

UTJECAJ ZEOLITNOG TUFA IZ DONJEG JESENJA NA SMANJENJE EMISIJE AMONIJAKA KOD TOVA SVINJA

EFFECTS OF ZEOLITE TUFF FROM D. JESENJE ON THE REDUCTION OF AMMONIA OF EMISSION IN PIG FATTENING

Anamarija Farkaš, T. Filipan, Z. Uremović, M. Marušić

Izvorni znanstveni članak
UDK: 636.4:636.087.72.
Primljeno: 25. ožujak 2004.

SAŽETAK

Emisija amonijaka i drugi neugodni mirisi najčešće potječu s farma svinja. Za smanjenje emisije amonijaka nude se brojni aditivi za hranu i žitki mulj. Danas se u tu svrhu najviše koristi prirodni zeolit s dominantnim mineralom klinoptilolitom – Cp (klinoptilolit) koji je selektivan na amonijak, a apsorbira i druge neugodne mirise sa stočnih farmi.

Na lokalitetu Donje Jesenje, Krapina nalaze se sedimentna nalazišta vulkanskog tufa, s visokim sadržajem zeolita. Geološko-mineraloškim istraživanjima, utvrđen je glavni mineral klinoptilolit (Cp). Fizikalnim i kemijskim svojstvima utvrđena je selektivnost na sorpciju i ionsku izmjenu amonijaka i nekih drugih fermentnih plinova. U ovim biološkim pokusima izvršena su komparativna istraživanja s dva aditiva (Anivitala i Aromavitala) pripremljenih iz domaćeg zeolitnog tufa.

U radu su opisani provedba pokusa te rezultati dobiveni u tovu na 160 svinja na farmi "SOTIN", Vupik – Vukovar.

Ključne riječi: zeolitni tuf, klinoptilolit, Anivital, Aromavital, sorpcija, ionska izmjena, emisija, tov svinja

1. UVODNE NAPOMENE

Tijekom posljednja dva desetljeća mnogo pažnje je poklonjeno industrijskoj i poljoprivrednoj primjeni prirodnih zeolita vulkansko-sedimentnog podrijetla. Zeoliti su hidrirani alumosilikati koji imaju otvorenu trodimenzionalnu okvirnu strukturu. Takve strukture karakterizira istaknuta mikroporoznost koja pojačava jedinstvena svojstva adsorpcije, katalitička svojstva i svojstvo ionske izmjene, što je osnova širokog spektra mogućih upotreba.

Prirodni zeoliti (Cp) se u mnogim radovima opisuju kao biporozni materijali s karakterističnom visokom energijom adsorpcije.

Pokusima se željelo utvrditi kapacitet uklanjanja amonijaka (NH_3) iz zraka te iz otpadnog mulja (balege) amonijevog iona (NH_4^+) čije koncentracije dnevno variraju.

Potrebno je bolje poznavanje mogućnosti primjene zeolitnog tufa (Cp) i njegovih pripravaka (Anivitala i Aromavitala iz D. Jesenja) u različitim okolišnim uvjetima, ukoliko se žele koristiti u sastavima za smanjenje emisija neugodnih mirisa u uzgoju i tovu svinja.

Dr. sc. Anamarija Farkaš, prof. dr. sc. Tugomir Filipan, Institut za međunarodne odnose, Zagreb; prof. dr. sc. Zvonimir Uremović, Agronomski fakultet, Zagreb; Mihovil Marušić, dipl. ing. agr. Vupik, Vukovar - Hrvatska.

Cilj je ispitati smanjenje emisije amonijaka (NH_3) u zraku nastamba životinja i amonijevog iona (NH_4^+) u otpadnom mulju odnosno balegi.

2. DOSADAŠNJA ISKUSTVA U KORIŠTENJU PRIRODNOG ZEOLITA (CP) U UZGOJU SVINJA

Prema Armbrusteru (2001) zeolitni tuf iz sedimentnih stijena vulkanskog podrijetla s glavnim mineralom clinoptilolitom ($\text{Na, K} \times \text{Si}_{30}\text{Al}_6\text{O}_{72} \times n \text{H}_2\text{O}$) našao je široku primjenu u raznim djelatnostima, pa tako i u zaštiti okoliša. Prije 25 godina našlo je primjenu ca 300.000 t, da bi već 1997. godine proizvodnja i potrošnja zeolita dosegla 3,6 milijuna tona godišnje.

Najviše početnih istraživanja u korištenju prirodnog zeolita bilo je 60-ih godina u Japanu gdje su poljoprivrednici koristili usitnjenu zeolitnu stijenu za regulaciju sadržaja vlage i neugodnog mirisa kod životinjskog otpada. Mumpton (1977, 1984).

Kondo i Wagai (1968) utvrdili su da dodatak zeolita (Cp) hrani u tovu svinja povećava djelotvornost hranjenja. Analizom fecesa utvrđeno je da zeolit pridonosi djelotvornijoj konverziji dušika u životinjske bjelančevine, što se tumači da zeolit djeluje kao spremnik za amonijev ion (NH_4^+). Prema Mineru (1974) najčešći miris potječe uslijed mikrobioloških procesa razgradnje organske tvari pri čemu se mogu razvijati i amonijak, sumporovodik, različiti amini, merkaptani, organske kiseline, karbonil, indol, skatol i dr. Fiziološki, biokemijski i histokemijski pokusi rađeni u sklopu istraživanja pomogli su u razjašnjenju mehanizma aktivnosti zeolita kod tova svinja (Nestorov, 1984).

