

Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine
Academy of Sciences and Arts of Bosnia and Herzegovina
Naučno-stručni skup sa međunarodnim sudjelovanjem
“UPRAVLJANJE ANIMALNIM OTPADOM I ODRŽIVI RAZVOJ”
26. juna 2011, Sarajevo, Bosna i Hercegovina
Scientific-professional Conference with International Participation
“MANAGEMENT OF ANIMAL WASTE AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT”
26. June 2011, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina
Posebna izdanja/Special Editions CXLVII
Odjeljenje prirodnih i matematičkih nauka
Department of Natural Sciences and Mathematics
Zbornik radova/Proceedings 21, 99-109.

ISBN: 978-9958-501-77-7

2012

DOI: 10.5644/proc.aw-01.07

OKOLINSKI I EKONOMSKI EFEKTI SPALJIVANJA ANIMALNOG OTPADA

ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC EFFECTS OF BURNING OF
ANIMAL WASTE

Šefket GOLETIĆ, Jusuf DURAKOVIĆ, Nusret IMAMOVIĆ
Univerzitet u Zenici, Zenica, Bosna i Hercegovina
e-mail: goletic@mf.unze.ba

SAŽETAK

Animalni otpad zbog svojih karakteristika, sve većih količina i neadekvatnog zbrinjavanja predstavlja veliki okolinski problem, jer potencijalno ugrožava sve sastavnice okoliša, sa nepredvidivim posljedicama. Općenito se može konstatovati da se animalni otpad u BiH neadekvatno zbrinjava. Zbog toga su preduzete određene mjere u cilju stvaranja uvjeta za održivo upravljanje ovom vrstom otpada. Donijeti su određeni propisi kojima je pravno normirano postupanje otpadom, što uključuje i animalni otpad, kao što su: Pravilnik o uvjetima za rad postrojenja za spaljivanje otpada, Pravilnik o izdavanju dozvole za aktivnosti male privrede u upravljanju otpadom, Pravilnik o životinjskom otpadu i drugim neopasnim materijalima prirodnog porijekla koji se mogu koristiti u poljoprivredne svrhe i drugi propisi.

Principijelno, najprihvatljiviji načini zbrinjavanja otpada jesu oni kojima se obezbjeđuju ekološke beneficije i ekonomska korist. Jedan od okolinski i ekonomski prihvatljivijih postupaka zbrinjavanja otpada, posebno animalnog, jeste spaljivanje u svrhu iskorištenja otpadne toplote kroz proizvodnju električne ili toplinske energije ili tehnološke pare.

U ovom radu analizirano je zbrinjavanje animalnog otpada postupkom spaljivanja u postrojenjima projektovanim i izvedenim sa odgovarajućim tehnološkim uvjetima spaljivanja pri kojima se osigurava potpuno sagorijevanje i minimalna emisija polutanata u atmosferu. Time se izbjegava opterećivanje okoliša ovim otpadom, rasterećuju komunalne deponije, sprečava ugrožavanje zdravlja ljudi usljed neadekvatnog zbrinjavanja i postiže ekonomska korist, što je u skladu sa načelima o upravljanju otpadom.

Ovaj rad je nastao na bazi vlastitih istraživanja ekološki i ekonomski prihvatljivih postupaka zbrinjavanja animalnog otpada, kao što su termička obrada u svrhu proizvodnje toplinske energije i anaerobna digestija u svrhu proizvodnje bioplina.

Spaljivanje (insineracija) animalnog otpada predstavlja primjenu najbolje raspoložive tehnike u zbrinjavanju ovog otpada. Insineracija je visoko-temperaturna termalna oksidacija otpada na temperaturama višim od 850°C. Otpadni plinovi se prečišćavaju u odgovarajućem tehničkom sistemu u cilju odstranjivanja čvrstih čestica i plinovitih polutanata (SO₂, NO_x, dioksini, furani i sl.). Tako očišćeni otpadni plinovi se ispuštaju preko dimnjaka u atmosferu i ne utiču prekomjerno na kvalitet ambijentalnog zraka.

