

UDK: 631.862.504.7

REDUKCIJA STEPENA ZAGAĐENJA VAZDUHA U STOČARSTVU

Miodrag Zoranović, Anđelko Bajkin, Vlado Potkonjak

Poljoprivredni fakultet - Novi Sad zormi@polj.ns.ac.yu

Sadržaj: U domaćim uslovima, pored industrijskih i gradskih otpada, na nivou redukovane stočarske proizvodnje stajnjak je pod etiketom opasnih materija, sa izvesnim stepenom zagađenja tri bazna životna faktora: vazduh, voda i zemljište. Za redukciju neprijatnih mirisa i bazno-gasnih kontaminata (NH_3 , H_2S , CO , CO_2 i N_2O), unutar uzgojnog ambijenta i njihove evakuacije sistemom ventilacije u spoljno okruženje, opisana je laboratorijski testirana varijanta vlažnog dinamičkog filtera DF sa zadovoljavajućim rezultatima. Za redukciju negativnog uticaja stajnjaka na ekosistem prikazane su varijante biofiltera i porozno-gumenog pokrivača lagune tečnog stajnjaka sa njihovim aproksimativnim rezultatima.

Ključne reči: *vazduh, ambijent, ekosistem, dinamički filter, biofilter, gumeni pokrivač.*

UVOD

Pod pojmom čistog, suv vazduh predstavlja mešavinu azota (78%), kiseonika (21%), argona (0,9%), CO_2 (oko 0,03%), sa mikrozasupljenošću vodonika, neona, kriptona, helijuma, ozona i ksenona (ASHRAE 1999). Osim navedenog, vlažan vazduh sadrži promenljive količine vodene pare i čvrstih čestica, nazvanih permanentne atmosfere nečistoće, što ga već čini formom zagađenog (ASHRAE, 1993). Poseban sastavni deo vazduha pripada mikro svetu: bakterije, virusi i gljivične vrste. Nabrojane vazdušne primese u stočarskim objektima poznate su pod nazivom *bioaerosoli*. Prašina je produkt hrane, prostirke, osušenog stajnjaka, animalno-kožnih ostataka i eksploatacione degradacije bazno-nadgradnog materijala uzgojnih objekata (Maghirang et al., 1995). Gasovi su pretežno generisani direktno od životinja i njihovih ekskreta, dok su mikroorganizmi oslobođeni iz tela životinja i vlažnih organskih taloga zidnih površina (Hartung, 1993). Najvažniji gasovi su CO_2 , NH_3 , H_2S , CH_4 , N_2O i mala količina aldehida, amina, aromatika, organskih kiselina i sumpornih jedinjenja (Hartung and Phillips, 1994)). Ugljen-dioksid uglavnom je proizvod animalno-respiracionog sistema, dok je amonijak nusprodukt bakterijske i enzimske dekompozicije azotnih jedinjenja, sadržanih u ekskretima, a posebno urinu.

Gram pozitivne bakterije predstavljaju 72% izolovanih vrsta iz prašine uzgojno-finišerskih objekata (*Butera et al., 1996*). Dvadeset dve vrste bakterija i fungicida izolovano je iz prašine sakupljene u odeljenju za uzgoj svinja, prema samo šest vrsta iz sličnih prostorija bez njihovog prisustva (*Martin et al., 1996*). Zasnovano na prethodnim proučavanjima, ambijentalni vazduh objekta uključuje izvestan varijetet mikroorganizama u suspenzijama.

Nedavno, obuhvatan istraživački projekat dokumentovao je kvalitet vazduha u 329 evropskih objekata (*Takai et al. 1998; Groot Koerkamp et al. 1998; Seedorf 1998*). Globalno, prosečna koncentracija inhalacione i respiracione prašine bila je 2,19 i 0,23 mg/m³ u prosečnim objektima, a amonijaka 5-18 ppm. Dnevno prosečne koncentracije endotoksinskih inhalatora bile su 114,6; 186,5 i 135,1 mg/m³ u prostorijama za krmače, zalučenu prasad i uzgojno-finišne sekcije, respektivno. Vazduh u zatvorenim svinjarskim objektima kontaminiran je bakterijama i plesni do 1200 puta više od čistog vlažnog vazduha.

