

## SILAŽNI SOK I OKOLIŠ

## SILAGE EFFLUENT AND THE ENVIRONMENT

Jasna M. A. Stekar

Pregledni znanstveni članak  
UDK: 636.085.52  
Primljeno: 17. prosinac 1998.

### SAŽETAK

Prema dvojici autora prikazana je biološka potreba za kisikom (BOP) za različite otpadne vode. Najveću BOP ima silažni sok, prosječno 90 000 mg O<sub>2</sub> l<sup>-1</sup> (od 40 000 do 110 000). Zbog toga zagađuje vode i podzemne vode ako do njih dopre. U Irskoj i Velikoj Britaniji ustanovljena je značajna povezanost između količine silirane krme i pojave zagađenja voda silažnim sokom. Budući da predviđaju da će se siliranje povećati, treba očekivati još više slučajeva zagađivanja. U Velikoj je Britaniji zakonom zabranjeno izlijevanje silažnoga soka u vode i tla 1991. godine, a u Njemačkoj još 1957. godine. Sok nagriza beton pa je pri izgradnji silosa važna njegova kakvoća. U bale bi bilo ispravno silirati samo bilje s više od 250 g ST kg<sup>-1</sup>. Britanski zakon to zahtijeva. Ako se silažni sok čuva u spremnicima, nastoji se predvidjeti njegovu količinu. Za izračun nastaloga soka postoji više jednadžbi. Na nastanak soka utječu suha tvar, silos, dodaci, zasićenost, gustoća suhe tvari. Količina soka smanjuje se sušenjem, isparavanjem i dodacima. Dobrima su se pokazali suhi rezanci repe. Silažni sok najčešće se upotrebljava kao gnojivo, a može ga također dati životinjama.

Ključne riječi: silažni sok, biološka potreba za kisikom BOP, učestalost zagađenja, suha tvar, količina soka.

### 1. UVOD

Svjesni da se okoliš može zagađivati zaštitnim sredstvima, mineralnim gnojivima i životinjskim izmetom, na silažni sok se najčešće ne pomišlja (Sl. list R. Slovenije, 1996.; Pajenk, 1998.).

Folija u koju se danas zamata silaža predstavlja posebno poglavlje. Problem odlaganja plastike svakako nije u rukama poljoprivrednika pa će za njegovo rješenje najvjerojatnije biti potrebno donijeti zakonske mjere.

### 2. JAČINA ZAGAĐIVANJA

#### 2.1. Potrošnja kisika

Iako se zna da silažni sok zagađuje okoliš i vode (Jones i Murdoch, 1954.), zapanjili su rezultati koje su objavili Spillane i O'Shea, 1973. Oni su

#### U spomen na Sergeja i Vidu Goriup

Prof. dr., Jasna M. A. Stekar, dipl. ing. agr., Sveučilište u Ljubljani, BF, Odjel za zootehniku, Institut za prehranu, Groblje 3, 1230 Domžale, Slovenija.

mjerili potrošnju kisika nekih tekućina, otpadnih voda. Biološka potreba za kisikom – BOP5 govori koliko mg kisika potroši jedna litra tekućine tijekom pet dana pri temperaturi od 20 °C. Uspoređivali su BOP različitih poljoprivrednih otpadaka s otpacima domaćinstava. Pokazalo se da je silažni sok najsnažniji zagađivač vodenih izvora od svih opće poznatih zagađivača koji nastaju tijekom uzgoja životinja.

Tablica 1. Vrijednosti za BOP različitih tekućina

Table 1. BOP values of various effluents

Tekućina Effluent	Biološka potreba za kisikom Biological oxygen demand (mg O <sub>2</sub> l <sup>-1</sup> )
Kravlja mokraća Cow urine	19 000
Kravlja gnojovka Cow slurry	5 000
Svinjska gnojovka Pig slurry	35 000
Otpadne vode domaćinstva Domestic sewage	500
Silažni sok Silage effluent	90 000

To znači da sok od 300 t silaže napravljene od svježe trave ima jednaku vrijednost BOP-a kao što ju imaju jednodnevne otpadne vode grada 80 000 stanovnika ili osmeročlane obitelji tijekom 27 godina (Anon, 1976.). Silažni sok može biti 200 puta veći zagađivač nego što su to otpadne vode domaćinstava (McDonald i sur., 1991.).