Gljučne riječi: zbrinjavanje animalnog otpada, termička obrada animalnog otpada, emisija u zrak pri spaljivanju animalnog otpada

ABSTRACT

Animal waste due to its characteristics, increasing the quantity and inadequate disposal of a major environmental problem, because it potentially threatens all aspects of the environment, with unpredictable consequences. In general we can conclude that the animal waste inappropriately disposed of in Bosnia and Herzegovina. Therefore, certain measures are taken to create conditions for sustainable management of this type of waste. Adoption of certain regulations by which it is legally standardized treatment of waste, including animal waste, such as: Regulation on conditions for the incineration of waste, Regulation on issuing permits for the activities of small business in the Waste Management Regulations on animal waste and other non-hazardous materials natural origin, which can be used for agricultural purposes and other regulations.

In principle, the most acceptable method of waste disposal are those that provide environmental benefits and economic benefits. One of the environmentally and economically acceptable methods of waste disposal, especially animal, is burning to the use of waste heat through electricity or heat or steam.

In this paper the disposal of animal waste by burning the plant is designed and implemented with appropriate technological conditions for burning to ensure complete combustion and minimum emissions of pollutants into the atmosphere. This avoids burdening the environment with the waste, relieves municipal landfill, preventing harm human health due to inadequate care and achieve economic benefits, which is consistent with the principles of waste management.

This work is founded on the basis of its own research environmentally and economically acceptable disposal procedures of animal waste, such as thermal treatment for heat production and anaerobic digestion for biogas production.

Incineration is the application of animal waste is the most available techniques in the management of this waste. Incineration the high-temperature thermal oxidation of waste at temperatures higher than 850°C. Waste gas is treated in an appropriate technical system in order to remove solid particles and gaseous pollutants (SO₂, NO_x, dioxins, furans, etc.). Thus, the cleaned exhaust gases are discharged through the chimney into the atmosphere and not excessively affect the quality of ambient air.

Keywords: disposal of animal waste, thermal treatment of animal waste, air emissions during the incineration of animal waste

UVOD

Animalni otpad je potencijalno opasan supstrat i može ugroziti zdravlje ljudi i sve sastavnice okoliša (vodu, tlo i zrak) ako se njime neadekvatno upravlja [1]. Općenito se može konstatovati da se animalni otpad u BiH neadekvatno zbrinjava, najčešće se odlaže na neuređene deponije i na neprimjerena mjesta, pa zbog toga predstavlja veliki okolinski problem, sa nepredvidivim posljedicama. U cilju stvaranja uvjeta za održivo upravljanje ovom vrstom otpada neophodne su pozitivne promjene u skladu sa preporukama Evropske Unije i dobrim praksama. U BiH su preduzete određene mjere za stvaranje uvjeta za održivo upravljanje otpadom, što uključuje i animalni otpad. Pravno je uređena ova oblast i spaljivanje otpada je regulisano Pravilnikom o uvjetima za rad postrojenja za spaljivanje otpada, kojim su definisani uvjeti spaljivanja otpada i mjere za regulisanje emisija u okoliš, te rizik po ljudsko zdravlje iz postrojenja za spaljivanje i suspaljivanje otpada [2].

Poznato je više postupaka i načina za održivo zbrinjavanje animalnog otpada. Najprihvatljiviji načini zbrinjavanja otpada jesu oni kojima se obezbjeđuju ekološke beneficije i ekonomska korist [1, 3, 4].

Jedan od okolinski i ekonomski prihvatljivijih postupaka zbrinjavanja otpada, posebno animalnog, jeste spaljivanje u svrhu iskorištenja otpadne toplote kroz proizvodnju električne ili toplinske energije ili tehnološke pare [5].

U ovom radu analizirano je zbrinjavanje animalnog otpada postupkom spaljivanja u postrojenjima projektovanim i izvedenim sa odgovarajućim tehnološkim uvjetima spaljivanja pri kojima se osigurava potpuno sagorijevanje i minimalna emisija polutanata u atmosferu. Time se izbjegava opterećivanje okoliša ovim otpadom, rasterećuju komunalne deponije, sprečava ugrožavanje zdravlja ljudi usljed neadekvatnog zbrinjavanja i postiže ekonomska korist, što je u skladu sa načelima o upravljanju otpadom. Ovaj rad je nastao na bazi vlastitih istraživanja ekološki i ekonomski prihvatljivih

postupaka zbrinjavanja animalnog otpada, kao što su spaljivanje animalnog otpada u svrhu proizvodnje toplinske energije ili tehnološke pare i anaerobna digestija u svrhu proizvodnje bioplina.