Koncentracija CO₂ može prevazići 4000 ppm tokom zimskih uslova, ali će biti normalnija ispod 1000 ppm tokom leta. Isti trend može se pripisati amonijaku. Njegova koncentracija može biti između 20 i 30 ppm pod zimskim uslovima, ali mnogo niža tokom leta.

Pri frekventnom pražnjenju skladišta stajnjaka koncentracija H₂S, metana i drugih gasnih komponenti, biće dovoljno niska sa aspekta bezbednosti čoveka u neposrednom okruženju. Sumpor-vodonik intenzivno se oslobađa mehaničkom iritacijom tečnog stajnjaka, a metan pri njegovom dužem skladištenju u anaerobnim uslovima.

Oskudna je evidencija o zdravstvenim i ekološkim rizicima prisutnih mirisa u procesu uzgoja posmatrane životinjske vrste. Ipak, minimiziranje mirisnih smetnji postalo je glavni faktor dizajna i operativnosti stočarskog farminga današnjice. Glavna organska jedinjenja, kao izvor mirisa iz nusprodukata stočarstva (organske masne kiseline, aldehidi, alkoholi, fenoli, mercaptani, amini i dr.), rezultat su anaerobnih procesa. U ovom slučaju, degradacija organske materije deli se u dve faze: 1-razlaganje u organska jedinjenja i 2-njihovo prosledno razlaganje na slabije mirise i produkte sastavljene od CH₄, CO₂ i H₂O. Organske masne kiseline najvažnija su grupa, uopšteno smatrana ekstremno postojanim indikatorom ofanzivnosti stajnjačkih mirisa (*Williams, 1984*). Jedinjenja sa sadržajem sumpora proizvodi su degradacije amino kiseline i mikrobske redukcije sulfata prisutnih u urinu.

Usled porasta javne zabrinutosti razvijenih zemalja, agencije za zaštitu životne sredine traže način pojednostavljenja i standardizacije merenja mirisa, npr. upotrebom elektronskih noseva.

MATERIJAL

Na osnovu tendencije usavršavanja poznatih sistema izđubrevanja na globalnom nivou, dat je kratak opis idejnog rešenja *sifonskog sistema izđubrevanja* za značajnu redukciju emisije gasnih komponenti u kontrolisani uzgojni ambijent.

Prikazani su rezultati idejnog rešenje vlažnog dinamičkog filtera za prečišćavanje vazduha uzgojnog prostora DF, kao potencijalno sastavnog dela adaptiranih ili novoformiranih sistema ventilacije. Filter je razvijen u laboratorijskim uslovima Departmana za poljoprivrednu tehniku, Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu. Metodom simulacije nepoželjnih koncentracija gasnih komponenti (NH₃ i H₂S), testirana

je efikasnost njihove redukcije. Merenja su izvršena preciznim instrumentom "Dräger Pac III S" sa elektronsko-hemijskim senzorima. Metodom kontrolisanog isparenja, iz uzorka tečnog stajnjaka posmatrane su koncentracije NH_3 (5-45 ppm) i H_2S (2-8 ppm).

