

Utilization of digestate in biomass production of microalgae and cyanobacteria for biogas production

Denis Deže¹, Melita Mihaljević², Davor Kralik³

¹Student poslijediplomskog interdisciplinarnog sveučilišnog studija Zaštita prirode i okoliša, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku;

²Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju, Ulica cara Hadrijana 8a, Osijek;

³Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Vladimira Preloga 1, Osijek ;
(E-mail:denis.deze@gmail.com)

Sažetak

Digestat je nusprodukt anaerobne fermentacije koji nastaje tijekom proizvodnje bioplina, bogat je organskim i anorganskim tvarima (dušikom, fosforom, kalijem i drugim mikronutrijentima). Cilj ovog istraživanja je analizirati utjecaj različitih koncentracija digestata na razvoj prirodnih populacija mikroalga i cijanobakterija za proizvodnju biomase. Eksperiment je proveden s koncentracijama od 31,06 i 53,60 mg/l digestata u razdoblju od 49 dana pri temperaturi od 24,00 °C, pH od 7,89 i s konstantnom aeracijom. Na kraju eksperimenta došlo je do značajnog smanjenja koncentracija ukupnog dušika (TN) i ukupnog fosfora (TP) u obje eksperimentalne skupine (17,01 i 15,00 mg/l). Dominantne mikroalgalne zajednice bile su zelene klorokokalne alge vrste *Chlorella*, koje su se eksponencijalno razvijale u obje eksperimentalne skupine, a njihova dinamika ovisila je o koncentraciji digestata. U skupini s nižom koncentracijom digestata dnevni prinos biomase iznosio je 1,84 mg/l, s prosječnom produktivnosti od 123,86 mg/l, dok je u skupini s višom koncentracijom digestata dnevni prinos iznosio 4,14 mg/l s prosječnom produktivnosti od 263,01 mg/l. Dobiveni rezultati ovog istraživanja pokazali su da je digestat pogodan kao nutrijent u proizvodnji algalne biomase koja se može koristiti u proizvodnji bioplina na malim farmama. To može značajno pridonijeti ekonomskoj isplativosti i ekološkom gospodarenju.

Summary

Digestate is a by-product of anaerobic fermentation obtained after the biogas production. It is rich in organic and inorganic matter (nitrogen, phosphorus, potassium and other micronutrients). The aim of this research was to investigate the impact of different digestate concentrations on the growth of natural populations of microalgae and cyanobacteria for biomass production. The experiment was done using 31.06 and 53.60 mg/L digestate concentration, over a period of 49 days at a temperature of 24.00 °C, pH of 7.89 and constant aeration. After the experiment, there was a significant concentration reduction of total nitrogen (TN) and total phosphorus (TP) in both experimental groups (17.01 and 15.00 mg/L). The dominant microalgal communities were green chlorococcal algae of the *Chlorella* species, which exponentially grew in both experimental groups, and their growth dynamics depended on the digestate concentration. In the group with a lower concentration of digestate, the daily biomass yield was 1.84 mg/L with an average productivity of 123.86 mg/L, while in the group with a higher concentration of digestate, the daily yield was 4.14 mg/L with an average productivity of 263.01 mg/L. Our results showed that digestate is suitable as a nutrient for the algal biomass production that can be used in the production of biogas on small farms. This can significantly contribute to economic viability and environmental management.

Uvod

U proizvodnji biogoriva primjenom anaerobnih procesa nastaje velika količina nusprodukata koje je potrebno dodatno zbrinuti. Digestat koji nastaje u proizvodnji bioplina je bogat organskim i anorganskim tvarima te sadrži velike koncentracije dušika, fosfora i kalija, ovisno o ulaznim sirovinama i tehnološkim procesima, pa je zbog toga pogodan za uzgoj različitih biljnih vrsta. Aktualna istraživanja u proizvodnji bioplina usmjerena su na upotrebu algalne biomase kao potencijalne sirovine u anaerobnoj fermentaciji, međutim još uvijek je problem u ekonomskoj isplativosti proizvodnje velike količine biomase mikroalga. Cilj ovog istraživanja je analizirati utjecaj različitih koncentracija digestata na razvoj prirodnih populacija mikroalga i cijanobakterija za proizvodnju biomase.