Spaljivanje animalnog otpada

Spaljivanje (insineracija) animalnog otpada predstavlja primjenu najbolje raspoložive tehnike u zbrinjavanju ovog otpada. Inače, spaljivanje je visokotemperaturna termalna oksidacija otpada na temperaturama višim od 850°C, kojima se otpad reducira do pepela. Spaljivanje se smatra najsigurnijim postupkom zbrinjavanja animalnog otpada, jer je sanitarno siguran i relativno jednostavan. Ostaci pravilno spaljenog otpada (pepeo i prašina) uglavnom su bezopasni i mogu se koristiti u građevinarstvu ili za druge svrhe [5].

U posljednjih deset godina je tehnologija spaljivanja otpada značajno uznapredovala i današnje spalionice se ne mogu uspoređivati sa prijašnjim generacijama koje su u znatno većoj mjeri emitovale polutante u zrak i ugrožavale okoliš. Provedena su znanstvena istraživanja koja pokazuju da su emisije iz spalionica otpada smanjene u usporedbi sa drugim izvorima, te da su njihovi štetni uticaji na okoliš danas znatno manji.

Prema Pravilniku o uvjetima za rad postrojenja za spaljivanje otpada [2] i Direktivi 2000/76 EZ o spaljivanju otpada [6]:

- a. postrojenje za spaljivanje otpada se projektuje, oprema i koristi na način da se temperatura dimnih plinova, koji nastaju kao rezultat procesa sagorijevanja, mora održavati najmanje na 850°C,
- b. postrojenje za spaljivanje otpada mora biti opremljeno najmanje sa jednim pomoćnim gorionikom, koji se automatski uključuje kada temperatura dimnih plinova padne ispod 850°C,
- c. pomoćni gorionik se obavezno koristi i kod pokretanja postrojenja i kada se prekida rad kako bi se obezbijedilo održavanje temperature od najmanje 850°C sve dok se otpad nalazi u ložištu.

Principijelno, postrojenje za spaljivanje otpada sastoji se iz:

- a. primarne i sekundarne komore,
- b. sistema za doziranje otpada,

- c. kotlovsko postrojenje,
- d. izmjenjivača toplote,
- e. dimnjaka,
- f. termoakumulacijskog rezervoara i
- g. upravljačke jedinice.

Tehnološka koncepcija postrojenja za spaljivanje animalnog otpada prikazana je na sljedećoj shemi (Slika 1).

Ovo tehnološko rješenje spaljivanja animalnog otpada je odabrano na bazi tehničko-tehnoloških, energetskih, ekoloških i ekonomskih kriterija kao najpovoljnije za analiziranu mesnu industriju u kojoj se proizvode značajne (velike) količine animalnog otpada, čije zbrinjavanje odlaganjem na deponije je namanje prihvatljivo sa tehnološkog, ekonomskog i ekološkog stanovišta.

Analizirano konceptijsko rješenje spaljivanja animalnog otpada sastoji se iz više tehnoloških faza. Animalni otpad se iz proizvodnog pogona sakuplja u kontejnere u kojima se transportuje do komore za hlađenje, koja ujedno predstavlja privremeno skladište otpada namijenjenog za spaljivanje. Iz te komore otpad se otprema u namjenskim kontejnerima (šaržno) u postrojenje za spaljivanje i to u dvije komore u kojima se vrši spaljivanje animalnog otpada. U sekundarnoj komori spaljuju se produkovani otpadni plinovi. Kao osnovno gorivo koristi se tečni naftni plin (propan-butan) iz postojeće cisterne. Iza sekundarne komore se ugrađuje kotao utilizator namijenjen za proizvodnju tehnološke pare. Otpadni dimni plinovi se odvođe preko sistema za otprašivanje plinova i dimnjaka u atmosferu.

Ono što je bitno istaći jeste da ovo konceptijsko rješenje predviđa da se jedan postojeći kotao na tečni naftni plin, koji služi za proizvodnju tehnološke pare (snage: 5 MW), stavlja u rezervu, a ova količina tehnološke pare će se proizvoditi u kotlu utilizatoru pomoću dimnih plinova nastalih spaljivanjem animalnog otpada u postrojenju, čime se znatno povećava energetska efikasnost.