Rezultate o upotrebi prirodnih zeolita u hranidbi domaćih životinja objavili su Vrzgula i Bartho (1984). Svrha podataka iznesenih ovdje jest proširiti ta otkrića i ponuditi fiziološka objašnjenja za dobivene učinke. Učinak zeolitnog tufa bogatog clinoptilolitom u hrani za svinje u rastu utvrđen je na temelju prirasta na težini, zdravstvenog stanja, hematoloških i biokemijskih indeksa i prirode i mirisa fekalne tvari.

Mnogi autori su otkrili da zeoliti povećavaju aktivnost ureaze u velikom crijevnom lumenu svinja, vjerojatno zbog sorpcije NH_4^+ od strane zeolita (Cp).

Autori nisu zapazili razlike u ponašanju svinja koje su dobile u hrani i do 5% zeolita (Cp) u

usporedbi s kontrolnim životinjama. Feces je optički bio kompaktniji, bolje oblikovan i manje smradan.

Prema Mineru (1984), uređaj za pročišćavanje zraka od amonijaka (scruber), napunjen zeolitom (Cp), može ukloniti i do 45% amonijskog dušika iz zraka.

Poulsne i Oksbjerg (1995) ispitivali su mogućnost uporabe clinoptilolita, klinosorba i aktiviranog clinoptilolita u procesu uklanjanja amonijevih iona iz otpadnih tvari. Njihova istraživanja pokazuju da se amonijevi ioni uklanjaju clinoptilolitom kombinacijom dvaju procesa: ionskom izmjenom i adsorpcijom.

Prirodni zeoliti imaju znatan potencijal u sorpciji plinova CO_2 , SO_2 , NH_3 , NO_x , H_2S iz zraka opisao je Axente i sur., (1993).

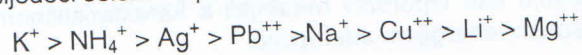
Isto tako prirodni zeoliti zbog svojih fizikalnih i kemijskih svojstava imaju široku primjenu u obradi životinjskog otpada (Melenova, i sur., 2003).

Rezultati pokusa Ma i Wu (1995) su pokazali da je djelovanje zeolita (Cp) dodanog u hranu kompleksno i višestruko i da se, vjerojatno, ne može svesti isključivo na sorpciju mirisa amonijaka kao jedinstvene toksične supstancije koja se doista može eliminirati pomoću zeolita.

Phillips i Paen (1998) predložili su novi način managementa za zbrinjavanje otpada u stočnim farmama.

Povrh tehničkih problema vezanih uz njegovo suzbijanje, miris je subjektivni fenomen. Reakcija na miris temelji se na prethodnom iskustvu, odnosu prema izvoru koji širi miris i osobnoj osjetljivosti pojedinaca. Smrdljivi spojevi obično nastaju razgradnjom organske tvari koja zatim ispariva iz krute i tekuće otpadne tvari, te uvjetuje negativan učinak izvan i unutar farme. Nude se brojni aditivi za hranu i žitki mulj da bi se smanjila emisija nastala u tovu svinja. Krieger i Pfelffer (1995) opisuju mehanizme ionske izmjene i sorpcije amonijevog iona na zeolitu (Cp) trgovačkog naziva "Klinofeed", "Klinosorb", "Zeoflock" spominje Kallo (1993) i dr.

Gradev i sur. (1993) ispitivali su utjecaj koncentracije NH_4^+ i pH otopine, korelacije sorbensa clinoptilolita (Cp) / otopini i kontaktnog vremena i selektivnost clinoptilolita u obliku natrija i dobili su sljedeći selektivni poredak:



Jedna od najviše istraženih uporaba zeolita odnosi se na uklanjanje amonijevih iona iz gradskih i industrijskih otpadnih tvari, a to je posljedica velike selektivnosti klinoptilolita i filipsita prema amonijevim ionima. Od svih prirodnih zeolita klinoptilolit ima najveću djelotvornost u sorpciji amonijaka i amonijevih iona (Kesraoui-Ouki i sur., 1994).

Meisinger i Lefeaurt. (2001) vrlo dobro su opisali na koji način se mogu pomoću Aluma ili Zeolita smanjiti neugodni mirisi u stočnim farmama, gdje su smanjili do 60% emisije amonijaka (NH_3).

Izazov da se identificiraju tehnike kompatibilne s modernim postupcima adsorpcije tih plinova, potaklo je mnogo istraživača u prošlosti da ponovno aktiviraju primjenu prirodnih zeolita i u budućnosti u zaštiti čovjekove okoline.

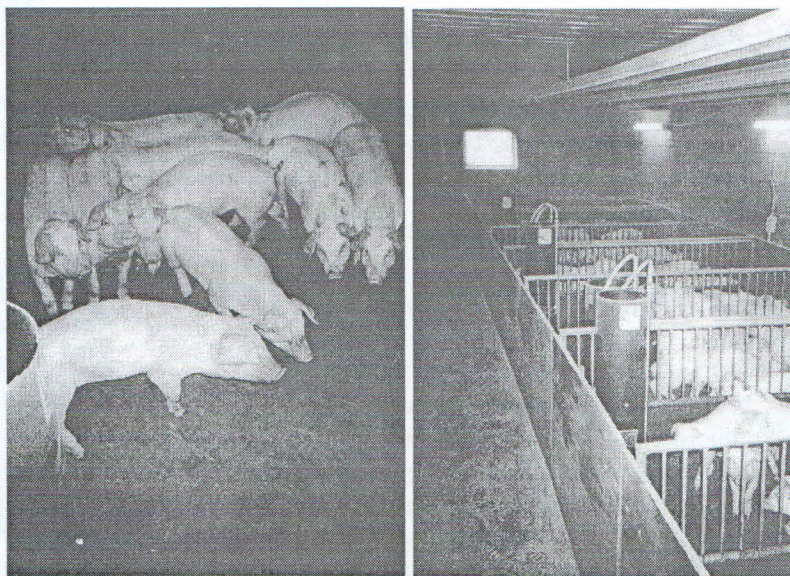
3. MATERIJAL I METODA RADA

Pokus tova prasadi proveden je na Farmi "SOTIN" - Vupik, Vukovar na 160 svinja, prema prijedlogu prof. dr. Z. Uremovića s Agronomskog fakulteta, Zagreb.

