

LABORATION: MIKROBIOLOGISKA BRÄNSLECELLER

Forskare vid Åbo Akademi hjälper till att presentera aktuell forskning för skolelever genom att delta i utvecklandet av laborationer som baserar sig på forskningen de gör. Xiaoju Wang, doktor i oorganisk kemi från Åbo Akademi, har i sin doktorsavhandling forskat i hur man genom att använda enzymer och socker kan producera elektricitet med s.k. biobränsleceller.

I denna laboration konstrueras en simpel mikrobiologisk bränslecell där jästens enzymer fungerar som biokatalysatorer. Själva bränslecellen konstrueras av gelatin och vanligt hushållssocker kan användas som bränsle.

Teman: Elektrokemiska fenomen, redoxreaktioner, elektrokemi, cellandning, miljö kemi, hållbar utveckling.

Säkerhet: Inga giftiga kemikalier används

Bakgrund

Hur låter det med batterier som använder socker som bränsle. Eller att kunna ladda mobiltelefonen med hjälp av urin? Forskning kring biobränsleceller strävar efter att utveckla bränsleceller där biomaterial, så som t.ex. organiskt avfall, kunde användas som bränsle. Denna teknologi kunde möjliggöra att små elektroniska implantat, t.ex. pacemakers, kunde använda socker och syre från blodomloppet för att producera den elektricitet som de behöver för att fungera.

Bränsleceller anses vara av de renaste metoderna för att producera elektricitet. I cellen omvandlas kemisk energi till elektrisk energi, vatten och värme genom elektrokemiska reaktioner. I H_2 - O_2 -bränsleceller används vätgas som bränsle. Vätgasen oxideras vid anoden varvid H^+ och e^- bildas. För att oxidationen skall ske, används ädelmetallkatalysatorer. I en mikrobiologisk bränslecell använder man istället biokatalysatorer, d.v.s. mikroorganismer eller isolerade enzymer. Funktionsprincipen är den samma: bränslet oxideras vid anoden varvid elektroner frigörs. Dessa transporteras via en yttre krets till katoden. En elektrisk ström uppkommer.

I en bränslecell där socker fungerar som bränsle sker följande reaktioner:

Enzymatisk oxidation av glukos: $C_6H_{12}O_6 + 6 H_2O \rightarrow 6 CO_2 + 24 H^+ + 24 e^-$

Vid katoden reduceras syre till vatten: $6 O_2 + 24 H^+ + 24 e^- \rightarrow 12 H_2O$

Utförande

Material:

Gelatin

Socker

Torrjäst

Karbonpapper för elektroderna

Multimeter

Krokodilklämmor

Börja med att tillverka geléblandningen. Följ anvisningarna för det gelatinpreparat ni använder. Vi använde gelatinpulver och tillverkade 200 ml fast gelé (2 tsk gelatinpulver i 200 ml vätska). Samtidigt kan också bränslet, d.v.s. sockret, tillsättas. Eftersom lösningen är varm, löser sig sockret väl. Vi började med 2 msk socker.

Då gelatinblandningen kylts ner tillräckligt kan jästen tillsättas. Vi tillsatte ½ påse torrjäst. Överför blandningen i ett kärl där gelén får stelna. Från den stelnade gelén skar vi ut runda "bränsleceller" (Bild 1). Fäst karbonpapperselektroder på var sida av den bildade mikrobiologiska bränslecellen och koppla elektroderna till en multimeter och avläs spänningen.



Bild 1. I detta försök uppmättes en spänning på ca 340 mV.

OBS!

Vi ser att det bildas en spänningsskillnad i cellen. Trots detta kan det vara svårt att få ut elektricitet ur just denna cell. Problemet är att reaktionerna sker inne i jästcellen och elektronerna är svåra att transportera ut genom cellmembranen. Genom att använda en s.k. mediator kunde man förflytta elektronerna mer effektivt till anoden. Mediatoren fungerar som en slags elektronbuss som förflyttar elektronerna till elektrodytan. Exempel på mediator som använts i biobränsleceller är metylenblått.

Exempel på forskningsfrågor kring laborationen

Hur påverkar mängden bränsle spänningen?

Kunde något annat än jäst användas som katalysator?

Vilken roll har gelatinet i bränslecellen?

Vad annat än hushållssocker kunde användas som bränsle?

Mer intressant om mikrobiologiska bränsleceller (15.10.2014)

<http://www.instructables.com/id/Lime-Jello-Yeast-and-Carbon-Paper-Fuel-Cell/>

Att ladda mobilen med urin

<http://www.brl.ac.uk/researchthemes/bioenergysustainable/urine-tricity.aspx>

Bränsleceller i medicinska implantat

<http://newsoffice.mit.edu/2012/glucose-fuel-cell-0612>

Mikrobiologisk bränslecell i levande snigel

http://www.clarkson.edu/news/2012/news-release_2012-03-15-3.html