Postrojenje za spaljivanje animalnog otpada ima kapacitet od 30 t/dan animalnog otpada, čija snaga iznosi 2x450 kW, što će obezbijediti proizvodnju tehnološke pare u količini od 6 t/h.

Postrojenje za spaljivanje je projektovano i opremljeno na način da se emisije u zrak ograniče, odnosno smanje ispod graničnih vrijednosti. Poseban dizajn primarne i sekundarne komore osigurava termičku obradu

dimnih plinova, optimalan pristup zraka, te efikasno i pouzdano izgaranje sa minimalnim troškom. Otpadni plinovi se prečišćavaju u odgovarajućem tehničkom sistemu u cilju odstranjivanja čvrstih čestica i po potrebi plinovitih polutanata (NO_x, dioksini, furani i sl.). Očišćeni otpadni plinovi se ispuštaju preko dimnjaka u atmosferu i ne utiču prekomjerno na kvalitet ambijentalnog zraka.

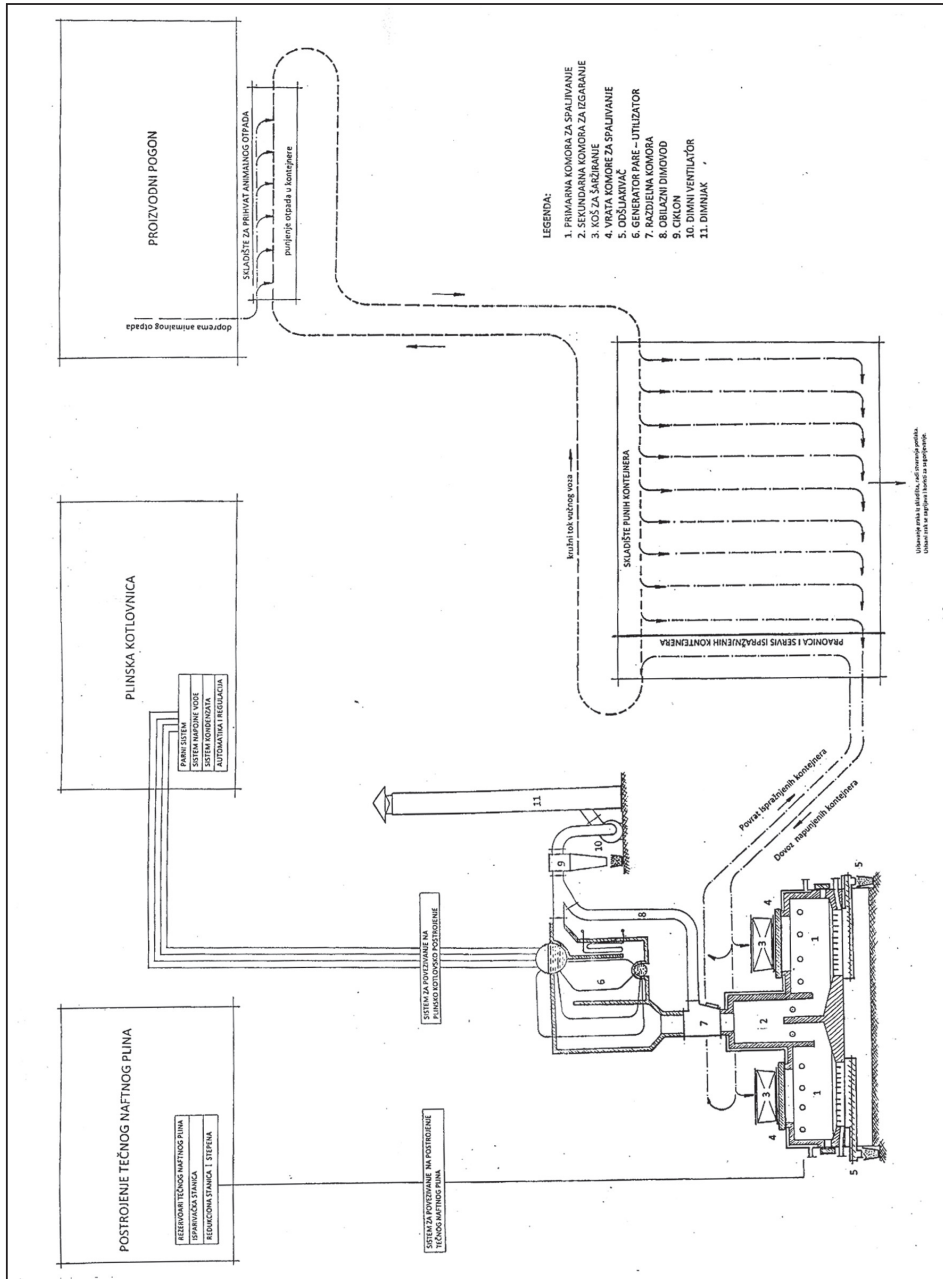
Tabela 1. Dozvoljene dnevne srednje vrijednosti emisije u zrak [2]
Table 1. Permitted daily average values of air emissions [2]

