**TEHNIČKA ŠKOLA RUĐERA BOŠKOVIĆA**

**Zagreb, Getaldićeva 4**

**SEMINARSKI RAD:**

**ETANOL**

**Ime i prezime: JAN GRDANJSKI**

**Profesor: KREŠIMIR LABURA**

**Zagreb, studeni 2021.**

Sadržaj:

1. Uvod 3
   1. Ukratko o etanolu 3
2. Razrada - Primjene etanola 3
   1. Kozmetički proizvodi 3
   2. Prehrambeni proizvodi 3
   3. Goriva 3
   4. Sigurnosne mjere 3
3. Razrada - Procesi dobivanja etanola 3
   * 1. Proces „Suhog mljevenja“ 3-4
     2. Proces „Vlažnog mljevenja” 4
     3. Proces „Ekstrakcije iz biomase” 4-5
4. Zaključci 5
5. Literatura 5

# Uvod – Ukratko o etanolu

Etanol je organski kemijski spoj koji sadrži hidroksilnu skupinu OH, vezanu za dva ugljikova atoma i najčešće šest atoma vodika. Kemijskim zapisom C2H6OH. Najčešće ga susrećemo u alkoholnim pićima i nekim alkoholnim maramicama. Dobivamo ga prerađivanjem biljaka koje sadrže škrob i šećer, poput kukuruza, sirka i šećerne repe. Procesi prerade tih biljaka će biti dalje opisani u kasnijem dijelu seminara.

# Razrada – Primjene etanola

Etanol je više nego samo sastavni dio alkohonih pića. Etanol se koristi u kozmetičkim proizvodima kao tvar koja potiče zatezivanje tkiva i tvar za miješanje emulzija vode i ulja. Vrlo je efektivan kao otapalo, stoga se koristi u dezinficijensima i proizvodima za čišćenje, jer ubija bakterije, gljivice i viruse. Moguće ga je i pronaći u hrani jer se koristi kao aditiv. Nekada samo za okus, a nekada je i dio boje za hranu i ekstrakata okusa poput vanilije. Pošto je etanol zapaljiv i podržava gorenje, koristi u gorivima. Većina goriva sadrže oko 10% etanola koji pomaže kod opskrbljivanja kisikom i smanjuje otpuštanje štetnih plinova. Nekada se koristio i u raketnim gorivima u otopini s vodom kako bi se smanjila temperatura komore za izgaranje. Većinom je bio u upotrebi kod Njemačkih V-2 raketa za vrijeme Drugog svjetskog rata. Danas su u upotrebi efikasnije solucije, stoga se jedino može pronaći u rijetkim „napravi sam“ (eng. DIY) projektima entuzijasta. Bitno je zapamtiti da etanol nije isto što i alkoholno piće. Etanol je opojan sastojak alkohola, koji kod direktne konzumacije može izazvati slijepoću ili smrt. Iz ovoga se razloga etanolu dodaje gorak okus koji bi trebao spriječiti ljude od konzumiranja.

# Razrada – Procesi dobivanja etanola

U kratkim crtama, etanol se dobiva fermentacijom sirovina koje sadrže šećer, škrob i celulozu. Fermentacija ili alkoholno vrenje je proces kojim se škrob i/ili šećeri pretvaraju u etanol i ugljikov dioksid, uz pomoć kvasaca koji djeluju kao katalizatori. To je glavni korak, no nije jedini u cjelokupnom procesu od biljke do proizvoda. Postoji više procesa i njihovih varijacija, no najčešći su „Suho mljevenje“, „Vlažno mljevenje“ i „Ekstrakcija iz biomase“. Daljnji opisi procesa će koristiti kukuruz kao sirovinu, ali slično vrijedi za sve sirovine. Jedina razlika je način dobivanja i spremanja sirovine.  
NAPOMENA: Izraz „čisti etanol“ odnosi se na etanol koncentracije 99.5% ili više, jer je iznimno teško ići dalje od toga bez vrlo specijalizirane opreme.