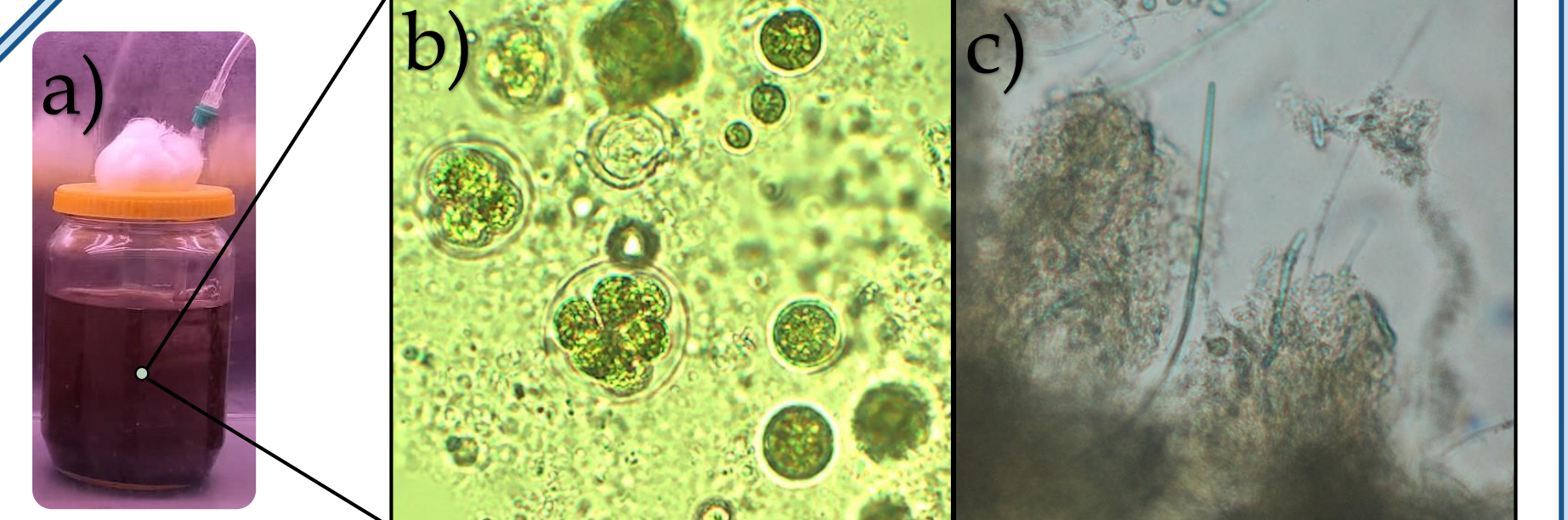
Materijali i metode

Uzorci prirodnih zajednica mikroalga i cijanobakterija prikupljeni su iz malog jezera na lokaciji Biljska cesta, Osijek. Uzorak digestata je iz bioplinskog postrojenja na farmi Orlovnjak, Tenja (Sl. 1). Digestat je centrifugiran kako bi se uklonile krute čestice, autoklaviran 20 minuta na 120 °C i razrijeđen s deioniziranom vodom. Uzgoj mikroalga postavljen je u dvije eksperimentalne skupine (svaka s tri replikata) koje su se razlikovale po inicijalnoj koncentraciji ukupnog dušika (TN): skupina A - koncentracija od 31,06 mg/l TN; skupina B - koncentracija od 53,60 mg/l TN. Svaka skupina imala je ukupni volumen od 500 ml (digestat + uzorak mikroalga) te je podvrgnuta istim laboratorijskim uvjetima uzgoja: temperatura od cca 24°C; izvor svjetlosti - fluorescentna lampa (3000 lux-a); fotoperiod 12:12 h u ciklusu dan - noć; konstantna aeracija. Fizičko-kemijske analize vode kao i analize zajednice mikroalga obavljale su se svakih 7 dana tijekom istraživanja. Koncentracije TN i ukupnog fosfora (TP) analizirane su primjenom Laton kivetnog testa Hach Lange - LCK338 za TN i Laton kivetnog testa Hach Lange - LCK350 za TP. Vrijednosti pH vode, temperatura vode i koncentracija otopljenog kisika u vodi određena je pomoću digitalnog multimetara Hach HQ 30D flexi. Kvalitativna analiza mikroalga načinjena je s pomoću svjetlosnog mikroskopa (Carlzeiss) i ključeva za determinaciju vrsta (Hindak i sur. 1978). Kvantitativna analiza mikroalga načinjena je metodom po Utermöhl-u (Utermöhl, 1958) uz pomoć invertnog mikroskopa. Biomasa je mikroalga izračunata je na temelju volumena pojedinačnih stanica.