Polutant	Granična vrijednost emisije
Ukupna prašina	10 mg/m ³
Ukupni organski ugljik, TOC	10 mg/m ³
Hlorovodik, HCl	10 mg/m ³
Fluorovodik, HF	1 mg/m ³
Sumpordioksid, SO ₂	50 mg/m ³
Azotni dioksid, NO ₂ (do 6 t/h)	400 mg/m ³
Ugljen monoksid, CO	50 mg/m ³
Dioksini i furani	0,1 ng/m ³

Proces sagorijevanja se vodi automatski, što podrazumijeva obaveznu ugradnju opreme za praćenje vitalnih tehnoloških parametara, kao što su: temperatura u ložištu, temperatura dimnih plinova i sadržaj O₂ u dimnim plinovima.

Tabela 2. Dozvoljene polučasovne srednje vrijednosti emisije u zrak [2]
Table 2. Half an hour permissible mean air emissions [2]

Polutant	Granična vrijednost emisije (mg/m ³)	
	(100%) A	(97%) B
Ukupna prašina	30	10
TOC	20	10
HCl	60	10
HF	4	2
SO ₂	200	50
NO _x	400	200
CO	100	100



Slika 1. Tehnološka shema postrojenja za spaljivanje animalnog otpada
Figure 1. Technological scheme of incineration of animal waste

Emisije u zrak iz postrojenja za spaljivanje otpada

Postrojenje za spaljivanje otpada se projektuje, oprema i koristi na način da se sprečavaju, odnosno smanjuju emisije u zrak ispod propisanih graničnih vrijednosti kako bi se očuvao ambijentalni kvalitet zraka. Granične vrijednosti emisije iz postrojenja za spaljivanje otpada propisane su Pravilnikom o uvjetima za rad postrojenja za spaljivanje otpada i date su u tabeli 1 i 2.

Primjenom predloženog tehničko-tehnološkog rješenja spaljivanja animalnog otpada, sa ugradnjom uređaja za otprašivanje otpadnih plinova, emisije u zrak su niže od dozvoljenih po navedenom Pravilniku i prikazanih datim tabelama.

Monitoring, odnosno mjerenje masenih koncentracija reprezentativnih polutanata je predviđeno kao periodično, što je u skladu sa citiranim Pravilnikom. Monitoringom treba obuhvatiti periodično mjerenje: NO_x, CO, ukupna prašina, TOC, HCl, HF, SO₂, O₂, te po potrebi teških metala, dioksina i furana i to u obimu najmanje dva mjerenja godišnje ili rjeđe ovisno o nivou emisije u skladu sa citiranim Pravilnikom [2]

Zbrinjavanje suhog ostatka od spaljivanja otpada

Zbrinjavanje suhog ostatka (reziduuma) u formi prašine od sagorijevanja animalnog otpada i obrade plinova od sagorijevanja vrši se na način da se spriječi disperzija u okoliš i onečišćenje okoliša i to:

- a. recikliranjem u isto postrojenje ili izvan njega (npr. korištenje u građevinarstvu),
- b. odlaganje u zatvorene kontejnere do odvoza na deponiju.

Prije odabira načina zbrinjavanja obavezno treba izvršiti ispitivanje kemijskih karakteristika suhog ostatka u smislu utvrđivanja sadržaja teških metala i po potrebi drugih štetnih primjesa, te na osnovu toga odabrati način zbrinjavanja.