Silažni se sok sastoji u prvom redu od biljnoga soka i predstavlja dobro hranilište za mikroorganizme. Mikroorganizmi u soku potroše rastopljeni kisik brže nego što on iz zraka ulazi u sok, zato je BOP silažnoga soka iznimno velik (Woolford, 1984.). Silažni sok osobito je pogodan za rast bakterija i gljivica (Patterson i Walker, 1979.b).

Novija ispitivanja otkrivaju slično stanje (Kahlstatt i sur., 1996.). Autori su u horizontalnim, različito građenim i prekrivenim silosima silirali kukuruznu silažu i trave nejednake suhoće.

Odvojeno su prikupljali sok proizveden tijekom vrenja, tekućinu koja istječe na rubovima silosa nakon njegova otvaranja te padavine. Raspon za vrijednost BOP5 soka bio je velik, od 40 000 do 110 000. Sok proizveden vrenjem i onaj oko silosa sadržavao je 47 do 77 posto više brzo oksidirajućih spojeva nego kokošja i svinjska gnojnica.

Tablica 2. Prosječne BOP5 vrijednosti silažnih i drugih otpadnih tvari

Table 2. Mean BOP5 values of silage and other sewages

Vrsta otpadne tvari Kind of sewage	Biološka potreba za kisikom - Biological oxygen demand mg (O <sub>2</sub> l <sup>-1</sup> )
Silažni sok - Silage effluent	53 717
Sok uz silos - Border effluent	47 350
Padavine uz silos Polluted precipitations	2 318
Gnojovka peradi Poultry liquid manure	32 000
Svinjska gnojovka Pig liquid manure	30 000
Goveda gnojovka Cattle liquid manure	1 800
Goveda gnojovka Cattle liquid manure	6 000
Svinjska gnojovka Pig liquid manure	5 000
Otpadne tvari domaćinstva, sirove Crude domestic sewage	350
Industrijske otpadne vode, visoko koncentrirane Industrial sewage, high concentrated	1000
Industrijske otpadne vode, nisko koncentrirane Industrial sewage, low concentrated	200

Također treba spomenuti vrlo neugodan miris koji se širi u okoliš pri dodiru silažnoga soka sa zrakom (Tang i sur., 1988. b).

## 2.2. Učestalost zagađenja voda

Silažni sok koji dospije u vode i podzemne vode predstavlja za vodno gospodarstvo opasnost prvoga stupnja. U odvodnim kanalima razmnože se gljivice, zagade se bunari. Zbog velike potrošnje kisika pri biološkoj razgradnji organskih spojeva venu biljke i ugibaju ribe.

Ustanovljena su čak trovanja krava koje su pile vodu u koju je istjecao silažni sok (Zimmer, 1964.).

U Irskoj je u deset godina poslije uključenja u Europsku zajednicu više nego udvostručena proizvodnja silirane trave. Istodobno je zabilježeno razmjerno više slučajeva zagađenja rijeka i podzemnih voda. Očekuju da će pripremati još više silaže i još više zagađivati okoliš njenim sokom (Convery, 1988.).