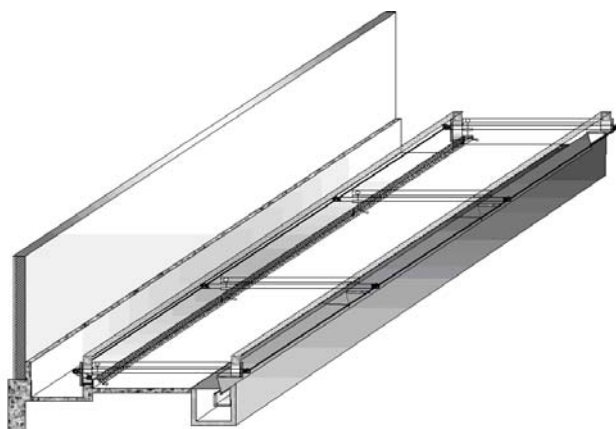
Primena DF-a zahteva razvoj pokretnog sistema ventilacije sa efikasnim sakupljanjem, kako prašine, tako i mikroorganizama. U prilog razumevanju dat je šematski prikaz idejnog rešenja, sa kratkim osvrtom na opravdanost njegovog razvoja.

Radi potencijalne redukcije neprijatnih mirisa i gasnih komponenti sa efektom staklene bašte iz skladišta tečnog stajnjaka (septičke jame i lagune), prikazani su otvoreno-zatvoreni sistemi biofiltera i porozno-gumenog pokrivača laguna tečnog stajnjaka u spoljnom okruženju.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA SA DISKUSIJOM

Sistemi izdubavanja

Često sretljivi sistemi izdubavanja uzgojnih objekata u svinjarstvu su rešetkasti podovi sa skladišnim bazenima ispod njih. U domaćim uslovima uglavnom je zastupljen sistem magistralnih kanala do skladišnih laguna. Obe varijante, kroz emisiju nepoželjnih gasnih komponenti značajni su izvori zagađenja uzgojnih prostora. *Sifon sistem* značajno redukuje stepen njihove emisije u ambijent uzgojnog prostora (nusprodukti spontane fermentacije otvorene mešavine: voda + urin + stajnjak + količina toplote + stopa fizičke iritacije = adekvatan nivo koncentracija: $\text{NH}_3 + \text{CO} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{S} + \text{N}_2\text{O}$). Sistem je posebno interesantan za primenu tehnologija AD digestora u proizvodnji biogasa i separirano-finišnog nutrienda, marginalizujući učešće uzgojnog prostora u posrednom zagađenju ekosistema sl. 1.

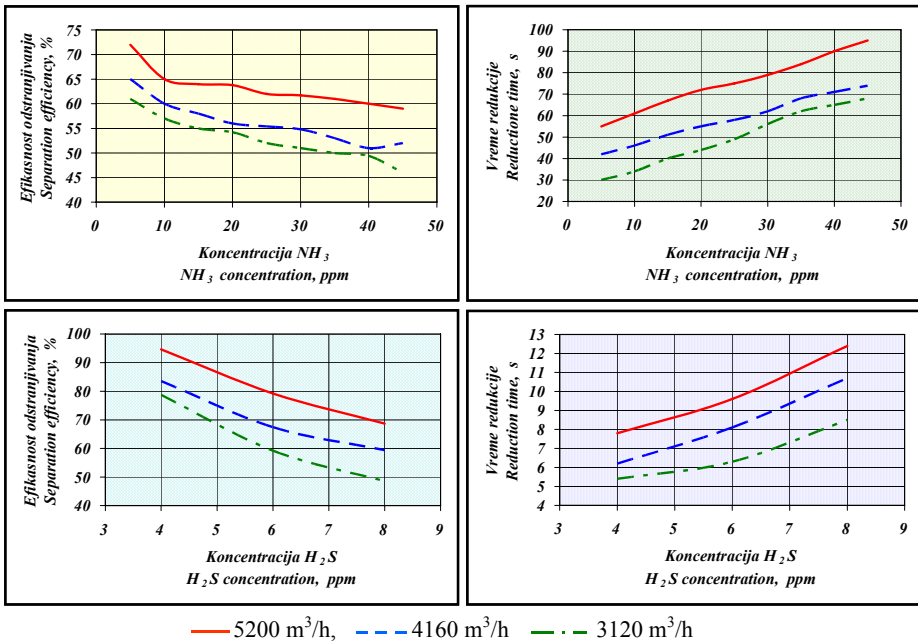


Sl. 1. Predlog tehničkog rešenja zatvorenog sistema izdubavanja "Sifon sistem"

Sistem podrazumeva automatsko održavanje rešetki i prostora ispod njih. Radi eventualnog čišćenje PVC kanala pod uglom slobodnog oticanja fekalija, sifonski poklopac u kanalu lako je pomerljiv. Praktično, bez eventualnog prisustva težih mehaničkih primesa, sa obaveznom proverom stanja između dva turnusa, čišćenje je nepotrebno.