Slika 1. Bioplinsko postrojenje na farmi Orlovnjak

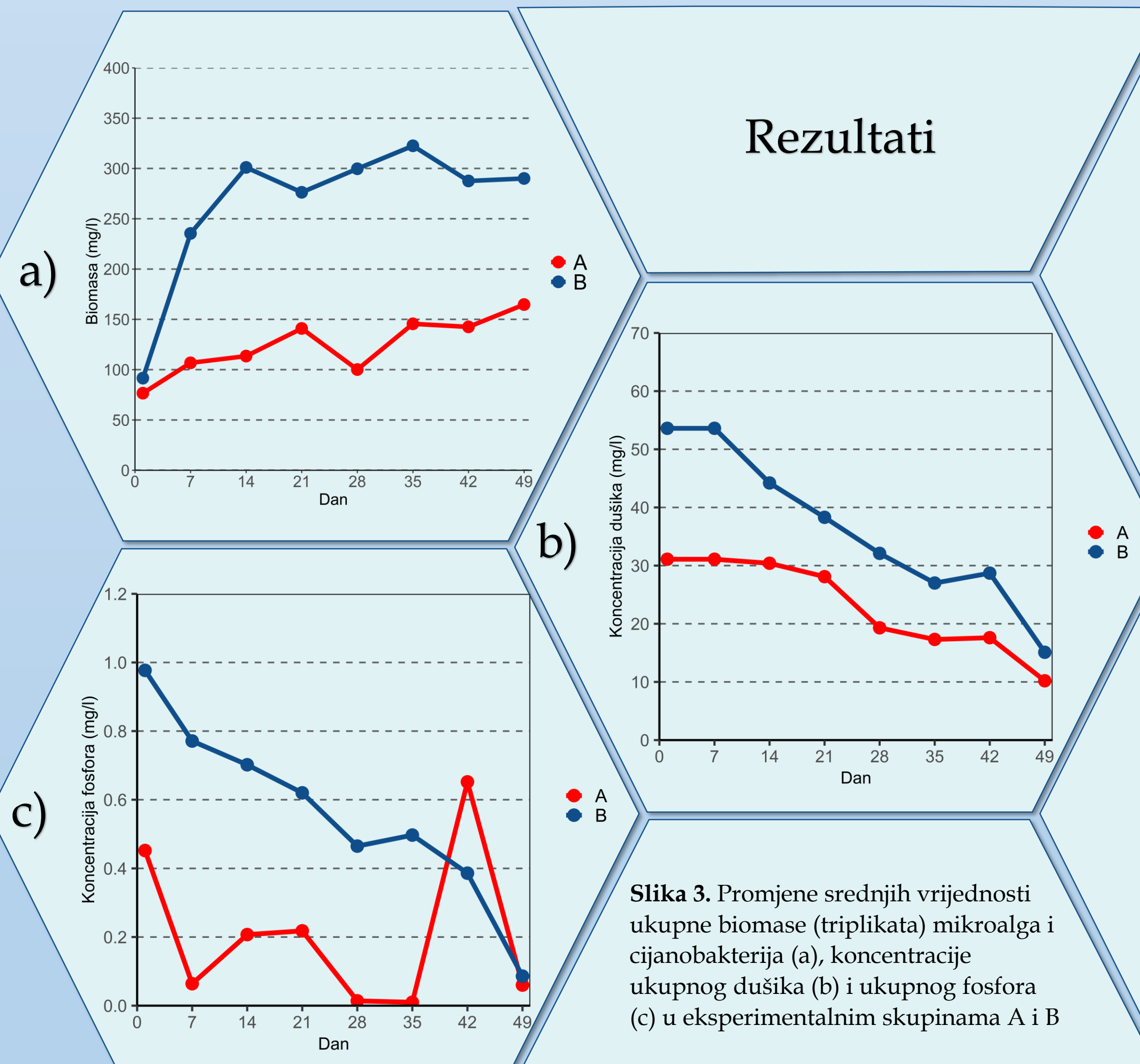


izvor : <https://www.zito.hr/hr/djelatnosti>



Slika 2. laboratorijski uzgoj (a) i mikroskopski prikaz mikroalga vrste *Chlorella* (b) i cijanobakterija roda *Phormidium* (c)

Rezultati



Slika 3. Promjene srednjih vrijednosti ukupne biomase (triplikata) mikroalga i cijanobakterija (a), koncentracije ukupnog dušika (b) i ukupnog fosfora (c) u eksperimentalnim skupinama A i B

U sastavu mikroalgalnih zajednica dominantne su bile zelene klorokokalne alge vrste *Chlorella*, a tijekom eksperimenta razvile su se i nitaste cijanobakterije roda *Phormidium* (Sl. 2). U obje eksperimentalne skupine mikroalge su se eksponencijalno razvijale i dosegle najvišu vrijednost biomase od 146,79 mg/l u A skupini 49. dan i 338,26 mg/l u B skupini 35. dan. Koncentracija ukupnog dušika kontinuirano se smanjivala od 1. do 49. dana, (Sl. 3, Tab. 1). Evidentno je da je dinamika razvoja mikroalga i cijanobakterija ovisila o količini nutrijenata.

