



BIOETANOL

(poročilo o izdelavi bioetanola)

Avtorice: Katja Hočevar, Anita Hočevar, Tjaša Lampe,
Medea Lebar, 3.N

Mentorja: Anita Zupanc, Jure Ausec

Izvedeno v okviru projekta Zeleni watt,
ki ga je sofinanciral Borzen.

Strahinj, oktober 2016

1. UVOD

Bioetanol (C_2H_5OH) je čista brezbarvna tekočina z vreliščem pri 78,5 °C. Je alkohol, ki vsebuje hidroksilno skupino OH, vezano na ogljikov atom, oziroma gorivo, ki je veliko bolj prijazno okolju kot goriva iz naftnih derivatov, saj med drugim v zrak spušča do 90 % manj toplogrednih plinov. Za proizvodnjo bioetanola uporabljamo rastline, ki vsebujejo sladkorje, škrob ali celulozo. Trije prevladujoči viri so kornuza, pšenica in sladkorni trs. Bioetanol lahko pridobivamo iz biomase s pomočjo hidrolize in fermentacije sladkorjev.



Slika 1: Kupljen etanol

2. PRIPOMOČKI

- jabolčni sok
- kvas
- termometer
- čaše
- vata
- termovka
- apnena voda
- Vernier
- hladilnik
- etanol
- mufe
- prižeme
- plinski gorilnik
- stojalo
- izparilnica



Slika 2: Merilnik Vernier



Slika 3: Apnena voda



Slika 4: Hladilnik



Slika 5: Mufe



Slika 6: Prižeme

3. POSTOPEK OZ. NAVODILO ZA DELO

S pomočjo literature in ob nadzoru mentorjev smo sestavile navodila za delo:

1. Jabolčni sok segrej do sobne temperature, ter ga nato skozi lij prelij v dve termovki.
2. V eno izmed termovk predhodno dodaj $\frac{3}{4}$ zavojčka kvasa.
3. Termovki zatesni z zamaškom z gumijasto cevko, ki naj na drugi strani vodi v apneno vodo.
4. Po končani fermentaciji pripravi napravo za destiliranje (glej sliko 11). Fermentirano snov segrevaj do temperature 78 °C. Ko se temperatura začne dvigovati nad to mejo, destilacijo ustavimo.
5. Stehtaj dobljeni etanol in pravi etanol (iz laboratorija) ter s pomočjo dobljene mase in prostornine v merilnem valju izračunaj njuni gostoti. Gostoti primerjaj med seboj. (Gostote nastalega etanola ne moremo meriti z areometrom, saj nastane premajhna količina etanola.)

6. Pripravi dve izparilnici ter v vsako izmed njih daj 0,25 g vate. Nato ju postavi pod stojali z bučkama, v kateri nalij vodo (v obeh naj bo voda z enako temperaturo). Bučki na stojali pritrdi z mufo in prižemo.
7. Na stojali pritrdi termometra za merjenje temperature, ki naj visita v bučki (potopljena v vodo, ampak se ne smeta dotikati dna bučke).
8. Vsako vato napoji z enako količino etanola (eno z dobljenim bioetanolom, drugo pa s kupljenim etanolom), prižgi z vžigalico in s pomočjo izmerjene končne temperature vode v bučki primerjaj energijsko vrednost obeh etanolov.



Slika 7: Sok prelijemo v termovki (v eno je predhodno dodan kvas) ter ju zatesnimo z zamaškom s cevko. Termovki označimo.



Slika 8: Cevki speljemo v apneno vodo.



Slika 9: V termovki poleg cevke namestimo termometra in vsako uro merimo temperaturo.