Pokus je proveden uz primjenu pripravaka iz prirodnog zeolita (Cp) Anivitala i Aromavitala u 6 skupina slučajno odabranih tovnih svinja križanaca ujednačenih po tjelesnoj masi i spolu uz primjenu držanja na punom podu. Pokusne skupine tovnih svinja bile su izolirane pregradom od ostalih svinja u tovilištu. U tovilištu izvan ograde smještena su 2 boksa kontrolnih svinja. U svakoj pokusnoj i kontrolnoj skupini bilo je po 20 svinja.

Slika 1. Objekt za tov svinja

Figure 1 Pig fattening unit



Tablica 1. Plan pokusa

Table 1. Plan of trials

Skupina - Group	Broj svinja Number of pigs - n	% Anivitala u kr. smjesi Anivital in feed mixture	Ukupno Total kg	Aromavital kg/m ²	Ukupno Total kg	Način hranidbe Method of feeding
Pokusna 1 - Trial 1	20	3.5	200	-	-	po volji - Ad lib.
Pokusna 2 - Trial 2	20	5	300	-	-	po volji - Ad lib.
Pokusna 3 - Trial 3	20	3.5	200	3.5	630	po volji - Ad lib.
Pokusna 4 - Trial 4	20	5	300	3.5	630	po volji - Ad lib.
Pokusna 5 - Trial 5	20	-	-	3.5	630	po volji - Ad lib.
Pokusna 6 - Trial 6	20	-	-	3.5	630	po volji - Ad lib.
Kontrolna 1 - Control 1	20	-	-	-	-	po volji - Ad lib.
Kontrolna 2 - Control 2	20	-	-	-	-	po volji - Ad lib.

Svinje u pokusu hranjene su jedinstvenim krmnim smjesama za tov svinja - s dodatkom Anivitala od 3.5% i 5% čiji je osnovni sadržaj 16% sir. bjelančevina i 12.5 MJ ME/kg. Odabrana je prasad od ≈ 25 kg početne tjelesne mase a završila za 120 dana kada se očekivala tjelesna masa od ≈ 110 kg.

Aromavital rasipan je po podu svakih 14 dana u količini od 3.5 kg/m^2 .

Pojedinačno vaganje tovnih svinja vršeno je 1., 60. i 120. dana tova.

3.1. Pripravak prirodnog zeolitnog tufa iz D. Jesenja (Anivital i Aromavital)

Anivital: pripravak od 95% zeolitnog tufa s dominantnim sadržajem minerala klinoptilolita (Cp) te korektora

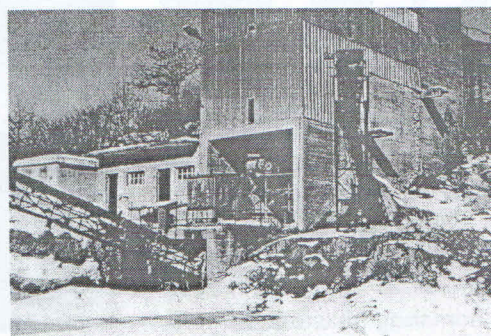
Aromavital: također je pripremljen od 98% zeolitnog tufa (Cp) te korektora

Prirodni zeolitni tuf koji se pojavljuje u poroznim sedimentnim stijenkama u Donjem Jesenju, obećavajući je mineral u očuvanju i zaštiti okoliša. Prema mineraloškom sastavu glavna mu je mineralna komponenta klinoptilolit (Cp). Klinoptilolit (Cp) koji je poznat kao ionski izmjenjivač i sorbens vrlo selektivan i djelotvoran na amonijak i amonijeve ione, te teške metale. Ovdje se opisuju njegova svojstva i karakteristike u obradi otpadnih tvari s promjenjivom koncentracijom amonijevog iona (NH_4^+) u balegi i u zraku nastamba svinja.

Slika 2. Rudište zeolitnog tufa D. Jesenje
Figure 2. Zeolite tuff sediments D. Jesenje

