

HEMIJSKE ANALIZE OTPADNE VODE MLEKARE „KUČ KOMPANI“

Jelena M. Mašković, Nenad Kuč, Goran Marković, Vladimir Kurćubić¹

Izvod: Cilj istraživanja ovog rada bio je da se izvrše hemijske analize otpadne vode iz sabirne šahte posle separatora mlekare „Kuč Kompani“. Fizičko-hemijske analize su urađene u laboratoriji Instituta za javno zdravlje Kragujevac i laboratoriji Agronomskog fakulteta u Čačku. U uzorku iz 2021. godine vrednost HPK iznosi 6,8154 mg O₂/dm³, BPK 1,6 mg/dm³ O₂, dok je u 2020. godini vrednost HPK bila 18,02 mg O₂/dm³ a BPK 4 mg/dm³. Tehnološka otpadna voda mlekare nije pokazala veće opterećenje u pogledu BPK i HPK vrednosti. Vrednosti ostalih parametara su u okviru maksimalno dozvoljenih koncentracija i Pravilnika o kvalitetu otpadnih voda.

Ključne reči: otpadne vode, hemijske analize, industrija mleka

Uvod

Da bi život opstao i funkcionisalo sve u skladu sa prirodom, neophodna je voda. Voda je glavni resurs koji pokreće živi svet na Zemlji i koristi se za potrebe energetike, transporta, poljoprivrede, privrede i drugih delatnosti. Procentualno vodu najviše koristi poljoprivreda, kako u svetu tako i kod nas, zatim industrija, a najmanji procenat vode koristi se u domaćinstvu. Hemijski potpuno čista voda ne postoji u prirodi. Kvalitetna voda za piće je ona voda koja u određenoj koncentraciji sadrži netoksične rastvorene supstance. Čista voda je veoma bitna za većinu telesnih funkcija. Preduslov za postizanje i očuvanje dobrog zdravstvenog stanja je konzumiranje odgovarajućih količina čiste vode.

Pored čiste (nezagađene) vode postoje i zagađene vode (vode izmenjenog fizičko-hemijskog i biološkog sastava) koje su neupotrebljive za ljudske delatnosti. Svi izvori zagađenja voda mogu se svrstati u dve velike grupe: I prirodni izvori zagađivanja (šumski požari, erozije, poplave, vulkanske erupcije itd.) i II zagađenja nastala čovekovim aktivnostima (antropogena zagađenja).

Sistematizacija otpadnih voda se može izvršiti prema različitim kriterijumima: toksičnosti, stepenu biološke razgradljivosti, rastvorljivosti, hemijskoj prirodi i drugim kriterijumima (Mijović, 2004.).

Zagađena voda je voda izmenjenog fizičkog, hemijskog i biološkog sastava, koja može imati nepovoljno dejstvo na pojedinačne organizme, populacije, biocenoze i ekosisteme u celini (Marković, 2018.).

¹Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija (jelenav@kg.ac.rs).

U dosadašnjem periodu nije poklanjana dovoljna pažnja smanjenju zagađenja koje proizvodi prehrambena industrija u celini (Baras i Jovanović, 2006.). Tako se u mlekarskoj industriji pojavljuje izvesna količina otpadnih voda, koje treba kontrolisati i prečistiti odgovarajućim metodama, kako ne bi dospele i zagađile životnu sredinu. Karakteristike otpadnih voda mlekarske industrije su specifične i bitno se razlikuju od otpadnih voda drugih grana prehrambene industrije. Složenost proizvodnje u mlekarama sa više pogonskih jedinica za različite proizvode, čini problem otpadnih voda ove industrije posebno kompleksnim (Klašnja, 1997.).

Otpadne vode u industriji mleka pripadaju grupi antropogenih zagađivača. Mlečna industrija koristi ogromne količine vode u procesima održavanja higijene i čistoće na visokom nivou. Posledica ovih aktivnosti je nastanak ogromnih količina otpadne vode koju treba na adekvatan način prečistiti.