Rezultati dinamičkog filtera DF

Uloga DF-a je smanjen broj izmena vazduha sa okolinom, prečišćavanje ulazno-izlaznog vazduha sa paralelnom eliminacijom prašine, regulacija mikroklimata na polju apsolutne i relativne vlažnosti ambijentalnog vazduha, paralelna jonizacija sa ozonizacijom vazduha, izvestan stepen evaporativnog hlađenja, a kao posledica nabrojanog: "značajna ušteda toplotne i električne energije sa kvalitetnim baznim proizvodom".



Sl. 2. Efikasnost i vreme izdvajanja koncentracija NH_3 i H_2S iz vazduha DF-om

Iz tehničkih razloga DF je operisao sa 40% kapaciteta sistema za predviđeno prostorno ubrzigavanje vode, pri protoku 0,85 l/min i pritisku 3 bar. Radi poređenja efikasnosti izdvajanja različitih koncentracija gasnih komponenti primenjen je metod njihove kontrolisane akumulacije u aktivnoj zapremini laboratorije. U stvarnosti, koncentracije ovih komponenti variraju na godišnjem, dnevnom, pa čak i satnom nivou, a zavise od: vrste i uzrasta životinjske vrste, vrste hraniva, tipa objekta, sistema izdubavanja i kompletnog sistema za održavanje mikroklimata (ventilacija i filtracija ambijentalnog vazduha).

Prema dijagramima sa sl. 2, posmatrane koncentracije NH_3 , pri maksimalnom kapacitetu ventilacionog sistema, u intervalu 5-45 ppm efikasno su redukovane sa 73 i 59% u toku 55-95 s respektivno. Pri podešenom minimalnom kapacitetu ventilacionog sistema, ove vrednosti značajno su snižene, sa stepenom redukcije 62-48% u toku 30-48 s respektivno.

Primenjen sistem kontrolisane mehaničko-pneumatske iritacije uzorka tečnog stajnjaka, obezbedio je raspon akumuliranih koncentracija H_2S u aktivnoj zapremini

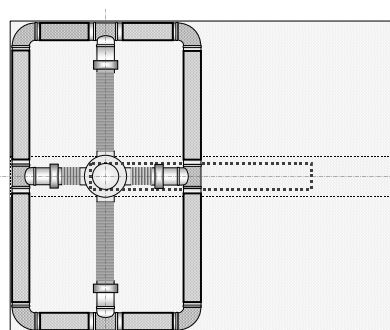
laboratorijskog vazduha 2-8 ppm. Pri maksimalnom kapacitetu ventilacionog sistema, ostvaren je stepen redukcije 95-68% u toku 8-13 s respektivno. Snižavanjem kapaciteta ventilacionog sistema, tendencijski slično redukciji NH_3 , opadala je efikasnost DF-a.

Prema rezultatima široko dostupnih podataka za razvijene varijante sličnih sistema, sa signifikantno višim pritiscima i protocima radnog fluida, ostvareni rezultati mogu se svrstati u rang dobrih. Razlog ovome je i energetska aspekt procesa u DF-u, gde je pad pritiska bez moguće varijante recirkulacije vazduha, bio maksimalno 70 Pa. Maksimalnim kapacitetom sistema pranja, sa adekvatnim hemijskim aditivima, izvestan je značajan uticaj na povećanje efikasnosti prečišćavanja DF-om. Na osnovu uočenih nedostataka i formiranog matematičkog modela za korišćene segmente procesa filtracije, u toku je razvoj poboljšanog DF-a sa značajno smanjenom zapreminom i povećanim efektom interakcije radnog fluida sa vazduhom na molekularnom nivou.

