

Hiilen yhdisteet kasvutekijänä

Hantula juhlaseminaari 3.10.2008

Jukka Huttunen

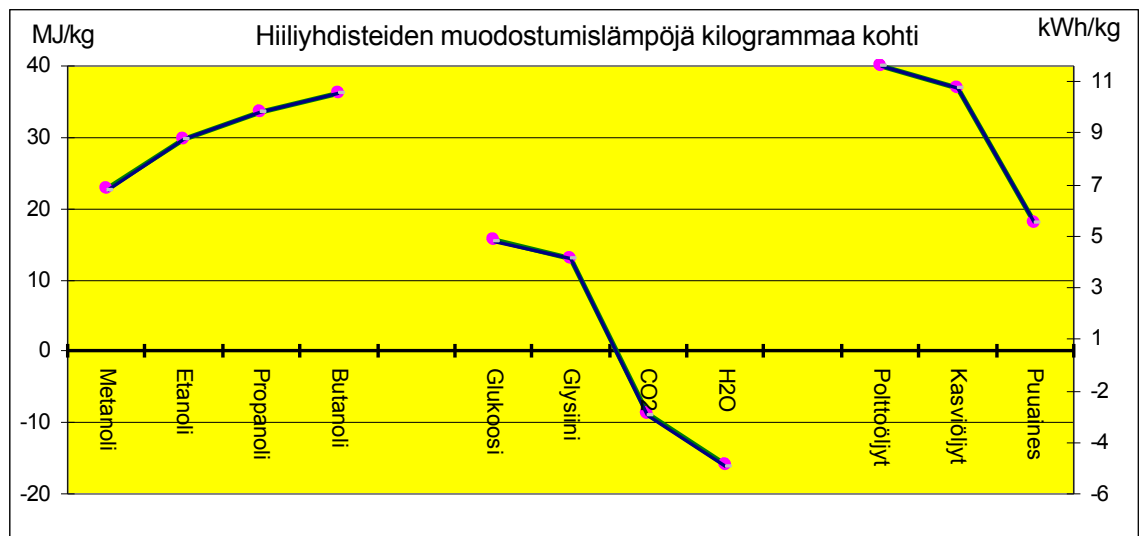
”Kasvun määrä riippuu kulloinkin vähiten saatavilla olevasta kasvutekijästä”. Kasvutekijöiksi mainitaan: valo, lämpö, vesi, hiilidioksidi ja ravinteet. Valoa, lämpöä, vettä ja ravinteita on usein riittävästi ja automaattisesti saatavana, sen sijaan hiilen saaminen on hyvin epävarmaa, niin ulkona kuin kasvihuoneessa. Kasvutekijöiden keskinäinen suhde korostaa hiilen saannin merkitystä edelleen:

1 kg kuivaa kasviainetta sisältää:
450 g hiiltä ~ 1,65 kg CO₂ <= 2300 m³ ilmaa
420 g happea <= 470 g vettä ->1,4 m³ ilmaa
65 g vetyä <= 600 g vettä
50 g alkuaineravinteita
18 MJ/g = 5 kWh energiaa

Ilmakehän hiilidioksidipitoisuus, nykykasvien kehittyessä ja voimakkaan kasvullisen kasvun aikana oli noin 2500 ppm, josta se on laskenut noin 1/10 osaan ennen 100 v. sitten alkanutta nousua nykyiselle tasolle n. 380 ppm. Kuinka suuri on eri kasvien optimaalinen hiilidioksidipitoisuus, on jäänyt tutkimatta, koska käytännön edellytyksiä sen nostamiselle päiväaikana ei ole ollut. Nyt saattaa olla.

Kasvi valmistaa yhteyttämisen alkuvaiheen jälkeen yksinkertaisten sokereiden ja niiden energian avulla melkein rajattoman määrän erilaisia orgaanisia yhdisteitä, usein niin, että uuden yhdisteen kemiallinen energia on suurempi kuin lähtöaineen. Näin mm. siemeniin pakataan mahdollisimman runsasenergisää öljy-yhdisteitä. Voi olla että näihin ’jalostusreaktioihin’ voidaan suoraan tai välillisesti (entsyymaattisesti) vaikuttaa kasvimaailman omien yhdisteiden avulla.