Pri projektovanju sistema za prečišćavanje otpadnih voda mlekarske industrije (Baras, 1996.) treba uzeti u obzir najvažnije parametre: potrebno vreme za biološku razgradnju masti pošto masne kiseline ispoljavaju toksičan uticaj koji proističe iz degradacije molekula masti. Da bi se izbegla akumulacija potreban je odgovarajući dizajn samog bioreaktora. Biološkim putem mlečna mast se teško razgrađuje. Potreban je duži vremenski boravak u reaktoru u poređenju sa ugljenim hidratima i proteinima. Neophodni kontakt masti sa mikroorganizmima razlagačima omogućuje poseban dizajn uređaja. U mlekarskoj industriji otpadne vode se ne stvaraju kontinualno, već periodično. Otpadne vode mogu imati visoke ili niske pH vrednosti usled korišćenja agresivnih sredstava za čišćenje i dezinfekciju koje su na bazi jakih kiselina ili baza. Azot i fosfor su prisutni u otpadnoj vodi u organskom i neorganskom obliku. Ugljeni hidrati i laktoza nalaze se u otpadnoj vodi mlekare i lako su razgrađivi, dok su lipidi i proteini manje biorazgrađivi. Pri anaerobnim uslovima biodegradacija ugljenih hidrata se odvija brzo i dolazi do stvaranja proizvoda poput acetata i propionata. Glavni protein koji ulazi u sastav mleka i mlečnih proizvoda je kazein (predstavlja 80% sadržaja ukupnih proteina mleka).

U cilju sprečavanja nepoželjnog opterećenja vodenih tokova prijemnika otpadnih voda mlekarske industrije, važno je kontinuirano uzimanje uzoraka i merenje ključnih parametara. Preporučuje se najmanje jednomesečni monitoring finalnog efluenta na ključne parametre, a ako protok značajnije varira i češće (Stefanović i sar., 2008.).

Materijal i metode rada

Pri realizaciji ovog rada vršeno je uzorkovanje otpadne vode mlekare „Kuć Kompani“ posle separatora u cilju ispitivanja osnovnih fizičko-hemijskih karakteristika otpadnih voda. Uzorkovanje je vršeno 14.10.2020. i 11.09.2021. godine. Mlekara „Kuć Kompani“ je počela sa radom u Kragujevcu 1992. godine kao zanatska radnja. Kasnije prerasta u preduzeće „Kuć Kompani“ od 1993. godine i posluje kao društvo sa ograničenom odgovornošću. Mlekara danas prerađuje više

od 60000 litara mleka dnevno. Velika proizvodnja i prerada mleka zahteva veliku potrošnju vode za čišćenje uređaja i celokupnog proizvodnog pogona.

U radu su prikazane osnovne fizičko-hemijske karakteristike i kvalitet otpadne vode mlekare „Kuč Kompani“, obavljene u laboratoriji Agronomskog fakulteta u Čačku i u Institutu za javno zdravlje Kragujevac. Od fizičko-hemijskih analiza ispitivani su parametri: pH vrednost, elektroprovodljivost, HPK, BPK, rastvorljivost kiseonika, ukupna tvrdoća, karbonatna tvrdoća, sadržaj: sulfata, magnezijuma, kalcijuma, suvog ostatka i žarenog ostatka (Mašković, 2018.).

Rezultati istraživanja i diskusija

U hemijskoj laboratoriji Agronomskog fakulteta u Čačku obavljene su analize za korišćeni uzorak otpadne vode mlekare „Kuč Kompani“. Uzorkovanje je izvršeno dana 11.09.2021. godine, a za sva izračunavanja korišćena je srednja vrednost tri merenja.

Tabela 1. Rezultati fizičko-hemijske analize otpadne vode mlekare „Kuč Kompani“ (11.09.2021.)

Table 1. Results of physicochemical analysis of wastewater from the dairy "Kuč Kompani" (11.09.2021.)