U Velikoj se Britaniji također u devetogodišnjem razdoblju (1979. - 1988.) broj slučajeva zagađenja vodenih izvora koja su intenzivnom proizvodnjom mlijeka izazvala seoska gospodarstva povećao za 179 posto (Schofield i sur., 1990.). U Sjevernoj Irskoj u razdoblju od 1969. do 1991. ustanovljena je pozitivna korelacija između slučajeva zagađivanja voda silažnim sokom i količine pripremljene silaže ( $r^2 = 0,40$ ;  $P < 0,01$ ). Iz regresijske jednadžbe slijedi da se na svakih milijun tona silaže broj slučajeva zagađenja voda povećava za  $36,7 \pm 20,4$ . U razdoblju od 1987. do 1991. godine zabilježeno je 2546 slučajeva zagađenja vodenih izvora otpacima seoskih gospodarstava, od kojih je čak 1585 ili 55,6 posto izazvao silažni sok. Najčešće je do zagađenja silažnim sokom došlo zbog curenja soka iz silosa, izlijevanja soka iz spremnika i zbog vodopropusnih spremnika. Zagađivanje silažnim sokom izrazito je sezonska pojava. Tako je najviše slučajeva zagađenja silažnim sokom (45,9%) bilo u lipnju, a najviše se silaže (32%) pripremi u svibnju (Fay i sur., 1994.). U Škotskoj je silažni sok također na prvom mjestu (52%) među svim poljoprivrednim zagađivačima (Phillips, 1992.). Najozbiljniji slučajevi zagađenja voda nastaju kada silažni sok dospijeva u rijeke i potoke krajem svibnja i početkom lipnja (Fay i sur., 1995.).

## 2.3. Sposobnost razgradnje

Čak i u slučajevima kada se pobrine za učinkovito odvajanje nastajućega silažnog soka, on može zadavati glavobolju. Izlučeni sok, naime, jako nagriza beton i čelik (Tang i sur., 1988.a). Uz pH-vrijednost oko 4 prilično je kiseo i sadržava veće količine jake mliječne kiseline i drugih organskih kiselina. Kiseline nagrizzaju beton, pri čemu on reakcijama izmjenjivanja iona gubi kalcijeve ione.

U kojoj mjeri kiseline nagrizzaju beton od kojega je sagrađen silos, ovisi u prvom redu o sastavu soka i kakvoći betona. Kiseline koje teku po betonu oštećuju ga više nego ako na njemu miruju. Zato se smatra da sok nagriza silos u prvom redu tada kada istječe po betonu. Da bi ispitali kakvoću betona, O'Donnell i sur., 1995.a, 1995.b u simuliranim uvjetima pratili su djelovanje silažnoga soka na 24 betonske smjese u razdoblju od devet godina. Smjese su se razlikovale po sadržaju cementa ( $\text{kg m}^{-3}$ ), omjeru vode i cementa te dodacima. Kod svih je smjesa dolazilo do razgradnje gornjega sloja za po približno 1 mm na godinu. Na oštećenja betona jače je utjecala veća količina vode nego smanjena količina cementa. Brže protjecanje soka snažnije razgrađuje, dok na snagu razgradnje ne utječu ni svjetlo ni zrak. Sok od klostridijskoga vrenja ne nagriza. Prazan silos više se razgrađuje nego silos ispunjen silažom.

## 3. ZAKONODAVSTVO

Veliku štetu koju izazove silažni sok nalazeći put do vodenih izvora mora se spriječiti. U Njemačkoj su u srpnju 1957. godine doneseni odgovarajući zakonski propisi (navod prema Groß, 1984.). U praksi ima više mogućnosti za provođenje zakonskih odredbi. To mogu biti vodonepropusno izgrađeni silosi bez odvoda u kojima se siliraju biljke s manje od 70 posto vode. Proizvedeni sok odmah se odvaja u gnojnu jamu ili u poseban spremnik (Groß, 1972.).

U Velikoj je Britaniji u lipnju 1991. donesen zakon o zaštiti voda u kojem je precizno navedeno kako treba postupati sa sokom, kako graditi silose, koliko suhe tvari mora sadržavati krma silirana u balama, gdje bale skladištiti i gdje ih otvarati.

#### 4. NASTAJANJE SOKA

Koliko će soka nastati tijekom siliranja, pitanje je na koje su pokušali odgovoriti mnogi istraživači. Kad se gradi silos, korisno je znati koliko soka se očekuje jer samo tako se može razumno planirati njegovo prikupljanje, veličinu spremnika i konačno potrošnju soka.