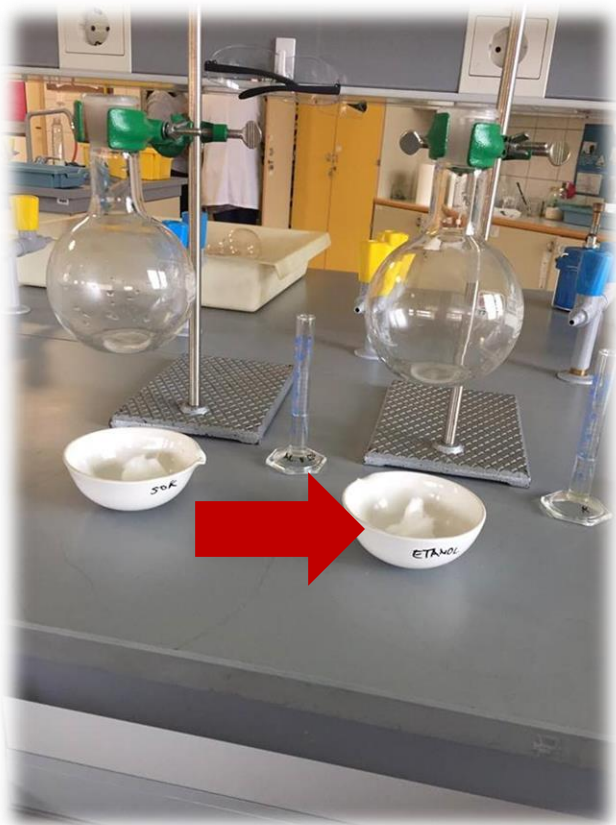
Slika 10: Priprava naprave za destiliranje.



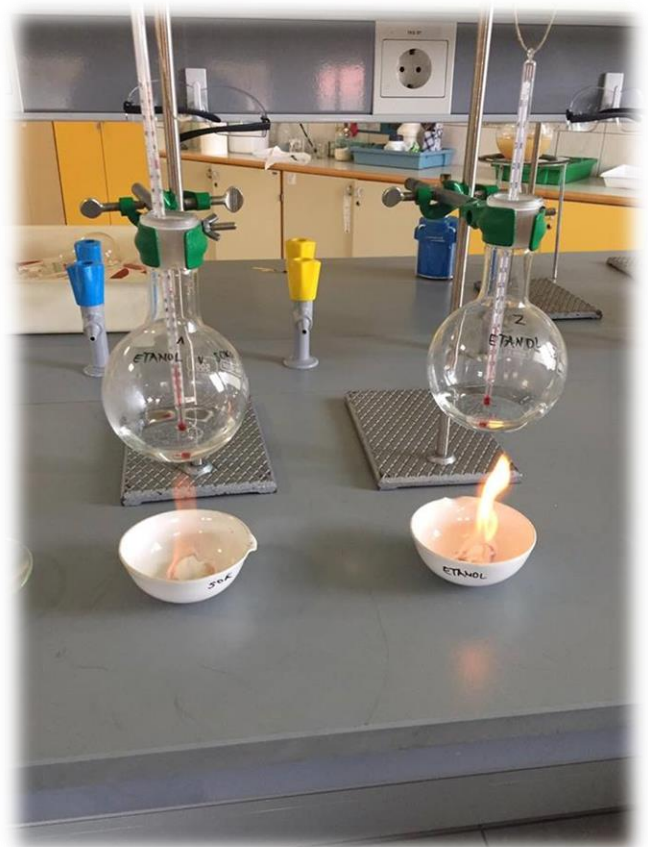
Slika 11: Nad gorilnik postavimo sok s kvasovkami ter ga segrevamo do temperature 78 °C. Na drugi strani hladilnika se izloča nastali bioetanol.



Slika 12: Na koncu stehamo dobljeni etanol in kupljeni etanol (iz laboratorija) ter izračunamo gostoto obeh. Prostornino odčitamo z merilnim valjem.



Slika 13: V vsako izmed izparilnic damo 0,25 g vate in ju postavimo pod merini bučki z vodo. Termometer pritrdimo ob stojalo, da bo visel v bučko (v vodi, se ne dotika dna bučke).