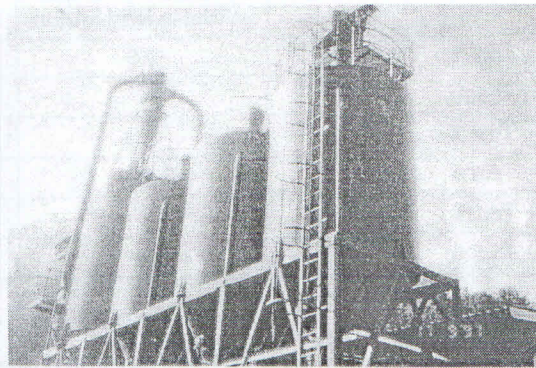


Detalj slojeva tufa u sjevernom pojasu
Detail of tuff layers in northern belt



Detalj izgrađene separacije
Detail of constructed separation

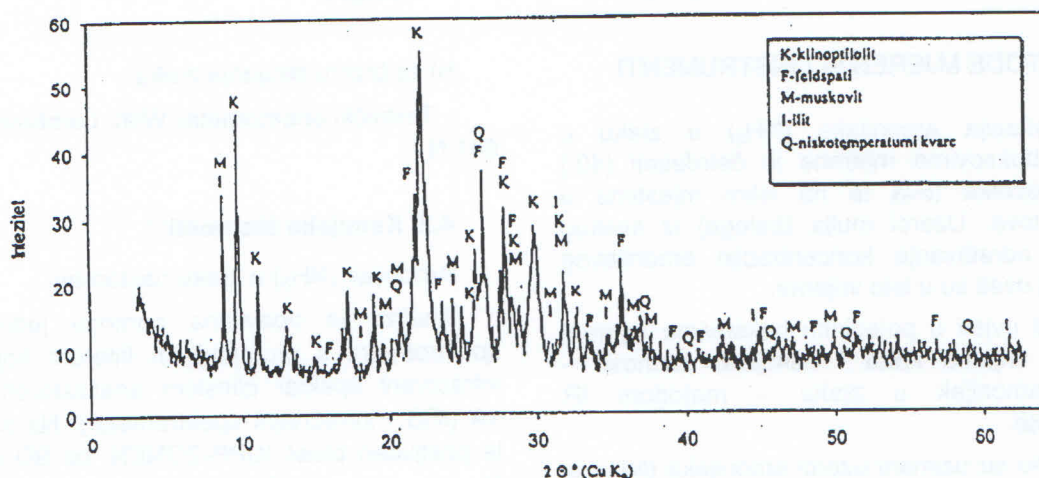
Slika 3. Proizvodni pogon pripravka zeolitnog tufa
Figure 3. Zeolite tuff production plan



Tablica 2. Kemijska svojstva i mineraloški sastav zeolitnog tufa
 Table 2. Chemical properties and mineral composition of zeolite tuff.

Kemijski sastav - Chemical composition (%)		Mineraloški sastav - kvalitativni Mineral composition - qualitative clinoptilolite
SiO ₂	64,93	Glavna komponenta - Main component: - klinoptilolit
Al ₂ O ₃	13,66	
Fe ₂ O ₃	2,03	Primjese - Admixtures: - muskovit - muscovite
K ₂ O	1,88	- ilit - illinium
Na ₂ O	3,66	- feldšpat - feldspar
CaO	2,99	- sepiolit - sepiolite
MgO	1,10	- kvarc - quartz
Gubitak žarenjem - Loss by burning	9,84	

Slika 4. Difraktogram (XRD) zeolita iz Donjeg Jesenja
 Figure 4. Diffractogram (XRD) of zeolite from D. Jesenje



Prvi korak u sprečavanju zagađivanja okoliša jest odrediti vrstu i stupanj zagađenosti u okolišu i otkriti izvore i sastav zagađivala koja se puštaju u prirodne resurse. Otpadne tvari koje sadrže visoke koncentracije mineralnih i organskih tvari treba adekvatno tehnološki obraditi. Visoki stupanj organske tvari obrađuje se aerobnim ili anaerobnim postupcima dok se mineralne komponente izdvajaju pomoću ionske izmjene. Često puta visoko opterećeni deponiji s organskim tvarima imaju neugodan miris.

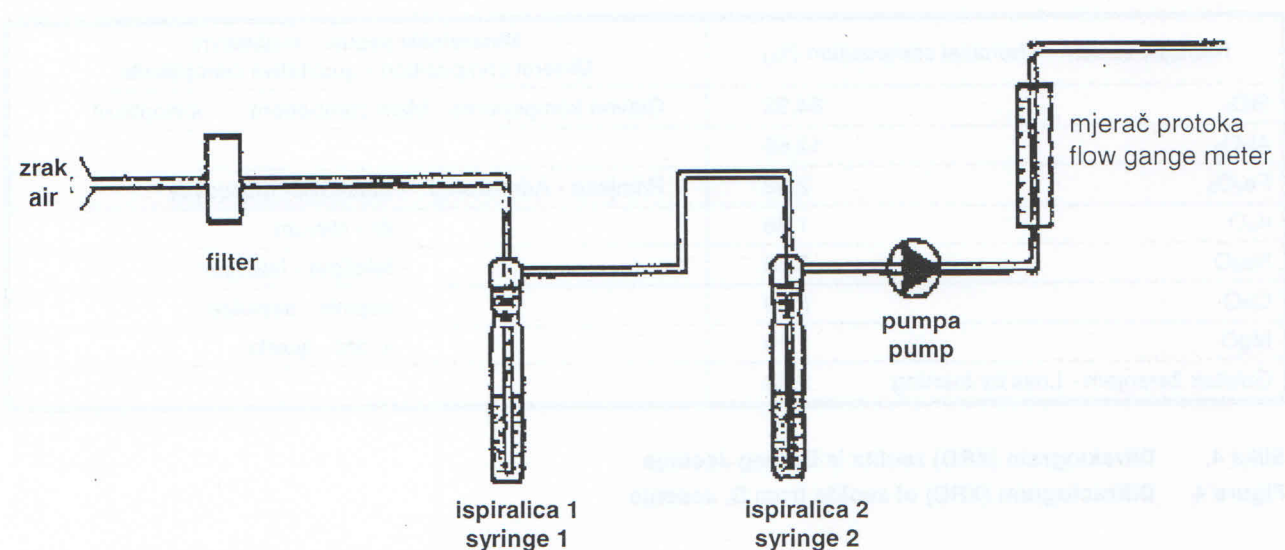
Pripravke iz zeolitnog tufa (Anivital i Aromavital) iz D. Jesenja primijenili su Ružinski i sur. (1994) u pročišćavanju otpadnog mulja na farmi u "Du-

bravici". Filipan i sur. (1997/98) primijenili su Aromavital i Anivital u tovu 99 svinja u "Kačkovcu".