Pri stvaranju soka nedvojbeno je odlučujući sadržaj vlage u krmu koja se silira. Prvu, linearnu jednadžbu o utjecaju suhe tvari na količinu nastalog soka dao je Sutter (1957., navod prema Woolfordu, 1978.):

$$V_s = 669,4 - 2,24x \quad (1),$$

pri čemu je

$V_s$  volumen soka ( $1 \text{ t}^{-1}$  silaže), a  
 $x$  sadržaj suhe tvari u biljkama ( $\text{g kg}^{-1}$ ).

Do jednadžbe krivulje došao je Zimmer (1967.), navod prema Woolfordu, 1984.:

$$M = 832,6 - 5,418x + 0,00883x^2 \quad (2)$$

pri čemu je

$M$  masa soka ( $\text{kg t}^{-1}$  svježije krme), a  
 $x$  sadržaj suhe tvari bilja ( $\text{g kg}^{-1}$ ).

Obje su jednadžbe, pa i neke druge, uporno korištene, no ne može se izbjeći činjenica da na stvaranje soka utječu i drugi čimbenici.

Tablica 4. Učinak dodatka mravlje kiseline ( $1 \text{ t}^{-1}$  trave) i ječmenih pahuljica ( $45 \text{ kg t}^{-1}$  trave) na stvaranje soka  
Table 4. Effect of formic acid additive ( $1 \text{ t}^{-1}$  grass) and rolled barley ( $45 \text{ kg t}^{-1}$  grass) on effluent production

Postupak - Treatment	Dani-Days					
	1	2	5	9	21	136
Bez dodatka - No additive	1.7	13.5	19.1	23.4	32.0	51.4
Mravlja kiselina - Formic acid	6.4	21.8	30.4	36.3	42.9	60.2
Ječmene pahuljice - Rolled barley	0.3	6.7	10.0	12.3	17.9	26.8

Dodatak dviju različitih smjesa enzima, koje su sadržavale celulazu, hemicelulazu i glukoza-

količina soka povećava se nastajanjem metaboličke vode (McDonald i sur., 1966.), dakle disanjem i aerobnim vrenjem. Silos također utječe na stvaranje soka. Tako je u okomitom silosu pri siliranju lišća šećerne repe nastalo značajno više soka (33,3%) nego u vodoravnom (22,7%). Na nastajanje soka također utječe biljna vrsta. Pri siliranju trave nastalo je više soka nego pri siliranju crne djeteline i lucerne (Zimmer, 1964.). Gnojenje dušikom također utječe na količinu soka. Čim se obilnije gnoji dušikom, nastaje više soka (Jones i Jones 1991., navod prema Jonesu i Jonesu, 1995.).

Tablica 3. Učinak gnojenja dušikom na stvaranje soka iz ljulja

Table 3. Effect of fertilizer N inputs on effluent production from ryegrass

	Gnojenje Fertilizer $\text{kg ha}^{-1}$	St biljaka Crop DM $\text{g kg}^{-1}$	stvoreni sok- Effluent produced $1 \text{ t}^{-1}$
Rana kosidba Early cut	30	230	37
	60	210	42
	120	170	80
Kasna kosidba Late cut	30	230	73
	60	200	123
	120	170	174

Neki dodaci povećavaju količinu soka. Tako je dodatak mravlje kiseline ( $5 \text{ l t}^{-1}$ ) ljulju povećao količinu soka za 17 posto (Jones i sur. 1990.). Silaža pripremljena uz dodatak enzima također daje više soka.

oksidazu, otpornom ljulju značajno je povećao ( $P < 0,001$ ) količinu izlučenoga soka. Iz silaže bez

dodataka u prosjeku su istekle 42 l, iz silaže sa smjesom 1 (Deezyne) 190 l i iz silaže sa smjesom 2 (Clampzyme) 151 l t<sup>-1</sup> silirane trave (Jacobs i McAllan, 1991.).