1. Proces „Suhog mljevenja“

Kada je kukuruz spreman za žetvu, potrebno je odabrati suh dan na koji će se ona obaviti, kako bi se smanjila količina vode i time povečala količina kukuruza koja stane u silos. Zatim se kukuruz samelje u brašno i miješa sa vodom kako bi se napravila kaša. Nakon toga se u kašu dodaju enzimi koji pomažu rastaviti polisaharidni škrob na jednostavne šećere, to jest monosaharide i disaharide. Za taj proces rastavljanja potrebno je ostaviti kašu da stoji ovisno o njezinoj količini. Dalje slijedi otprije opisani proces fermentacije. Potrebno je dodati kvasac za proizvodnju alkohola. On je različit od svakodnevnog kuhinjskog kvasca. U slučaju uporabe kuhinjskog kvasca, rezultirajuća količina i koncentracija etanola će biti znatno manja. Proces fermentacije obično traje približno 60 sati, no to ovisi o količini kaše i korištenome kvascu. Detaljnije upute o potrebnoj količini kvasca i vremenu vrenja. Nakon fermentacije ostaje tekući produkt dugotrajne reakcije. Taj bi produkt trebao sadržavati maksimalno 15% etanola, no to također ovisi o kvaliteti kvasca. Slijedi destilacija. Destilacijom odvajamo vodu i etanol, no otopina koju dobijemo će biti 95.63% etanol i 4.37% voda jer oni čine takozvani azeotrop. Azeotropi su smjese kod kojih točka vrelišta nije doslovna preslika njezinih komponenata. Slika na kojoj se prikazuje tekst, scena, laser, svijetlo

Opis je automatski generiranSlika 3.1: Graf vrelišta azeotropa vode i etanola  
Upravo zbog efekta azeotropa, nije moguće destilirati smjesu da ima koncentraciju etanola veću od 95.63%. Postoje dva rješenja ovome. Moguće je dodati neku tvar koja će stvoriti azeotrop s vodom koji ima niže vrelište od azeotropa vode i etanola. Tako je moguće destilacijom odvojiti novi azeotrop i ostati će čisti etanol. Druga metoda jest dodati takozvana molekularna sita. To su zrnca koja u sebi imaju male pore u koje molekule vode mogu ući, ali su te pore previše malene da u njih uđu molekule etanola. Tako da kada izvadimo molekularna sita dobivamo čisti etanol.

1. Proces „Vlažnog mljevenja“

Proces vlažnoga mljevenja je uglavnom jednak onome suhog mljevenja, no nakon prikupljanja kukuruza, ga se natopi u vodi i odmah se dodaju enzimi za rastavljanje škroba, a tek se nakon toga mješavina melje u kašu.

Neki od preostalih nusprodukata procesa „suhog“ i „vlažnog mljevenja“ se mogu iskoristiti ponovno u procesu pripreme kaše, a ostali se mogu iskoristiti kao hrana za stoku.

1. Proces „Ekstrakcije iz biomase“

Ovaj je proces vrlo sličan onima opisanima pod a) i b). U ovome slučaju nećemo koristiti kukuruz kao sirovinu nego celuloznu biomasu. Ova se biomasa često dobiva miješanjem više različitih biljaka koje bismo inače iskoristili u procesu mljevenja, no puno je svestranije jer nema restrikcije iste vrste biljke. Svaka biljka zahtjeva različite načine mljevenja i opremu, ali ovaj proces ih sve spoji u zajedničku biomasu i tako izbjegava te probleme. U biomasu dalje dodajemo enzime koji će oslabiti celulozu i djelomično ukloniti lignin i hemicelulozu, koji su nepotreban dio biomase za ovaj proces. Slijedi hidroliza. Hidroliza je proces rastavljanja molekula kovalentnih veza u reakciji s vodom. Enzimna hidroliza je proces kojim se polisaharidi i njihovi oligomeri pretvaraju u monosaharidne i disaharidne šećere uz pomoć enzima. U prije opisanim procesima se ne koristi hidroliza, nego se samo dodaju enzimi. Pošto je ovaj proces optimiziran za svestranost i manju cijenu, koristi se hidroliza. No ona sama po sebi nije dovoljna da u potpunosti rastavi šećere, pa se još uvijek mora dodati manja količina enzima. Dalje je moguće samo nastaviti iste korake iz procesa a). To bi bile fermentacija, destilacija i pročišćavanje produkta.

# Zaključci

* Etanol je vrlo svestran spoj. Koristi se u raznim područjima i ima vrlo jednostavan proces izrade.
* Proces dobivanja etanola može koristiti više različitih sirovina ekstrakcijom iz biomase.
* Etanol je koristan kao gorivo, ali i u mješavini s vodom može hladiti komoru za izgaranje.

# Literatura

1 Petra Tišljar, Proizvodnja bioetanola iz rogača (Završni rad), Sveučilište u Zagrebu - Prehrambeno-biotehnološki fakultet, 2018. – [poveznica](https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:159:571664). Datum pristupanja: 5.12.2021.

2 Izvor slike 3.1: Kumar Pranay, [poveznica](https://www.quora.com/How-does-Azeotropism-for-ethyl-alcohol-water-system-disappear-by-increasing-pressure), datum pristupanja 5.12.2021  
Slika je uređena i prevedena na hrvatski jezik.

3 Zhaohui Tong, Pratap Pullammanappallil, Arthur A. Teixeira: How Ethanol Is Made from Cellulosic Biomass, University of Florida, 2012. [poveznica](https://edis.ifas.ufl.edu/pdf%5CAE%5CAE49300.pdf). Datum pristupanja 5.12.2021.