U Wageningenu u IMAG-u (Derikson i Starmans, 2000) izvršeni su pokusi s primjenom Anivitale i Aromavitale u poboljšanju ambijentalnih uvjeta na farmi svinja u tovu. Ispitivani su ioni i koncentracije amonijaka i fosfata u otpadnom mulju tovnih svinja, te NH₃ u zraku nastamba svinja.

Obradu amonijaka i drugih fermentnih plinova te teških metala na zeolitu iz D. Jesenja vršili su mnogi naši istraživači: Štefica Cerjan-Stefanović, Butorac, Čurković, Farkaš, Filipan i dr. (1992/2004).

Slika 5. Uređaj za sorpciju amonijaka u kiseloj otopini (Acid Traps metoda)
 Figure 5. Apparatus for ammonia absorption in acid solution (Acid Traps Method)



4. METODE MJERENJA I INSTRUMENTI

Koncentracija amonijaka (NH_3) u zraku u pojedinim boksovima mjerena je četrdeseti (40.) dan od početka tova te na istim mjestima u završetku tova. Uzorci mulja (balege) iz svakog boksa za određivanje koncentracije amonijevog iona (NH_4^+) uzeti su u isto vrijeme.

Okolišni uvjeti u pojedinim boksovima mjereni su u isto vrijeme kada i kemijske štetnosti – odnosno amonijak u zraku – metodom IR spektrometrije.

Paralelno su uzimani uzorci amonijaka (NH_3) iz zraka u 0,05 N kiseloj otopini ACID-TRAPS metodom na visini od 0,5 m i 1,5 m od poda.

4.1. Mikroklima**

Za ispitivanje mikroklimatskih parametara korišteni su instrumenti:

a) za temperaturu i relativnu vlažnost zraka:

- Digitalni higro termometar DHT 02S "Dalmacija-Elektronika" Dugi Rat

b) za brzinu strujanja zraka:

- Termički anemometar Wilh. Lambrecht KG br. 641 N

4.2. Kemijske štetnosti**

Amonijak (NH_3) u zraku nastambe:

Analiza je obavljena pomoću jednozračnog spektrometra s promjenjivim filterom koji razlaže infracrveni spektar plinskim analizatorom MIRAN 1A (IRS - infracrveni spektrometar). Na instrument je priključen pisač KIPP-ZONEN, tip BD-40 04/50, te su svi rezultati mjerenja registrirani na spektrogramima, pohranjenima u arhivi Instituta.

Ispitivanje NH_4^+ u blatu (feces) izvršeno je u laboratoriju, nakon uzimanja uzoraka iz svakog boksa, Batch-postupkom i mjerenjem NH_4^+ s ion selektivnom elektrodom (Methrom Research) i Nesslerovim reagensom (SPM - spektrofotometar).

5. REZULTATI MJERENJA

Okolišni uvjeti

** Terenska ispitivanja izvršili su ovlašteni djelatnici Instituta za sigurnost, Odjela za zaštitu radne i životne okoline, Sanja Grahovac i dr.

Tablica 3. Rezultati mjerenja mikroklimatskih uvjeta u zraku nastambe svinja te u okolišu farme
Table 3. Results of measuring microclimatic conditions in the air of the pig unit and farm environment

13.03.2003.*		Okolišni uvjeti - Environment conditions		
Mjesto mjerenja Place of measuring	Temperatura u zraku objekta - Air temperature in the pig unit °C	RV% RH%	Strujanje zraka - Air circulation m/s	Napomene - Notes
Pokusna 1 - Trial 1	15	49	0,35-0,7	Na južnom zidu su postavljena 2 odsisna ventilatora (nisu u funkciji), a na sjevernom zidu su žaluzine. U svakom boksu je 20 svinja pred tov. On the southern wall there were 2 suck out ventilators (not working) and on the northern wall window shutters. There were 20 prefattening pigs in each box.
Pokusna 2 - Trial 2	15,8	49	0,50-0,7	
Pokusna 3 - Trial 3	16,07	51	0,33-0,44	
Pokusna 4 - Trial 4	15,7	51	0,24-0,28	
Pokusna 5 - Trial 5	16,0	53	0,14	
Pokusna 6 - Trial 6	15,5	51	0,13-0,32	
Kontrolna 1 Control 1	17,5	57	0,15-0,18	- prozori i žaluzine zatvoreni - windows and shutters closed
Kontrolna 2 Control 2	17,4	57	0,15-0,18	- 3 odsisna ventilatora nisu uključena - 3 suck out ventilators turned on - zrak struji u prostoriju preko 4 otvora u zidu vel. 10x10 cm
15.05.2003.**				
Pokusni boksovi Trial boxes (1-6)	≈19	54	slobodno free	Zbog više temperature zraka od 19°C u pokusnim boksovima ventilator nije radio pa su otvoreni prozori Free Since the temperature in trial boxes was higher than 19°C and the ventilators out of work the windows were open

*) vanjska temperatura 2°C

**) vanjska temperatura 16°C

Mjerenje koncentracije amonijaka (NH₃) u zraku i amonijevog iona (NH₄⁺) u balegi

Na tablici 4. prikazane su koncentracije amonijaka kao srednje vrijednosti mjerenja na 0,5 i 1,5 metara od poda.

