne pathogens of farm animals". *Veterinary Bulletin* 48(2): 83-94. 1978.
- [18] Donham, K.J., Hagling, P., Peterson, Y., Rylander, R., Belin, L.: "Environmental and health studies of workers in swine confinement buildings". *British Journal of Industrial Medicine*, 46: 31-37. 1989.
- [19] Donham, K.J., Zavala, D.C., Merchant, J.A.: "Acute effects of the work environment on pulmonary functions of swine confinement workers". *American Journal of Industrial Medicine*, 5: 367-375. 1984.
- [20] Donham, K.J.: "Health hazards of air in swine confinement buildings: state of the art". *Proc. Am. Assoc. Swine Practitioners*. Indianapolis, N., March. 1987.
- [21] Dosman, J.A., Graham, B.L., Hall, D., Van Loon, P., Bhasin, P., Froh, F.: "Respiratory symptoms and pulmonary function in farmers". *Journal of Occupational Medicine*, 29: 39-43. 1987.
- [22] Dymont, J.: "Control of animal house environment". *Air filtration. Laboratory Animals Ltd*. London. 338-352. 1976.
- [23] Feddes, J.J.R., Cook, H., Zuidhof, M.: "Characterization of airborne dust particles in turkey housing". *Canadian Agricultural Engineering* 34: 273-280. 1992.
- [24] Hammond, E.G., Fedler, C., Smith, R.J.: "Analysis of particle-borne swine house odours". *Agriculture and Environment* 6: 395-401. 1981.
- [25] Harry, E.G.: "Air pollution in farm buildings and methods of control: a review". *Avian Pathology* 7: 441-454. 1978.
- [26] Harry, E.G.: "The survival of *Escherichia coli* in the dust of poultry houses". *Veterinary Record* 76(17): 466-470. 1964.
- [27] Hatch, T.F., Gross, P.: "Pulmonary deposition and retention of inhaled aerosols". *Academic Press* 1964.
- [28] Hayter, R.B., Besch, E.L.: "Airborne particle deposition in the respiratory tract of chickens". *Poultry Science*, 53: 1507-1512. 1974.
- [29] Heber, A.J., Stroik, M., Faubion, J.M., Willard, L.H.: "Size distribution and identification of aerial dust particles in swine finishing buildings". *Transactions of the ASAE* 31: 882-887. 1988.
- [30] Hinz, T.: "Airborne pollutants from agricultural plants and buildings. In *Agricultural Engineering*", vol. 2, *Agricultural Buildings*, V.A. Dodd and P.M. Grace, eds., 1481-1487. Rotterdam, Netherlands: CIGR 1989.
- [31] Hoffman, Van H., Richter, W.: "Der Keimgehalt der Luft-ein Beachtenswerter Klimafaktor in Schweine Mastställen beim Einsatz von stanbformimegen trockenfutter". *Monatshefte für Veterinärmedizin*, 19: 567-573. 1964.
- [32] Honey, L.F., McQuitty, J.B.: "Dust in the animal environment". *Research Bulletin 76-2*, Department of Agricultural Engineering, Edmonton, Alberta: University of Alberta 1976.
- [33] Hugh-Jones, M., Allan, W.H., Dark, F.A., Harper, G.J.: "The evidence for the airborne spread of Newcastle disease". *J. of Hygiene, Cambridge*, 71: 325-339. 1973.
- [34] Iversen, M., Pedersen, B.: "The relationship between respiratory symptoms, type of farming and lung function disorders in farmers". *Thorax* 45: 919-923. 1990.
- [35] Koelliker, J.B., Miner, M.L., Hellickson, H.S.N.: "A zeolite packed air scrubber to improve poultry house environments". *Transactions of the ASAE*, 23: 157-161. 1980.