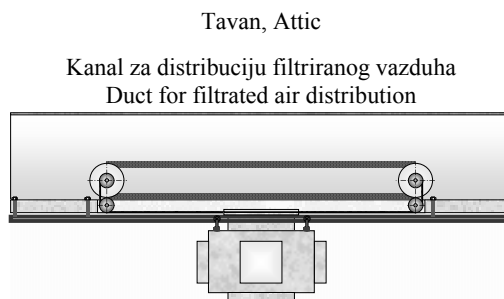
Usklađenost ventilacionog sistema sa filtracijom i recirkulacijom vazduha

Nemoguća je kontrola uzgojnog ambijenta bez efikasne dislokacije patogenih familija mikrosveta. U prilog njihovom opstanku idu relativno loša tehnička rešenja ventilacionih sistema. Zastupljenost mrtvih vazdušnih zona bazni je pokazatelj kvaliteta ventilacionog sistema, po pravilu lociranih u zoni tavanice. Naime, vazduh u aproksimativno stacionarnom stanju, relativne vlažnosti iznad 80%, kao specifično lakši skoncentrisan je u zoni tavanice. Kao takav predstavlja važan faktor za potencijalan razvoj mikrosveta. U izvesnom trenutku, određene grupacije mikroorganizama razvijaju se geometrijskom progresijom, sa sklonošću desantnog nastupa. Pored redovne veterinarske preventive, kao značajne karike u lancu troškova, ovakve ekscesne situacije rezultiraju signifikantnim pomorstvom ili snižavanjem efikasnosti stepena konverzije hrane unutar posmatranog ciklusa svinjarskog, a ekstremno peradarskog uzgoja.

Pokretna, lako demontažna i dezinfektivno obradiva, platforma za distribuciju vazduha ka plafonu omogućava njegovo pranje i sakupljanje hemijski već tretiranih potencijalnih vrsta mikrosveta, sl. 3. Ovakva smeša distribuirana se ka DF-u na UV tretman, čime se eliminišu preživeli grupacije mikrosveta. Radni fluid je izvesno mala količina vode, zamenljiva svežom, a kao mikrobski bezbedna upotrebljiva pri održavanju podne površine zatvorenog "sifon" sistema.



Ortogonalna projekcija



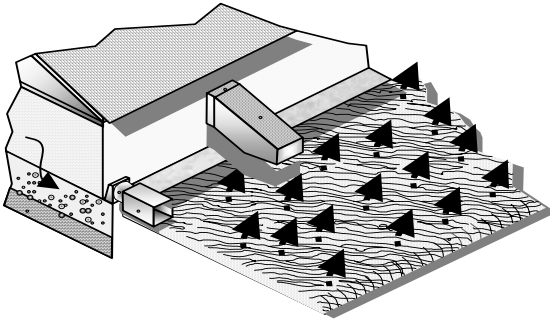
Kontrolisani ambijent

Frontalna projekcija

Sl. 3. Predlog tehničkog rešenja pokretne ventilacije

Biofilter

Biofilter je prosta pokrivna naslaga organskih materijala, mešavina komposta i drvene piljevine, kao medij za progresivan razvoj mikrobiološke populacije. Vazduh neprijatnog mirisa prinudno se sprovodi kroz medij, od mikroba bazno transformisan u CO_2 i H_2O . Ključni faktori biofilter redukcije neprijatnih mirisa su vreme interakcije vazduh/medij i sadržaj vlage u njemu. Biofilteri otvorene postelje, dubine medija 25-45 cm, površinski značajno veći od natkrivenih, preovlađujući su, sl. 4.



otvoreni biofilter



nadkriveni biofilter

Sl. 4. Varijante biofiltera

Bazni elementi biofiltera otvorene postelje su:

- mehanički ventilisan prostor sa prisutnom biodegradacijom i gasnom emisijom,
- manipulativni prostor za pokretanje izduvnog vazduha iz objekta za uzgoj ili skladišta za stajnjak kroz medij biofiltera,
- vazdušni plenum za distribuciju izduvnog vazduha ravnomerno ispod biofilter medija i
- porozni biofilterski medij, izvor organskih struktura adekvatne vlažnosti, kao životni prostor mikroorganizama.