Ako se uzme u obzir srednja vrijednost koncentracije NH₃ odnosno N-NH₄⁺ u svim pokusnim

skupinama tretiranim Anivitalom i Aromavitalom, te srednja vrijednost kontrolnih skupina izračunat je postotak ukupnog smanjenja koncentracije dušičnih spojeva.

Prosječne vrijednosti prirasta i utroška hrane za svaku pokusnu skupinu i kontrolu (od 20 svinja) prikazani su na tablici 5.

Tablica 4. Zbirni rezultati mjerenja koncentracije amonijaka u nastambi svinja u pokusu na farmi "SOTIN" Vupik
Table 4. Overall results of measuring ammonia concentration in the pig unit in the trials at the "SOTIN" Vupik farm

Mjesto mjerenja Place of measuring	Balega - Slurry		Zrak - Air		
	13.03.2003.	15.05.2003.	13.03.2003.	13.03.2003.	15.05.2003.
	N-NH ₄ ⁺ g/kg	N-NH ₄ ⁺ g/kg	NH ₃ IRS mg/m ³	NH ₄ ⁺ SFM mg/m ³	
Pokusna 1 - Trial 1	3,43	2,32	0,61	3,83	3,20
Pokusna 2 - Trial 2	3,09	3,09	0,83	3,33	2,73
Pokusna 3 - Trial 3	3,60	2,90	1,34	2,15	3,40
Pokusna 4 - Trial 4	1,45	2,72	0,82	2,01	3,63
Pokusna 5 - Trial 5	2,04	2,91	2,17	4,40	3,21
Pokusna 6 - Trial 6	3,05	3,02	2,10	5,2	2,20
Kontrolna 1 - Control 1	3,81	4,20	21,96	12,15	4,89
Kontrolna 2 - Control 2	3,58	4,30	13,80	10,28	3,74
% smanjenja N-spojeva N-compounds reduction, %	25,14	33,65	92,67	68,98	29,17

Tablica 5. Dnevni prirast, utrošak hrane i izlučenja u pokusu*

Table 5. Daily gain, feed consumption and eliminations in the trials

Skupina Group	Broj HD Number of FD	Ukupan prirast Total gain kg	Dnevni prirast Daily gain g	Ukupno hrane Total feed kg	Dnevno hrane Daily feed kg	Konverzija Conversion	Indeks potrošak hrane Index of feed consumption	Izluč kom Discarded animals
Pokusna 1 Trial 1	2143	1422	664	4700	2,19	3,30	104,89	1
Pokusna 2 Trial 2	2200	1426	648	4750	2,16	3,33	105,84	-
Pokusna 3 Trial 3	2090	1441	690	4900	2,34	3,40	108,27	-
Pokusna 4 Trial 4	1994	1206	605	4450	2,23	3,69	117,29	4
Pokusna 5 Trial 5	2200	1379	627	4650	2,11	3,37	107,12	-
Pokusna 6 Trial 6	2125	1468	691	4724	2,22	3,22	102,35	1
Kontrolna 1 Control 1	2200	1526	694	4740	2,15	3,11	100,00	-
Kontrolna 2 Control 2	2098	1436	684	4600	2,19	3,20		1

* rezultati sa škartovima - results with discarded animals

Način hranidbe: sve svinje dobivale su hrane po volji s time da su pokusne svinje u hrani dobile 3,5 do 5% Anivitala (tab. 1), a pokusne skupine P3 i P4 dobile su svakih 14 dana prostirku i još po 3,5 kg/m² Aromavitala. Pokusne skupine P5 i P6 dobile su samo prostirku (3,5 kg/m²) Aromavitala.

5. RASPRAVA I ZAKLJUČCI

Pokus je proveden na farmi "Sotin" – Vupik prema pokusnom planu (tablica 1). Pripravak Anivitala i Aromavitala proizveden je iz zeolitnog tufa D. Jesenje (slike 2 i 3). Kemijska svojstva i mineraloški sastav prikazani su na tablici 2, te slici 4.

Uzorci zraka za analizu amonijaka vršeni su sorpcijom u kiseloj otopini (Acid Traps metoda slika 5). Rezultati okolišnih uvjeta prikazani su na tablici 3. U prvom dijelu pokusa (13. 03. 2003.) mjerena temperatura u nastambi kretala se od 15 do 17 °C, a relativna vlažnost Rv od 45 do 57%, strujanje zraka kretalo se od 0,15 do 0,50 m/sek, a vanjska temperatura iznosila je 2 °C. Odsisni ventilatori nisu radili već je strujanje zraka provedeno kroz otvore u zidu boksa. Prozori su bili zatvoreni kako bi se postigli primjereni okolišni uvjeti od ≈15°C (vanjska temp. 2°C).

U drugom dijelu pokusa mjenog 15.05.2003. vanjska temperatura iznosila je 16 °C, a relativna vlažnost 54%. S obzirom da je prasid dostigla ≈100 kg, temperatura u boksovima bila je približno 19 °C, što se postiglo prirodnom ventilacijom (otvoreni prozori).