Prije nego što silirana biljna masa započne izlučivati sok, mora postići zasićenost, određenu gustoću:

$$\rho = 1440 - 5,4 V \quad (3)$$

pri čemu je

$\rho$  gustoća mase u kg m<sup>3</sup>, a

V sadržaj vlage u postocima (Wood, 1970. a, 1970. b, navod prema Tang i sur., 1988. a).

Tang i sur. (1988. a, 1988. b) na toj su osnovi razvijali nova mjerila za zasićenost i došli do jednadžbe koja izražava linearnu povezanost između volumena soka i prirodnoga logaritma gustoće silažne suhe tvari. Pri radu su koristili vlastite podatke i podatke drugih autora o silažama različitih biljaka s nejednakim sadržajem vlage.

Kad se silira svježa kрма u balama također ima posla sa sokom. Zato bi u balama trebalo silirati krmu koja sadržava više od 250 g ST kg<sup>-1</sup>. Engleski zakon o zaštiti voda (1991.) to eksplicitno navodi. U Finskoj također ostavljaju takvu travu da uvene prije siliranja u balama (Heikkila i sur., 1997.).

## 5. SMANJIVANJE NASTAJANJA SOKA

Zajedno sa sokom iz siliranih biljaka izlaze hranjive tvari, čime se mnogo gubi. Najčešći način za smanjivanje nastajanja soka, sušenje isparava-

njem, već su spomenuti. U Sloveniji se sušenje isparavanjem bilja počelo uvoditi još prije 45 godina (Muck i Kervina, 1954.). Provedeno je nekoliko za ono vrijeme prvorazrednih istraživanja (Muck i Gostiša, 1959. a, 1959. b; Muck i Gostiša, 1960.; Muck i Gostiša, 1963. a, 1963. b; Muck i Gostiša, 1964. a, 1964. b; Stekar, 1967.). Petrun je u diplomskoj radnji (1980.) ustanovio da sušenje isparavanjem koje traje duže od 48 sati nije opravdano. Do sličnih su zaključaka došli i mnogi strani istraživači koji traže i druge putove za smanjenje nastanka soka.

Dodavanjem tvari s velikom sposobnošću zadržavanja tekućine kao što su slama, sijeno i papir, smanjuje se količina soka i gubici. Zbog velikoga sadržaja vlaknine smanjuje se i hranjiva vrijednost silaže. Bentonit i polimeri isto tako smanjuju količinu soka, a isto tako značajno smanjuju probavljivost i konzumaciju suhe tvari silaže. Dodatak žitarica, pogotovo fino mljevenih, općenito poboljšava vrenje i hranjivu vrijednost, pri čemu učinkovitost na zadržavanje soka nije jasna (Jones i Jones, 1996.). Ipak, količina soka nakon dodavanja ječmenih pahuljica ljulju smanjila se za 44 posto (tablica 4). Istodobno su se gubici smanjili, kakvoća silaže se poboljšala, a prirast goveda bio je veći (Jones i sur., 1990.). Ne smije se zaboraviti da ječam prije siliranja treba obraditi.

Vjerojatno je dosad bilo, najučinkovitije dodavanje suhih rezanaca repe. Rezultati brojnih pokusa obećavaju. Evo primjera! Ukupni nastanak soka smanjio se od 212 l t<sup>-1</sup> bez dodavanja na 146 l t<sup>-1</sup> pri dodavanju 25 kg t<sup>-1</sup> i na 140 l t<sup>-1</sup> pri dodavanju 50 kg (Jones, 1992.).