Mikroorganizmi pridruženi organskom mediju kreiraju biofilm. U biofilmu, oksidišu biološki razgradljivi gasovi u CO_2 , H_2O , mineralne soli i biomasu. Nakon toga, značajno prečišćen vazduh napušta biofilter (do 78%). Kontrola optimalne vlažnosti biofilterskog medija, prema vrsti materijala omogućava operativni period 3-5 godina.

Porozno gumeni pokrivač



Sl. 5. Primena gumeno-poroznog pokrivača na površini lagune tečnog stajnjaka (probni položaj u Ajovi)- levo i University Olfactometer Laboratory- desno

Sloj približno 8 cm porozno-gumenog pokrivača redukovao je neprijatni miris sa 77 do 99% iz laguna skladišta tečnog stajnjaka tokom šestonedelnog tretmana (emisija NH_3 nije praćena). Obzirom da fizičke iritacije tečnog stajnjaka nije bilo, koncentracija H_2S bila je ispod detektujućeg limita.

U drugom tretmanu, tokom četvoromesečno ocenjivačkog perioda, fino usitnjeni pokrivač pokazao se veoma efikasnim pri redukciji neprijatnih mirisa probne lagune-hidroizolovani bazen. Monitoring kontrola koncentracija NH_3 i H_2S ukazala je na njihov visok nivo redukcije do 70%. Ocena integriteta pokrivača na klimatske promene bila je visoko zadovoljavajuća.

ZAKLJUČAK

Redukcija neprijatnih mirisa, organske i anorganske prašine, nepoželjnih gasnih komponenti i prisutnog mikrosveta u ambijentima prostora za animalni uzgoj, pored konvencionalnih niskoeffikasnih metoda, moguća je primenom vlažne filtracije sa kombinacijom efekta UV zračenja i hemijskih aditiva. Razlozi ovome su značajni benefiti tehničko-tehnološke i energetske prirode, zaštita humanog faktora kao direktnog učesnika uzgojnih procesa, poboljšanje odnosa input/output uzgojnog ciklusa, produkcija kvalitetnog baznog proizvoda i rešenje problema već postojećih zakonskih regulativa za zaštitu životne sredine.

Za redukciju neprijatnih mirisa i emisije gasnih komponenti sa efektom staklene bašte, intenzivno se usavršavaju tehnologije AD digestije sa produkcijom biogasa transformisanog u bazne energetske oblike (toplota + električna energija) i separiranog organskog nutrienda paralelno sa filtracijom neprijatnih mirisa.

Za niskoproduktivne farming sisteme sa laguna tečnog stajnjaka, u svrhu redukcije neprijatnih mirisa, H_2S i NH_3 , ekonomski i operativno interesantne varijante su biofilteri i primena porozno-gumenih pokrivača velike otpornosti na ekstremne klimatske uslove.