- [36] Koon, J., Howes, J.R., Grub, W., Rollo, C.A.: "Poultry dust: origin and composition". *Agricultural Engineering* 44: 608-609. 1963.
- [37] Lacey, J.: "Actinomycete and fungus spores in farm air". *Journal of Agricultural Labour Science*. 1(2): 61-78. 1973.
- [38] Larkin, B.S., Turnbull, J.E., Gowe, R.S.: "Thermosiphon heat exchanger for use in animal shelters". *Canadian Agricultural Engineering*, 17(2): 85-89. 1975.
- [39] Macauley, W.I.: "Intensive animal husbandry waste heat applied to greenhouse heating". MSc Thesis, University of Belfast, Department of Mechanical Engineering. 1981.
- [40] Martin, H.: "Some considerations in dealing with respiratory disease in calves". *Veterinary Record*, pp. 255-261. 1967.
- [41] Moulsey, L.J.: "Preliminary trial of an air filter system in a broiler house". Division Note DN/1081, National Institute of Agricultural Engineering. Silsoe 1981.
- [42] Oyetunde, O.O.F., Thomson, R.G., Carlson, H.C.: "Aerosol exposure of ammonia, dust and *Escherichia coli* in broiler chickens". *Canadian Veterinary Journal*, 19: 187-193. 1978.
- [43] Pringle, R.T.: "A design guide to mechanically ventilated livestock housing". Bulletin 26, North of Scotland College of Agriculture 1981.
- [44] Sellers, R.F., Parker, J.: "Airborne excretion of foot-and-mouth disease virus". *Journal of Hygiene, Cambridge*, 67: 671-677. 1969.
- [45] Whitby, K.T., Algren, A.B., Jordan, R.C.: "Size distribution and concentration of airborne dust". *Heating, Piping and Air Conditioning* 27: 121. 1955.
- [46] Whitby, K.T., Algren, A.B., Jordan, R.C.: "The ASHRAE airborne dust survey". *Heating, Piping and Air Conditioning* 29(11): 185. 1957.
- [47] Whyte, R.T.: "A review of research on protection of the driver of agricultural vehicles from air contaminants I. (Report to the Health and Safety Executive). Division Note DN/1131, National Institute of Agricultural Engineering. Silsoe 1982.
- [48] Wolfe, R.R., Anderson, D.P., Chermis, F.L.: "Effect of dust and ammonia air contamination on turkey response". *Transact. of the ASAE*, 11: 515-522. 1968.
- [49] Zeida, J.E., Hurt, T.S., Rhodes, C.S., Barber, E.M., McDuffie, H.H., Dosman, J.A.: "Respiratory health of swine producers: focus on young workers". *CHEST* 103: 702-709. 1993.

Primljeno: 10.9.2002.

Prihvaćeno: 15.9.2002

Bibliid: 1450-5029 (2002) 6; 3-4, p. 119-122

UDK: 631.227.2: 621.36

Stručni rad

Professional paper

POSTUPCI I OPREMA ZA OPTIMALNI MIKROKLIMAT U ŽIVINARSTVU

THE PROCEDURES AND EQUIPMENT FOR OPTIMAL POULTRY MICROCLIMATE

Saša ĐURIĆ, dipl.maš.ing
predstavnik firme »Big Dutchman International GmbH« Vechta, Nemačka, Novi Sad, železnička 23a

REZIME

U radu je predstavljena najsavremenija tehnologija klimatizacije živinarskih objekata.

Navedeni su problemi savremene živinarske proizvodnje vezani za nove vrste hibrida živine i globalnog zagrevanja. Opisani su osnovni principi koji se koriste za postizanje optimalnog mikroklimata u objektima i oprema koju nudi vodeći svetski proizvođač opreme za živinarstvo "Big Dutchman International GmbH" iz Nemačke.

Ključne reči: mikroklimat, ventilacija, oprema

SUMMARY

This paper presents the most modern climate technology in poultry houses.

It mentioned the problems in modern poultry production in connection with new breeds and globalwarming. It described the basic principles which are provided for achieving the optimal microclimate in the houses, and equipment which are offered by "Big Dutchman International GmbH", the leader in livestock equipment worldwide.

Key words: microclimate, ventilation, equipment..

UVOD

U uslovima savremene živinarske proizvodnje u kojoj npr. 4-sedmični brojler dostiže 2 kg pri konverziji hrane manjoj od 1:1.75, a nosilja treba da snese više od 300 jaja, godišnje, jednu od ključnih uloga igra upravljanje mikroklimatom. Pošto se radi o veoma složenom zadatku tj. procesu sa velikim brojem promenljivih, optimalno rešenje se postiže samo primenom savremene tehnološke opreme upravljanje mikroprocesorima.

Dok se u prošlosti moglo govoriti samo o ventilaciji, sada se punim pravom govori o klimatizaciji živinarskih objekata pošto se koriste integrisani sistemi za ventilaciju, grejanje, hlađenje i ovlaživanje, pa i filtriranje, tj. potpuno upravljanje kvalitetom vazduha u proizvodnom prostoru.

DISKUSIJA

Uticajne promenljive

Moderna oprema za ventilaciju može uticati na kvalitet vazduha na sledeći način:

- **Izmenom vazduha** u objektu svežim spoljnim vazduhom. Veći intenzitet protoka vazduha izbacuje napolje više toplote, vodene pare, ugljen dioksida i štetnih gasova, pri čemu se unosi i više kiseonika. Ventilacioni sistemi imaju zadatak da ravnomerno raspodele vazduh, ujednačenog kvaliteta po objektu da bi sva živina imala jednako dobre uslove.
- **Grejanjem**, što je neophodno u mnogim slučajevima da bi se proizvodila toplota i obezbeđivala optimalna