Na tablici 4 prikazani su rezultati mjerenja koncentracije amonijaka u zraku i u balegi. Srednje vrijednosti rezultata koncentracije amonijaka pokusnih i kontrolnih skupina prikazane su kao prosječne vrijednosti mjerene na 0,5 i 1,5 metra od poda. Zbirne rezultate kod svih 6 pokusnih skupina i 2 kontrolne skupine, prikazani su u odnosu smanjenja N-spojeva u postotku.

Detaljnije statističke pokazatelje svake pokusne i kontrolne skupine biti će prikazane nakon završetka obrade svih pojedinačnih podataka, skupina u drugom izvješću.

To isto vrijedi i za rezultate prirasta i utroška hrane (konvezijske i indeksa) koji su prikazani na tablici 5.

ZAKLJUČAK

Iz okvirnih zbirnih rezultata mjerenja u relativnim odnosima može se ustvrditi:

- da je dodatak Anivitala u hrani i Aromavitala kao prostirke smanjio emisiju amonijaka u balegi za ≈25% na početku tova i 33,6% u završetku tova
- isto tako došlo je do smanjenja amonijaka u zraku na početku tova i do 68 do 92% što je povezano sa smanjenom ventilacijom zraka (zimsko razdoblje)
- razlika koncentracije amonijaka u završetku tova 15.05. bila je mnogo manja ≈29% zbog prirodne ventilacije jer su bili otvoreni svi prozori
- iz rezultata indeksa potrošnje hrane vidljivo je da su životinje potrošile veću količinu hrane po prilici dodanoj količini od ≈5% Anivitala "NE ENERGETSKA HRANA", veći potrošak hrane u pokusnoj skupini P4 vjerojatno je iz razloga što su četiri (4) svinje škartirane. Nakon pomne obrade statističkih podataka sa i bez škartova dobit će se prava slika stanja.

Iz gore navedenih rezultata vidljivo je da aditivi Anivital i Aromavital pripremljeni iz zeolitnog tufa (Cp) D. Jesenje imaju budućnost za primjenu u zaštiti od emisije amonijaka.

LITERATURA

1. Armbruster, T. (2001): Clinoptilolite heulandite: applications and basic research, Proceedings of the 13th International Zeolite Conference, Montpellier, France, 13-27
2. Axente, F., A. Baldea, A. Abrudean (1993): Adsorption on Romania Natural Zeolites, Zeolite '93, 4th Inter. Conf. on the Occurrence, Properties, and Utilization of Natural Zeolites, Bosie, Idaho, str. 40-41.
3. Cerjan-Stefanović, Š., M. Kaštelan Macan, T. Filipan (1992): Ion Exchange Characterisation of Modified Zeolite, Water Science and Technology, Vol. 26, No. 9-11, pp. 2269-2272, Washington.
4. Cerjan-Stefanović, Š., L. Čurković, T. Filipan (1996): Metal Ion Exchange by Natural Zeolites. Croatica Chemica Acta, 69 (1) 2881-2900. ISSN 0011-1643.
5. Čurković, L., Š. Cerjan-Stefanović, T. Filipan (1997): Metal Ion Exchange by Natural and Modified Zeolites. Water Research, vol. 31, no. 6, pp. 1379-1382.

