

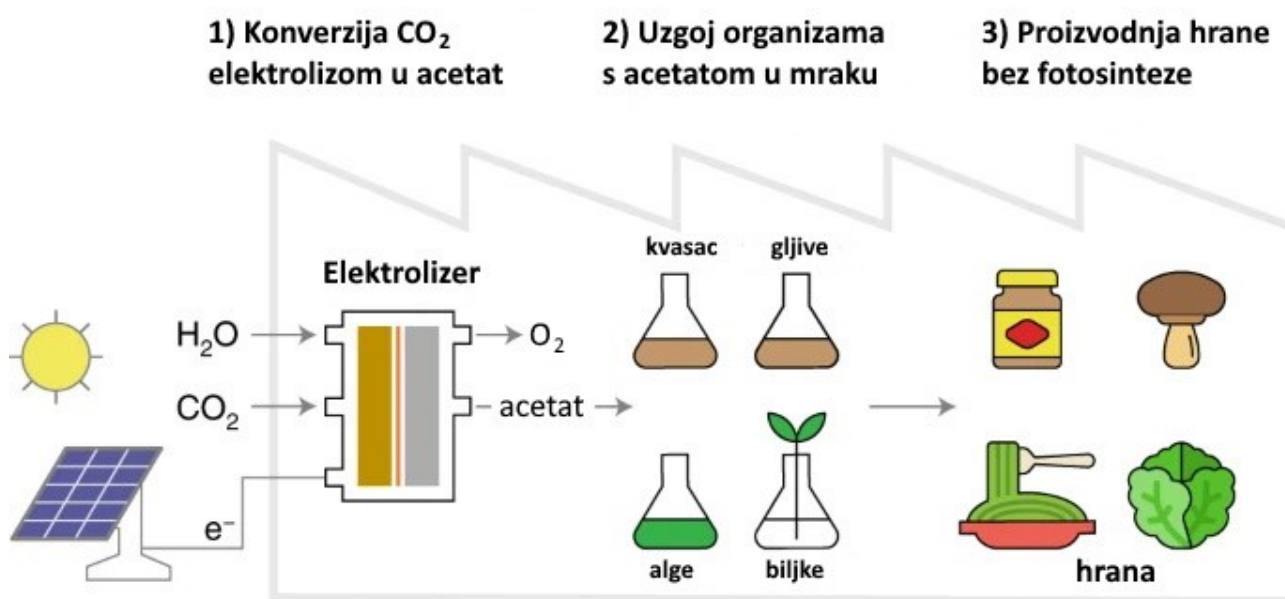
Umjetna fotosinteza bez sunčeve svjetlosti

Prof. dr. sc. Vladimir Vukadinović

Fotosinteza (asimilacija CO₂) je u živom svijetu jedinstveni fizikalno-kemijski mehanizam energetskog inputa kojim zelene biljke, alge i fotosintetske bakterije koriste svjetlosnu energiju za sintezu organske tvari i to samo iz ugljičnog dioksida i vode čime je omogućen cjelokupan život na Zemlji. Fotosintezu čini niz reakcija oksidacije i redukcije i koja je evoluirala milijunima godina, ali je još uvijek vrlo neučinkovit proces koji prosječno iskoristi tek 1 % sunčeve energije te su stoga za uzgoj usjeva potrebne velike površine za proizvodnju dovoljno hrane. Naravno, veća energetska efikasnost fotosinteze omogućila bi više hrane s manjih površina.

Asimilacija CO₂ događa se u svim biljnim stanicama i to u svako doba dana. Na svjetlosti primarni akceptor ugljičnog dioksida u nadzemnim organima biljaka je PEP (*fosfoenolpiruvat*) pri čemu nastaje *oksaloctena kiselina* koja se brzo transformira u *malat* ili *aspartat*, odnosno „gorivo” TCA (Krebsovog ciklusa) u aerobnoj fazi oksidacije (staničnog disanja). U mraku, npr. pri nefotosintetskom usvajanju CO₂ korijenom, također nastaju organske kiseline s tim što su u fotosintezi primarni produkti šećeri, a u nefotosintetskom karboksiliranju kiseline.

Čini se da su nedavno znanstvenici s UC Riverside i Sveučilišta u Delawareu pronašli način kako u potpunosti zaobići potrebu za biološkom fotosintezom i sintetizirati hranu neovisnu o sunčevoj svjetlosti pomoću umjetne fotosinteze. Nova tehnologija koristi elektrokatalitički proces u dva koraka za konverziju ugljičnog dioksida i vode u *acetat* (soli ili estri octene kiseline) uz pomoć električne struje (Slika 1.). Živi organizmi lako konzumiraju proizvedeni acetat u mraku za svoj metabolizam, odnosno rast i razvoj. Ovakav dvostupanjski hibridni organsko-anorganski sustav, koji kombinira solarne foto-naponske ploče za pokretanje elektrokatalize, mogao bi povećati efikasnost pretvorbe sunčeve svjetlosti u hranu do 18 puta. Na sličnom projektu rade i znanstvenici sa sveučilišta Cambridge čiji samostalan uređaj na bazi fotoploča može ugljični dioksid i vodu transformirati u organsku tvar.



Slika 1. Kombinirani elektrokemijsko-biološki sustav za proizvodnju hrane iz CO₂.

Eksperimenti su pokazali da se velik broj organizama za proizvodnju hrane može uzgajati u mraku izravno na izlazu elektrolizatora bogatog acetatom (Slika 1.), uključujući zelene alge, kvasac i micelije gljiva.

Proizvodnja algi (*Chlamydomonas reinhardtii*) bila je približno četiri puta energetska učinkovitija od fotosintetskog uzgoja, a proizvodnja kvasca (*Saccharomyces cerevisiae*) oko 18 puta energetska učinkovitija u odnosu na njegov konvencionalni uzgoj na kukuruznom škrobu.

Istražen je i potencijal ove tehnologije za uzgoj usjeva, npr. graška, rajčice, duhana, riže i uljane repice koji su uspješno koristili ugljik iz egzogenog acetata koji se nakon usvajanja u mraku transformira u biološki aktivni *acetyl-CoA* i ulazi u *TCA ciklus* (Krebsov ciklus ili ciklus trikarboksilnih kiselina; TCA) za proizvodnju energije (npr. energijom bogati spojevi za intracelularni prijenos energije kao što su GTP, NADH i FADH₂). Uz malo oplemenjivanja (i genetskog inženjeringa) moglo bi se uspješno uzgajati usjeve s acetatom kao dodatnim izvorom energije radi povećanja prinosa usjeva. Jednom kad nova tehnologija sinteze organske tvari (hrane) bude komercijalno dostupna sigurna proizvodnja hrane u kontroliranim uvjetima izbjeći će nedostatak plodnog tla, nepovoljne klimatske uvjete, npr. sušu, poplave, visoke temperature, uzgoj biljaka u svemiru, npr. Marsu i dr.

U Osijeku, 05. srpnja 2022. god,