Tablica 5. Učinak dodavanja suhih rezanaca repe u silažu ljulja na dnevno stvaranje soka, l<sup>-1</sup>  
Table 5. Effect of dried sugarbeet pulp inclusion in ryegrass silage on daily rate of effluent production, l t<sup>-1</sup>

Dodavanje rezanaca repe Sugarbeet pulp	Dani nakon siliranja-Days after ensiling						
	1	2	3	4	5	6	7
0	21	22	19	16	14	13	12
25 kg t <sup>-1</sup>	9	8	7	6	6	6	6
50 kg t <sup>-1</sup>	8	8	7	6	5	5	5

Možda se s oduševljenjem i usvoji nova tehnologija kojom će se na travnjaku iz pokošene krme napraviti neka vrsta rogozine. Ona se suši mnogo brže od uobičajeno pokošenoga prinosa, najčešće dva, do tri puta brže, što je naročito korisno u danima i krajevima s mnogo padavina. Time će se izbjeći stvaranje soka i gubitke zbog ispiranja (McGechan i Cooper, 1995.).

## 6. UPORABA SOKA

Ako se sok prikuplja u spremnike, može ga se rabiti kao gnojivo tako da ga se povremeno u razrijeđenu obliku škropi po travnjaku ili njivama, ali ne za vrućeg i suhog vremena. Sok sadržava mnogo hranjivih sastojaka (Patterson i Walker, 1979. b). Danas se ispitivanja takve vrste također provode u laboratorijima. Tako je ustanovljeno da gnojenje s 0 do 5 l soka na m<sup>2</sup> nije utjecalo na pH vrijednost tla (Bardgett i sur., 1995.).

Davanje svježega i konzerviranoga soka svinjama dalo je povoljne rezultate (Groß, 1978.; Patterson i Walker, 1979. a, 1979. c). Sok s visokim pH životinje su odbijale, no uzrok još nije potpuno istražen (Patterson, 1990.).

Lijep primjer, kako suvremena znanost odgovara na pitanja koja se još prije nekoliko godina uopće nisu postavljala jest otkriće Leidmann i sur., 1995. da silažni sok može iz tla izvući teške metale.

## 7. ZAKLJUČAK

Postoji nada da će mlađi znanstvenici u vlastitoj sredini imati mogućnost dostići i ići u korak s današnjim ritmom istraživanja konzerviranja krmiva.

### IZVORI

- Anon. (1973): Silage effluent - its collection and disposal. Scottish Agricultural Colleges Publication No. 19, 9.
- Bardgett, R. D., L. James, D. K. Leemans (1995): Microbial biomass and activity in a grassland soil amended with different application rates of silage effluent - a laboratory study. *Bioresource Technology*, 52, 175-180.
- Code of good agricultural practice for the protection of water (1991): Ministry of agriculture, fisheries and food, London, July, 80.
- Convery, F. (1988): Farming, Forestry and environment in Ireland: Trends and Prospects. *Ecos* 9, 2, 18-21.
- Foy, R. H., M. Kirk (1995): Agriculture and water quality: A regional study. *Journal of the Institution of Water and Environmental Management*, 9, 3, 247-256.
- Foy, R. H., R. V. Smith, D. Smyth, S. D. Lennox, E. F. Unsworth (1994): The impact of climatic and agricultural variables on the frequency of silage pollution incidents. *Journal of Environmental Management*, 41, 2, 105-121.
- Groß, F. (1984): Futterkonservierung, v: Handbuch Mais, DLG - Verlag, Frankfurt (Main), 252.
- Groß, F. (1978): Osobni razgovor.
- Groß, F. (1972): Die Bildung von Gärsaft beim Silieren und seine Beseitigung. *Bayer. Landw. Jahrb.*, 49, 964-970.
- Heikkilä, T., V. Taivonen, T. Tupasela (1997): Effect of additives on big bale silage quality and milk production. *Book of Abstracts 48<sup>th</sup> EAAP Meeting*, 25.-28. August, Vienna, 119.
- Jacobs, J. L., A. B. McAllan (1991): Enzymes as silage additives. 1. Silage quality, digestion, digestibility and performance in growing cattle. *Grass and Forage Science*, 46, 63-73.
- Jones, D. J. H., R. Jones (1995): The effect of crop characteristics and ensiling methodology on grass silage effluent productions. *J. agric. Engng. Res.* 60, 73-81.
- Jones, D. J. H., R. Jones, G. Mosely (1990): Effect of incorporating rolled barley in autumn-cut ryegrass silage on effluent production, silage fermentation and cattle performance. *Journal of Agricultural Science*, 115, 339-408.
- Jones, E. E., J. C. Murdoch (1954): Polluting character of silage effluent. *Water San. Engr.*, July, Aug.
- Jones, R. (1993): Effect of inoculants and absorbents incorporated in grass silage on silage quality, effluent production and animal performance. *Proceedings of the XVII International Grassland Congress, Palmerston North, Vol. 1*, 597-598.
- Jones, R., D. I. H. Jones (1996): The effect of in silo effluent absorbents on effluent production and silage quality. *J. agric. Engng. Res.* 64, 173-186.