LITERATURA

- [1] ASHRAE. 1993. Fundamentals Handbook. ASHRAE, Atlanta, USA.
- [2] ASHRAE. 1999. HVAC Applications Handbook. ASHRAE, Atlanta, USA.
- [3] Butera M., J.H. Smith, W.D Morrison, R.R. Hacker, F.A. Kains and J.R. Ogilvie. 1991. Concentration of respirable dust and bioaerosols and identification of certain microbial types in a hog-growing facility. Canadian Journal of Animal Science 71: 271-277.
- [4] Groot Koerkamp, P.W.G., J.H.M. Metz, G.H. Uenk, V.R. Phillips, M.R. Holden, R.W. Sneath, J.L. Short, R.P. White, J. Hartung, J. Seedorf, M. Schöder, K.H. Linkert, S. Pedersen, H. Takai, J.O. Johnsen and C.M. Wathes. 1998. Concentrations and emissions of ammonia in livestock buildings in Northern Europe. Journal of Agricultural Engineering Research. 70: 79-95.
- [5] Hartung J. 1999. Airborne emissions from animal production and its impact on environment and man. In Proceedings of the International Congress 'Regulation of Animal Production in Europe'.
- [6] Hartung J., Phillips V.R. 1994. Control of gaseous emissions from livestock buildings and manure stores. Journal of Agricultural Engineering Research 57, 173-179.
- [7] Maghirang R.G., L.L. Christianson, G.L. Riskowski and H.B. Manbeck. 1995. Dust control strategies for livestock buildings - a review. ASHRAE Transactions SD-95-15-1:11611168.

- [8] Martin W.T., Y. Zhang, P. Willson, T. P. Archer, C. Kinahan and E.M. Barber. 1996. Bacterial and fungal flora of dust deposits in a pig building. *Occupational and Environmental Medicine* 53(7): 484-487.
- [9] Seedorf J., J. Hartung, M. Schöder, K.H. Linkert, V.R. Phillips, M.R. Holden, R.W. Sneath, J.L. Short, R.P. White, S.Pedersen, H. Takai, J.O. Johnsen, J.H.M. Metz, P.W.G. Groot Koerkamp, G.H. Uenk and C.M. Wathes. 1998. Concentrations and emissions of airborne endotoxins and microorganisms in livestock buildings in northern Europe. *Journal of Agricultural Engineering Research*. 70: 97-109.
- [10] Takai H., F. Møller M. Iversen S.E. Jorsal and V. Bille-Hansen. 1995. Dust control in pig houses by spraying rapeseed oil. *Transactions of the ASAE* 38(5):1513-1518.
- [11] Takai H., S. Pedersen, J.O. Johnsen, J.H.M. Metz, P.W.G. Groot Koerkamp, G.H. Uenk, V.R. Phillips, M.R. Holden, R.W. Sneath, J.L. Short, R.P. White, J. Hartung, J. Seedorf, M. Schöder, K.H. Linkert, and C.M. Wathes. 1998. Concentrations and emissions of airborne dust in livestock buildings in Northern Europe. *Journal of Agricultural Engineering Research*. 70: 59-77.
- [12] Williams A.G. 1984. Indicators of piggery slurry odour offensiveness. *Agricultural Wastes* 10, 15-36.

Rad je sastavni deo projekta istraživanja u oblasti tehnološkog razvoja za period 2008-2010: "Unapređenje i očuvanje poljoprivrednih resursa u funkciji racionalnog korišćenja energije i kvaliteta poljoprivredne proizvodnje". Evidencioni broj: 20076

REDUCION OF AIR POLLUTION LEVEL IN LIVESTOCK HUSBENDARY

Miodrag Zoranović, Anđelko Bajkin, Vlado Potkonjak

Faculty of Agriculture - Novi Sad zormi@polj.ns.ac.yu

Abstract: In domestic conditions, except industrial and municipal sewages, at the reduced level of livestock husbandary production, manure is labeled as dangerous matter, with certain pollution level of three basic vital factors: air, water and soil. For odors and basic gaseous contaminants (NH₃, H₂S, CO, CO₂ i N₂O) reduction, inside breeding ambient and their evacuation by ventilation system in surroundings, there is described laboratory tested variant of scrubbing dynamic filter DF with its satisfied results. For manure negativ influence on ecosystem there are presented variants of biofilters and porous-rubber cover of slurry lagoon with their approximate results.

Key words: *air, ambient, ecosystem, dinamic filter, biofilter, rubber cover.*