Tablica 1. Promjena koncentracija TN, TP i pH tijekom eksperimenta uzgoja mikroalga i cijanobakterija

	Skupina	Srednja vrijednost (SD)		Srednja razlika	95% CI	P*
		1. dan	49. dan			
Ukupni dušik (TN, mg/l)	A	31,06 (0,01)	17,01 (0,16)	-13,8	-14,0 - (-13,7)	<0,001
	B	53,60 (0,09)	15,00 (0,16)	-38,6	-38,7 - (-38,4)	<0,001
Ukupni fosfor (TP, mg/l)	A	0,446 (0,01)	0,058 (0,001)	-0,39	-0,399 - (-0,376)	<0,001
	B	0,976 (0,01)	0,088 (0,003)	-0,89	-0,899 - (-0,877)	<0,001
pH	A	8,21 (0,04)	7,16 (0,13)	-1,05	-1,2 - (-0,89)	<0,001
	B	8,35 (0,09)	7,16 (0,16)	-1,19	-1,34 - (-1,04)	<0,001

CI - interval pouzdanosti, SD - Standardna devijacija, P - P-vrijednost *Spareni t - test

Zaključak

Rezultati istraživanja pokazali su mogućnost upotrebe digestata kao hranjiva u proizvodnji biomase prirodnih zajednica mikroalgi i cijanobakterija. Veća koncentracija digestata odnosno nutijenata omogućila je veću proizvedenu biomasu uz značajno smanjenje ukupne koncentracije dušika i fosfora u vodi. Dobiveni rezultati mogu se primijeniti na farmama s bioplinskim postrojenjima u svrhu daljnjeg razvoja ekološkog gospodarenja.