17. Kahlstatt, J., G. Wendl, H. Pirkelmann (1996): Abwässer von Flachsiloanlagen. *Landtechnik* 51, 1, 26-27.
18. Leidmann, K., K. Fischer, D. Bieniek, A. Kettrup (1995): Chemical characterization of silage effluents and their influence on soil bound heavy metals. *Inter. J. Environ. Anal. Chem.*, 59, 303-316.
19. McDonald, P., A. R. Henderson, S. J. E. Heron (1991): *The Biochemistry of Silage*. Chalcombe Publications, Marlow, 340.
20. McDonald, P., S. J. Watson, R. Whittenburg (1966): The principles of ensilage. *Zeitschrift für Tierphysiologie, Tierernährung und Futtermittelkunde*, 21, 103-110.
21. McGechan, M. B., G. Cooper (1995): A simulation model operating with daily weather data to explore silage and haymaking opportunities in climatically different areas of Scotland. *Agricultural Systems*, 48, 315-343.
22. Muck, O., J. M. A. Gostiša (Stekar) (1964.): Bakteriološke i kemijske pojave prilikom vrenja lucerkine silaže. *Veterinaria*, 13, 2, 205-210.
23. Muck, O., J. M. A. Gostiša (Stekar) (1960.): Iskustva i zapažanja o pokusima sa siliranjem uvenulog bilja. *Krmiva*, 2, 7, 157-158.
24. Muck, O., J. M. A. Gostiša (Stekar) (1959.a): Kako vpliva sestava črne detelje raznih ovelostnih stopenj na količino kisljin in na izgube v silaži. *Zb. za kmetijstvo in gozdarstvo*, 6, 35-49.
25. Muck, O., J. M. A. Gostiša (Stekar) (1963.a): Silaža iz uvele krme. Savetovanje po pitanjima ishrane domaćih životinja. *Jugoslavensko društvo za proučavanje i unapređenje stočarstva*. Beograd, 4, 51-56.
26. Muck, O., J. M. A. Gostiša (Stekar) (1959.b): Učinek vrenja in sestave izhodnega materiala na količine kisljin in izgube v silažah iz črne detelje, koruze in trave. *Zb. za kmetijstvo in gozdarstvo*, 6, 51-61.
27. Muck, O., J. M. A. Gostiša (Stekar) (1963.b): Unapređivanje silaže iz svježe i provenule lucerke. *Veterinaria*, 12, 4, 529-533.
28. Muck, O., J. M. A. Gostiša (Stekar) (1964.b): Značajne pojave pri siliranju blago provenule lucerke. *Veterinaria* 13, 3, 313-323.
29. Muck, O., F. Kervina (1954.): Siliranje ovele krme. *Socialistično kmetijstvo*, 5, 2, 84-91.
30. O'Donnell, C., V. A. Dodd, P. O'Kiely, M. Richardson (1995a): A study of the effects of silage effluent on concrete: Part 1, Significance of concrete characteristics. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 60, 83-92.
31. O'Donnell, C., P. O'Kiely, V. A. Dodd, M. Richardson (1959b): A study of the effects of silage effluent on concrete: Part 2, Significance of environmental factors. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 60, 93-97.
32. Pajenk, F. (1998.): Odgovor na vprašanje, kako ustrezno rešiti problem voda, onesnaženih v kmetijski dejavnosti. *Sodobno kmetijstvo*, 31, 2, 94-96.
33. Patterson, D. C. (1990): Feeding value for finishing pigs of silage effluent with a high initial pH. *Journal of Agricultural Science*, 115, 129-133.
34. Patterson, D. C., N. Walker (1979c): The use of effluent from grass silage in the diet of finishing pigs. II. assessment of nutritive value of fresh and stored effluent. *Animal Science and Technology*, 4, 275-293.
35. Patterson, D. C., N. Walker (1979a): Silage liquor in growing pig diets. *Feedstuffs*, 51, 40-41.
36. Patterson, D. C., N. Walker (1979b): The use of effluent from grass silage in the diet of finishing pigs. I. Variation in composition of effluent. *Animal Science and Technology*, 4, 263-274.
37. Petrun, A. (1980.): Kako pridelati na individualnih gospodarstvih severne strani osrednjega Pohorja kvalitetnejšo travno silažo. *Diplomsko delo*. Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živinorejo, 90.
38. Phillips, V. R. (1992): Protecting water supplies from agriculture: the UK perspective. 8<sup>th</sup> Annual International Conference "Water: supply and quality", Cork, Ireland, 5.-6. November.
39. Schofield, K., J. Seager, JR. P. Merriman (1990): The impact of intensive dairy farming activities on river quality: the Estern Cleddan catchment study. *Journal of the Institution of Water and Environmental Management*, 4, 2, 176-186.
40. Spillane, T. A., J. O'Shea, J. (1973): A simple way to dispose of silage effluents. *Farm and Food*, July/Aug., 80- 81.
41. Stekar, J. M. A. (1967): Beeinflussung der Siliervorgänge durch Anwelken der Pflanzen. *Internationales Symposium Die naturwissenschaftlichen Grundlagen der Silierung*, Rostock 1966. *Tagungsberichte Nr. 92*, Berlin, 103-111.
42. Tang, J., J. C. Jofriet, B. LeLievre (1988a): A saturation criterion for ensiled plant materials. *Canadian Agricultural Engineering*, 30, 93-98.
43. Tang, J., J. C. Jofriet, B. LeLievre (1988b): Juice flow from silages. *Canadian Agricultural Engineering*, 30, 99-106.