Mikäli muita hiilen lähteitä olisi saatavana, kasvin kannattaisi niitä käyttää, hiilen ja energian lähteenä, kuva 1, onkohan luoja jättänyt tämän vain meidän eläinten kaltaisten tehtäväksi.



Kuva 1. Yhdisteiden muodostumislämpö esitetään tavallisesti yksikössä J/mol. Tässä joidenkin hiiliyhdisteiden muodostumislämpö on esitetty kilogrammaa kohti. Alkoholien ja öljyjen energiasisältö on suuri.

Alkoholien käyttöä kasvien kasvun edistäjänä on tutkittu kauan. Tutkimus on synnyttänyt myös useita kaupallisia valmisteita. Näistä tunnetuimmat ovat triakontanoli- ja/tai etanolipohjaisia.

Triakontanoli vaikuttaa erittäin pieninä pitoisuuksina, joten sen vaikutus ei voi perustua suoraan hiilensaantiin tai energiasisältöön, vaikka se onkin hieman suurempi kuin kuvion 1 asteikko näyttää. Yhteyttäminen on tavattoman monimutkainen prosessi, josta voidaan kuitenkin mitata yksinkertaisia asioita: assimilaatio (CO_2 kulutus), respiraatio (CO_2 tuotto) ja fotorespiraatio. Yhteyttämistä mitattaessa huomataan, että kasvi sitoo saamastaan säteilyenergiasta kemialliseen muotoon hyvissä olosuhteissa parhaimmillaan 10-20 %. Valohengitys vie tästä ainakin osin tuntemattomista syistä 20-50 % ja normaali ns. pimeähengitys, jossa kasvi valmistaa muita tarvitsemiaan aineita kuluttaa 30-60 %. Näin lopulliseksi säteilyenergian tallettamisen hyötysuhteeksi jää parhaimmillaan 10 %, josta noin puolet jää kaupalliseen satoon. Valohengitystä tapahtuu vain C3 kasveilla, ei lämpimän ilmaston C4 eikä CAM kasveilla. Triakontanolin ja muiden alkoholien vaikutus on nähty jopa geneettisenä muutoksena niin, että pienenä saatu käsittely vaikuttaa koko kasvun ajan tai juuri valohengityksen pienenemisenä, mm. Helsingin yliopistossa tehty tutkimus, jossa valohengitys väheni 22 % etanolikäsitellyn saaneissa ruusuissa. Keveiden alkoholien vaikutusta selitetään osin samalla tavalla, haihtuvina yhdisteinä niiden pitoisuuksien on oltava yli 10 000-kertaisia.

Kasvihuoneiden jäähdytys

Hiilidioksidipitoisuus valoisana aikana on ehdoton kasvun minimitekijä. Suljettu kasvihuone, josta lämpö ja kosteus viedään pois luokkuja avaamatta mahdollistaa CO_2 lannoituksen ja kasvun selvän parantamisen.

Suomessa on kehitetty suljetun kasvihuoneen tekniikkaa, esimerkkinä ns. pisaraverho, kuva 2. Siinä kasvihuoneen ilman kastepistettä kylmempää vettä suihkutetaan kasvihuonetilassa, jolloin lämpö ja ilmankosteus kulkeutuvat kylmiin vesipisaroihin. Lämmennyt vesi viedään ulos, jossa ulkoilman kastepiste on nyt lämmenneen veden lämpötilaa alhaisempi, jolloin vettä haihtuu ulkoilmaan ja vesi jäähtyy ennen takaisinpumppausta kasvihuoneeseen. Järjestelmä on erittäin tehokas: sisä- ja ulkopuolien lämmönsiirron hyötysuhde, COP on 100-200, kun se lämpöpumppujärjestelmällä on 2-8. Järjestelmällä ja sitä edeltäneellä suljetulla sadejärjestelmällä on saatu odotusten mukaisia tuloksia 10-40 % kasvunlisäys. Uusien kasvihuoneen kasvutekijöiden optimiarvojen ja -suhteiden löytäminen on lähitulevaisuuden suuri käytännön haaste, eikä unohtaa voi suljetussa tilassa mahdollisesti entistä tehokkaampien muiden hiilyhdisteiden stimuloivaa mahdollisuutta. Itse kasvi ja säteilyn käytön hyötysuhde antaa tälle runsaasti tilaa.



Kuva 2. Novarbo-pisaraverholla jäähdytetty kasvihuone
Härkälän puutarha, Köyliö