6. Derikson, P. J. L., D. A. J. Starmans (2000): Rezultati mjerenja emisije štetnih tvari u tovu svinja primjena Anivitala, Aromavitala, Wageningen – IMAG, Nizozemska, Studija, str. 1-19, na nizozemskom, IMO - Zagreb (copy)
7. Farkaš, A., S. Tišma, L. Ćurković, T. Filipan, (2002): Removal of Ammonium Ions from Gravitation Water of Waste Disposal Using Natural Zeolites, Zeolite '02, 6th Int. Conf. Occurrence, Properties and Utilization of Natural Zeolites, Thessaloniki, Greece, June 3-7, p. 97-99.
8. Filipan, T., Š. Cerjan-Stefanović, N. Ružinski (1995): Ionski izmjenjivači u pročišćavanju pitke vode od nitrata. Sigurnost, vol. 37, br. 1, str.1-11.
9. Filipan, T., N. Ružinski, Š. Cerjan-Stefanović (1997): Prirodni zeoliti za obradu otpadnih voda s visokim sadržajem dušičnih spojeva. Sigurnost, vol. 39, br. 1., str. 1-10.
10. Filipan, T., Anamarija Farkaš (1998): Primjena smjese prirodnog supstrata (SPS) na bazi zeolitnog tufa (Anivitala i Aromavitala) u tovu svinja. Sažetak Studije, str. 1-5, Institut za međunarodne odnose, Zagreb.
11. Filipan, T., N. Ružinski, Š. Cerjan-Stefanović, A. Farkaš (2000): Prirodni zeoliti u zaštiti okoliša, Sigurnost 42 (1), str. 1-11.
12. Filipan, T., L. Ćurković, A. Farkaš, A. Pisarović (2001): Influence of the Counter Cations (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} and Mg^{2+}) of a Natural Zeolite-Clinoptilolite on the Removal of Ammonium, 13th International Zeolite Conference, Montpellier, France, July 8-13.
13. Gradev, G. J., I. Sekoulov, M. Oldenburg, H. Gulyas (1993): Exchange of Ammonium on Clinoptilolite and its Application in Sewage-Wastewater Purification. Zeolite '93, 4th Inter. Conf. on the Occurrence, Properties, and Utilization of Natural Zeolites, Boise, Idaho, str. 109-111.
14. Kallo, D. (1993): Wastewater Purification in Hungary Using Natural Zeolites, Zeolite '93, 4th Inter. Conf. on the Occurrence, Properties, and Utilization of Natural Zeolites, Boise, Idaho, str. 128-130.
15. Kesraoui-Ouki, S., C. Chessemen, R. Perry (1994): Utilization in Pollution Control. A Review of Application to Metals Effluent, J. Chem. Tech. Biotechnol. 59, 121.
16. Koelliker, J. K., J. R. Miner, M. L. Hellickson, H. S. Nakaue, (1980): A zeolite packed air scrubber to improve poultry house environments: Trans. ASAE 23, 157-161.
17. Kondo, N. B. Wagai (1968): Experimental use of clinoptilolite-tuff as a dietary supplement for pigs: Yotonkai, May 1968, 1-4.
18. Krieger, R., A. Pfeiffer (1995): Examining of feed and slurry additives for decrease of ammonia from pig keeping, DTW (Deutsche Tierärztliche Wochenschrift): 132 (8): 316-320.
19. Ma, M. D., J. F. Wu (1995): Effect of adding deodorizers to diets on the performance and waste odor reduction of finishing pigs in hot season, J. of the Agricultural Association of China, 0(171): 71-82.
20. Meisinger, J. J., A. M. Lefcaurt (2001): Effect of adding alum and Zeolite to dairy slurry on ammonia volatilization and chemical composition, J. Dairy Sci. 84, 1814-1821. (The Scientific World) 1 (S2) 860-865.
21. Melenova, L., K. Ciahotny, H. Jirglova, H. Keisa, P. Ruzek (2003): Removal of ammonia from waste gases by adsorption on Zeolites, and their utilization in agriculture: Chemische Listry. 97 (7): 562-568.
22. Miner, J. R. (1974): Odors from confined livestock production, Env. Protect. Tech. Serv. EPA-660/2-74-023, 125 pp.
23. Miner, J. R. (1975): Evaluation of alternate approaches to control of odors from animal feedlots, Final report, Natl. Sci. Found. Grant ESR-74-23211, Idaho Research Foundation, Moscow, Idaho, 83 pp.
24. Miner, J. R. (1984): Use of Natural Zeolites in the Treatment of Animal Wastes, Zeo-Agriculture, Use of Natural Zeolites in Agriculture and Aquaculture, International Committee on Natural Zeolites, Brockport, New York, 1983, str. 263-269, Zeo-Agriculture, 1984.
25. Mumpton, F. A. P. H. Fishman (1977): The applications of natural zeolites in animal science and aquaculture, J. Anim. Sci. 45, 1188-1203.
26. Mumpton, F. A. (1984): The Role of Natural Zeolites in Agriculture and Aquaculture: Zeo-Agriculture, (ICNZ), Brockport, New York, str. 3-28.
27. Nestorov, Nikola (1984): Possible Applications of Natural Zeolites in Animal Husbandry, Zeo-Agriculture, (ICNZ), Brockport, New York, str. 167-174.
28. Phillips, V. R., B. F. Paen (1998): Gaseous emissions from the different stages of European livestock farming, In Environmentally Friendly Management of Farm Animal Waste, Matsunaka, T. Japan pp. 67-72.
29. Pond, W. G., F. A. Mumpton (1984): Zeo-Agriculture Use of Natural Zeolites in Agriculture and Aquaculture International Committee on Natural Zeolites, (ICNZ), Brockport, New York, edited by G. Pond and F. A. Mumpton.

30. Poulsne, H. D., N. Oksbjerg (1995): Effects of dietary inclusion of a zeolite (Cp) on performance and protein metabolism of young growing pigs, *Animal Feed Sci. and Techno.* 53 (3-4): 297-303.
31. Ružinski, N., T. Filipan, S. Benc (1994): Application of Natural Activated Zeolites in the Treatment of Highly Contaminated Wastewaters, u: *Biological Basis of Sustainable Animal Production: Proceedings of the Fourth Zodiac Symposium, Organized by WAU-EAAP, Wageningen, The Netherlands, April 13-15, 1993.* – (EAAP Publication No. 67, 1994). – Wageningen: Wageningen Papers, 1994, str. 193-197.
32. Vrzgula, L., P. Bartko (1984): Effects of Clinoptilolite on Weight Gain and Some Physiological Parameters of Swine, *Zeo-Agriculture*, Brockport, New York, str. 161-166.

SUMMARY

Emission of ammonia and other unpleasant odours most frequently come from pig farms. For the reduction of ammonia emission numerous additives for feed and slurry are offered. Today most frequently used for this purpose is natural zeolite with the dominant mineral clinoptilolite (Cp) which is selective to ammonia and also absorbs other odours from livestock farms.

At Donje Jesenje, Krapina, Croatia, there are sediments of volcanic tuff with a high zeolite content. Geological and mineral research identified the main mineral clinoptilolite (Cp). In physical and chemical properties selectivity to absorption and ion exchange of ammonia and some other fermentative gases was established. In the biological trials comparative research on two additives (Anivital and Aromavital) prepared from domestic zeolite tuff was carried out.

The paper describes the course of the trials and the results obtained in fattening 160 pigs on the farm SOTIN, Vupik, Vukovar.

Key words: zeolite tuff, clinoptilolite, Anivital, Aromavital, absorption, ion exchange, emission, pig fattening

narudžbenica

PRIRUČNIK

O PROIZVODNJI I UPOTREBI

STOČNE HRANE - KRME

Uredili:

Dr. sc. Franjo Dumanovski,

znanstveni savjetnik,

Zdenko Milas, dipl. ing. agr.

Ime i prezime

Institucija

Telefon

Fax

Broj komada

Potpis