Parametar Parameter	Tehnološka otpadna voda Technological wastewater
pH	5,07
Elektroprovodljivost (μS/cm) Electroconductivity	135,6
HPK / COD (mg O ₂ /dm ³)	6,8154
BPK ₅ / BOD ₅ (mg O ₂ /dm ³)	1,6
Rastvoreni kiseonik / Dissolved O ₂ (mg/dm ³)	4
Ukupna tvrdoća vode / Total water hardness (mg CaCO ₃ /dm ³)	750
Ca ²⁺ (mg/dm ³)	768
Mg ²⁺ (mg/dm ³)	583
SO ₄ ²⁻ (mg/dm ³)	46
Ukupni fosfor / Total phosphorus (mg/dm ³)	144,4
(NH ₄ ⁺) (mg/dm ³)	10541
Sadržaj suvog ostatka / Dry residue content (mg/dm ³)	314

Važni parametri kvaliteta otpadnih voda mlekarske industrije su: biološka potrošnja kiseonika (BPK), hemijska potrošnja kiseonika (HPK), ukupne suspendovane materije, ukupne rastvorene materije; fosfor (10 – 100 mg/l) i azot (oko 6% vrednosti BPK).

Iz dobijenih rezultata u laboratoriji Agronomskog fakulteta u Čačku (Tabela 1) vidi se da dobijene vrednosti za potrošnju kiseonika (HPK) od 6,8154 mg O₂/dm³ i

biohemijsku potrošnju kiseonika (BPK₅) od 1,6 mg/dm³ O₂ ne prelaze maksimalno dozvoljenu koncentraciju (MDK za HPK je 450 mg/dm³ O₂, a MDK za BPK je 300 mg/dm³ O₂).

Tabela 2. Rezultati fizičko-hemijske analize otpadne vode mlekare „Kuč Kompani“ (14.10.2020.)

Table 2. Results of physicochemical analysis of wastewater from the dairy "Kuč Kompani" (14.10.2020.)

Parametar Parameter	Tehnološka otpadna voda Technological wastewater
pH	7,17
Elektroprovodljivost (μS/cm) Electroconductivity	401
HPK / COD (mg O ₂ /dm ³)	18,02
BPK ₅ / BOD ₅ (mg O ₂ /dm ³)	4
Rastvoreni kiseonik / Dissolved O ₂ (mg/dm ³)	5,4
Ukupna tvrdoća vode / Total water hardness (mg CaCO ₃ /dm ³)	380
Ca ²⁺ (mg/dm ³)	72,07
Mg ²⁺ (mg/dm ³)	48,12
SO ₄ ²⁻ (mg/dm ³)	37,78
Ukupni fosfor / Total phosphorus (mg/dm ³)	0,162
(NH ₄ ⁺) (mg/dm ³)	0,22
Sadržaj suvog ostatka / Dry residue content (mg/dm ³)	175
Cl ⁻ (mg/dm ³)	13,94
Gvožđe / Iron (mg/dm ³)	0,37
Fenoli / Phenols (mg/dm ³)	0,0023
Deterdženti / Detergents (mg/dm ³)	0,032

Dobijene vrednosti ostalih ispitivanih parametara u laboratoriji Agronomskog fakulteta u Čačku: pH vrednost, elektroprovodljivost, rastvorljivost kiseonika, ukupna tvrdoća, karbonatna tvrdoća, sulfati, magnezijum, kalcijum, sadržaj suvog ostatka, sadržaj žarenog ostatka su u skladu sa maksimalno dozvoljenim

koncentracijama i Pravilnikom o kvalitetu otpadnih voda (Službeni list grada Kragujevca 21. jun 1993).

Pored ovih analiza u Institutu za javno zdravlje Kragujevac (Tabela 2) određen je 14.10.2020. sadržaj fosfora ($0,162 \text{ mg/dm}^3$), azota ($0,22 \text{ mg/dm}^3 \text{ NH}_4^+$), hlorida ($13,94 \text{ mg/dm}^3$), gvožđa ($0,37 \text{ mg/dm}^3$), fenola ($0,0023 \text{ mg/dm}^3$) i deterdženata ($0,032 \text{ mg/dm}^3$). Dobijene vrednosti za HPK od $18,02 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$ i BPK₅ od $4 \text{ mg/dm}^3 \text{ O}_2$ ne prelaze MDK. Ostale dobijene vrednosti ne prelaze maksimalnu dozvoljenu koncentraciju.