OKOLINSKI I EKONOMSKI EFEKTI SPALJIVANJA ANIMALNOG OTPADA

Okolinski efekti spaljivanja animalnog otpada

Okolinski efekti spaljivanja animalnog otpada su sljedeći:

- a. smanjenje mase i volumena otpada od oko 90%,
- b. pretvaranje otpada u manje opasan otpad po okoliš,
- c. uništavanje potencijalno opasnih materija iz otpada,
- d. iskorištavanje animalnog otpada kao energenta u svrhu proizvodnje toplotne i električne energije ili tehnološke pare (do 10 MJ/kg donja toplotna moć),
- e. izbjegavanje opterećivanja okoliša i štetnog djelovanja na zdravlje ljudi,
- f. smanjivanje količine emitiranih stakleničnih plinova, koji bi se emitovali da je otpad odložen na deponiji,
- g. supstitucija fosilnih goriva za proizvodnju energije,
- h. stvaranje boljeg imidža kompanije i veće zadovoljstvo zaposlenika, itd.

Ekonomski efekti spaljivanja animalnog otpada

Ekonomski efekti spaljivanja animalnog otpada su sljedeći:

- a. smanjivanje finansijskih troškova za transport i odlaganje na deponiji,
- b. iskorištenje otpadne toplote dimnih plinova i animalnog otpada,
- c. obezbjeđenje energenta sa minimalnim finansijskim ulaganjima u smislu predtretmana (smanjenje vlage, homogeniziranje i sl.) za proizvodnju toplotne i/ili električne energije i tehnološke pare,
- d. projektnim rešenjem mogu se predvidjeti komore za hlađenje animalnog otpada na temperaturi do 4°C,
- e. ostale beneficije po osnovu propisa o upravljanju otpadom, itd.

Investicioni i tekući troškovi izgradnje postrojenja za spaljivanje animalnog otpada su visoki, ali kada se uključe svi uticajni faktori, krajnji

ekonomski efekti su pozitivni. Investicija se u optimalnim uvjetima može isplatiti za oko 1,5 godina, što je konstatovano na primjeru projektnog rješenja za proizvodnju tehnološke pare kroz supstituciju goriva na postojeći kotao.

ZAKLJUČAK

Spaljivanje se smatra najsigurnijim postupkom zbrinjavanja animalnog otpada ako se vrši u postrojenjima projektovanim i izvedenim sa odgovarajućim tehnološkim uvjetima spaljivanja pri kojima se osigurava potpuno sagorijevanje i minimalna emisija polutanata u atmosferu. Spaljivanje predstavlja okolinski i ekonomski prihvatljiv postupak zbrinjavanja otpada, jer se time izbjegava opterećivanje okoliša ovim otpadom, rasterećuju komunalne deponije, sprečava ugrožavanje zdravlja ljudi usljed neadekvatnog zbrinjavanja i postiže ekonomska korist, što je u skladu sa načelima o upravljanju otpadom.

Koncepcijsko rješenje spaljivanja animalnog otpada dato u ovom radu zasnovano je na principima savremenog postrojenja sa maksimalnim tehnološkim učinkom i minimalnim emisijama polutanata u zrak.

Literatura

- [1] Directive 2000/76/EC of the European Parliament and of the Council of 4 December 2000 on the incineration of waste [See amending act(s)].
- [2] Imamović, N., Goletić, Š. (2011): Istraživanje prinosa bioplina u procesu anaerobne digestije otpada iz mesne industrije, 7. Naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem, "Quality 2011", Neum, Bosna i Hercegovina, Ed. Safet Brdarević, 7 (1): 1-4.
- [3] Pravilnik o uvjetima za rad postrojenja za spaljivanje otpada ("Službene novine Federacije BiH", broj: 12/05).
- [4] Simičić, H., Selimbašić, V., Goletić, Š. (2006): Organski otpad – energetski i poljoprivredni resurs, *Technologica Acta*, 1 (3): 96-102.
- [5] Tehničke upute: Prehrambena industrija, Klanje krupne stoke, Sarajevo, juli 2008. – dostupno na: www.fmoit.gov.ba/download/Klaonice_krupne_stoke.pdf

- [6] Vučemilo, M. (2004): Zbrinjavanje životinjskih leševa i konfiskata, Meso, Zagreb, 6 (4) 52-57.

Tekst prihvaćen/Text accepted: 15.7. 2012.

Indexed in
EBSCO