44. Uredba o vnosu nevarnih snovi in rastlinskih hranil v tla (1996): Uradni list Republike Slovenije 6, 68, 5769-5773.
45. Woolford, M. K. (1978): The problem of silage effluent. *Herbage Abstracts*, 48, 397-403.
46. Woolford, M. K. (1984): The silage fermentation. Dekker, New York, 350.
47. Zimmer, E. (1964): Untersuchungen über Gärfutter-Sickersaft. *Wirtschaftseigene Futter*, 10, 63-75.

#### SUMMARY

Biological oxygen demand (BOP) of various sewages is presented according to two authors. The highest BOP was found in silage effluent, on average 90 000 mg O<sub>2</sub> l<sup>-1</sup> (between 40 000 and 110 000). It pollutes water and subterranean waters if it reaches them. In Ireland and in Great Britain that there existed close relationship was found between the amount of ensiled fodder and water polluted with silage effluent. If ensiling increases the pollution will increase too. In Great Britain the law was passed in 1991 forbidding silage effluent to be released into water and soil while the same law was introduced in Germany already in 1957. The silage effluent destroys concrete, therefore the quality of concrete is very important. Only fodder that contains more than 250 g DM kg<sup>-1</sup> should be baled as required by British law. If silage effluent is kept in reservoirs the quantity should be known. The amount of silage effluent can be calculated by various equations. The production of effluent is affected by dry matter, silos, additive, saturation, density of dry matter. The amount of effluent can be diminished by wilting and additives. Sugar beet pulp has proved to be very suitable. Silage effluent is used as manure, and it could be fed to animals as well.

Key words: silage effluent, biological oxygen demand, pollution frequency, dry matter, amount of effluent.