Zaključak

U napisanom radu prikazane su osnovne karakteristike tehnološke otpadne vode iz sabirne šahte posle separatora mlekare „Kuč Kompani“.

Fizičko-hemijske analize otpadne vode posle separatora mlekare „Kuč Kompani“ obavljene su u laboratorijama Instituta za javno zdravlje Kragujevac i Agronomskog fakulteta u Čačku. Dobijeni rezultati fizičko-hemijske anlyze otpadne vode su upoređeni sa referentnim vrednostima propisanim Pravilnikom o kvalitetu otpadnih voda (Službeni list grada Kragujevca 21. jun 1993).

Upoređivanjem dobijenih rezultata primećeno je značajno sniženje vrednosti analiziranog uzorka iz 2021. godine u odnosu na analizirani uzorak iz 2020. godine prema osnovnim pokazateljima opterećenja organskim materijama. U uzorku iz 2021. godine vrednost HPK iznosi $6,8154 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$, BPK $1,6 \text{ mg/dm}^3 \text{ O}_2$, dok je u 2020. godini vrednost HPK bila $18,02 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$ a BPK 4 mg/dm^3 . Tehnološka otpadna voda mlekare nije pokazala veće opterećenje u pogledu BPK i HPK vrednosti. Vrednosti ostalih parametara su u okviru maksimalno dozvoljenih koncentracija i Pravilnika o kvalitetu otpadnih voda.

Na osnovu dobijenih rezultata preporuka je da se u ovom privrednom subjektu vrši kontinuirani monitoring tehnološke otpadne vode na ključne parametre, sa dinamikom od jednog uzorkovanja mesečno. U slučaju da protok otpadne vode značajnije varira, monitoring treba vršiti i češće.

Literatura

- Baras, J. (1996.). Tokovi razvoja zaštite životne sredine u procesnim tehnologijama, Hemijska industrija, 54, 474–480.
- Baras J., Jovanović S. (2006). Otpadne vode industrije mleka. Preh. ind. 1–2.
- Klašnja, M. (1997). Problematika otpadnih voda – najvažniji deo ekološkog upravljanja u mlekari. Prehr. Ind. Mleko i mlečni proizvodi 815–24.
- Marković G. (2018). Osnove ekologije i zaštite životne sredine. Agronomski fakultet, Čačak.
- Mašković J. (2018). Praktikum iz primenjene analitičke hemije. Agronomski fakultet, Čačak.
- Mijović LJ. (2004). Biološka obrada otpadnih voda. Zbirka rešenih zadataka sa teorijskim osnovama. Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd.

Stefanović D., Vojinović-Miloradov M., Lemić J., Kurajica M., Kovačević D. (2008).
Merenje fizičko-hemijskih i drugih mineralnih sirovina. Vet. glasnik 62 (5-6)
395-402.

CHEMICAL ANALYSIS OF "KUČ KOMPANI" DAIRY WASTEWATER

Jelena M. Mašković, Nenad Kuč, Goran Marković, Vladimir Kurćubić¹

Abstract

The aim of the research of this paper was to perform chemical analyzes of wastewater from the collection shaft after the separator of the dairy "Kuč Kompani". Physico-chemical analyzes were performed in the laboratory of the Institute of Public Health Kragujevac and the laboratory of the Faculty of Agriculture in Čačak. In the sample from 2021, the value of HPK is 6.8154 mg O₂ / dm³, BOD 1.6 mg / dm³ O₂, while in 2020 the value of HPK was 18.02 mg O₂ / dm³ and BOD 4 mg / dm³. The technological wastewater of the dairy did not show a higher load in terms of BPK and HPK values. The values of other parameters are within the maximum allowable concentrations and the Ordinance on wastewater quality.

Key words: wastewater, chemical analysis, dairy industry

¹University of Kragujevac, Faculty of Agronomy Čačak, Cara Dušana 34, Čačak, Serbia (jelenav @kg.ac.rs)