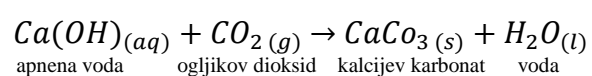


Slika 14: Vati napojimo z etanoloma, prižgemo ter s pomočjo spremembe temperature sklepamo na energijsko vrednost nastalega bioetanol.

4. REZULTATI IN UGOTOVITVE

Fermentacija je pri soku s kvasovkami potekla mnogo hitreje, kar smo lahko dokazali z izhajanjem CO_2 v apneno vodo. Ta je namreč pomotnela. Apnica, povezana s sokom brez kvasovk, je bila po enem dnevu še vedno bistra, kar priča o počasnejši fermentaciji.

Enačba dokaza ogljikovega dioksida, ki je posledica fermentacije, se glasi:



IZRAČUN GOSTOTE ETANOLA

1. Nastali bioetanol

$$m = 3,39 \text{ g}$$

$$V = 4 \text{ ml} = 0,004 \text{ l}$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{3,39 \text{ g}}{0,004 \text{ l}} = 848 \frac{\text{g}}{\text{l}} = 848 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

2. Kupljeni (laboratorijski) etanol

$$m = 3,12 \text{ g}$$

$$V = 4 \text{ ml} = 0,004 \text{ l}$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{3,12 \text{ g}}{0,004 \text{ l}} = 780 \frac{\text{g}}{\text{l}} = 780 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Gostota kupljenega etanola naj bi bila $789 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, kar potrjuje pravilnost naših meritev¹. Gostota nastalega bioetanol je večja od gostote laboratorijskega, kar je verjetno posledica različnih nečistoč (predvsem vode).

OCENA ENERGIJSKE VREDNOSTI

Energijska vrednost pove, koliko energije je shranjene v določeni masi goriva. Določanje je zapleteno, vendar lahko energijsko vrednost precej dobro ocenimo z enostavnim poskusom. Proces lahko ponazorimo s sežigom etanola. Količino sproščene energije izmerimo tako, da energijo pri gorenju etanola porabimo za segrevanje vode. Merimo spremembo temperature vode.

$\Delta T(H_2O)$ za bioetanol	20 °C
$\Delta T(H_2O)$ za laboratorijski etanol	24 °C

Sprememba temperature vode, ki smo jo segreli s kupljenim etanolom, je znašala 24 °C, sprememba pri bioetanolu pa le 20 °C. S primerjavo spremembe temperature lahko ocenimo energijsko vrednost nastalega bioetanol. V literaturi² najdemo podatek, da je energijska vrednost etanola 29,7 kJ/kg, od koder izračunamo energijsko vrednost nastalega bioetanol:

$$29,7 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot \frac{20 \text{ }^\circ\text{C}}{24 \text{ }^\circ\text{C}} = 24,8 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

Energijska vrednost nastalega bioetanol je nekoliko manjša od čistega laboratorijskega etanola, saj destilacija ni bila popolna, zato v bioetanolu najdemo primesi (predvsem voda).

¹ <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/ethanol#section=Density> (datum dostopa: 15. 11. 2016)

² https://neutrium.net/heat_transfer/heat-of-combustion/

5. ZAKLJUČEK

V sadjarski delavnici pridelajo 300 kg odpadnega sadja oziroma odpadkov pri predelavi sadja. Stroški bi bili pri iztiskanju soka in segrevanju, za hitrejše delovanje bi morali dodajati tudi kvasovke. Če bi šolskim vozilom dodajali bioetanol (do 20 % mešanici bioetanola in bencina pravijo tudi gasohol), jih ne bi bilo potrebno predelati, razen če bi uporabljali čisti bioetanol (v tem primeru bi morali prilagoditi le predvžig). Slabost pri vožnji na bioetanol je v tem, da je kalorična vrednost glede na bencin manjša, bioetanol tudi hitro hlapi. Prav tako imajo vozniki vozil na bioetanol pozimi težave z vžigom. Kljub nekaj slabostim pa ima bioetanol veliko več prednosti. Je okolju prijazen, varen in enstaven za uporabo, ščiti prst in vodo ter ne onesnažuje zraka.