

Synteettinen biologia ja mikro-organismien suunnittelu

Jussi Jäntti
Teknologian tutkimuskeskus VTT

7.3.2018

Luonnossa kaikki elollinen materiaali kierrätetään evoluution muokkaamassa ”kiertotaloudessa”

Mikrobit ja muut eliöt sisältävät koneiston, joka aikaansaa sekä hajotuksen että raaka-aineen uudelleenkäytön rakennusaineina



Miten luonnon monimuotoisuus voi auttaa ihmiskuntaa?

- ✓Otetaan käyttöön luonnon omia ratkaisuja yhdistelemällä ja muokkaamalla niitä uudella tavalla

- ✓Esimerkiksi korvataan muoveja ja polttoaineita ei-fossiilisista raaka-aineista valmistetuilla vaihtoehdoilla

Miten tämä saavutetaan?

- ✓Mikrobi-solutehtaiden rakentaminen käyttäen avuksi synteettisen biologian menetelmiä

Synteettisen biologia

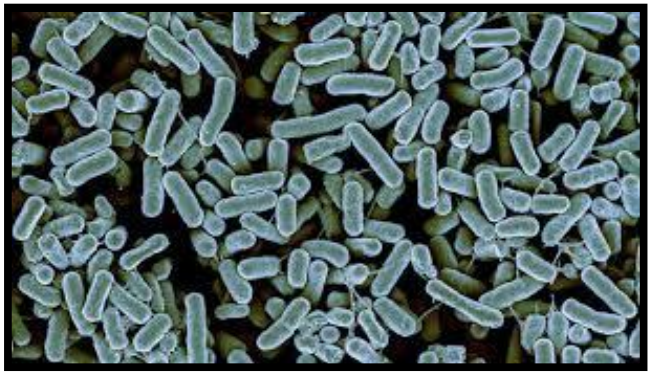
- ✓ Synteettisen biologian menetelmien avulla solujen DNA:ta kyetään lukemaan (DNA sekvensointi), syntetisoimaan ja muokkaamaan tehokkaasti (CRISPR geenisakset).

- ✓ Olennaista on biologisten systeemien matemaattinen mallintaminen ja siitä saadun tiedon käyttö erilaisten ominaisuuksien suunnittelussa ja kirjoittamisessa solujen DNA:han (elämän koodi).

Solutehdas

- Tyypillisesti bakteeri, levä, hiiva tai home, joka tuottaa joko luonnollisesti tai se on geneettisesti muokattu tuottamaan jotakin yhdistettä tai valkuaisainetta

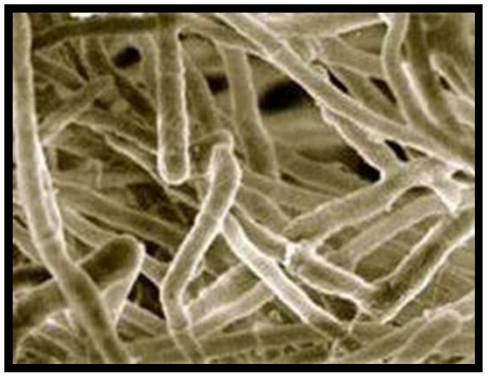




Hiivat ja bakteerit



Levät ja syano-bakteerit





Homeet

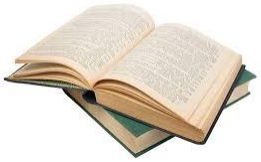


Puuraaka-aine



Paperitehdas

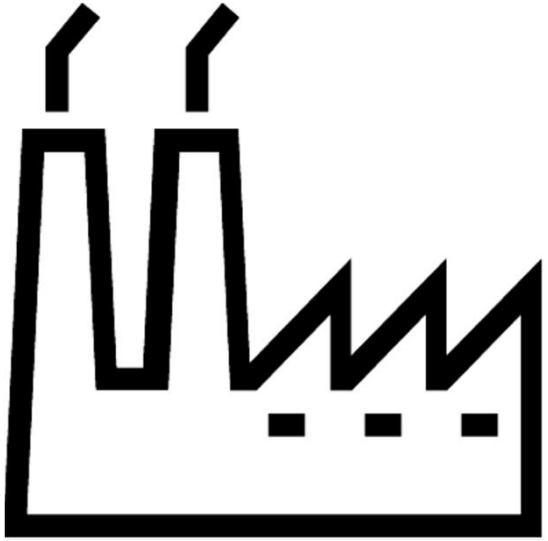








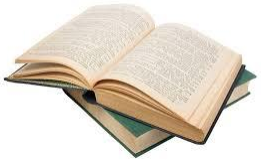
Puuraaka-aine



Paperitehdas

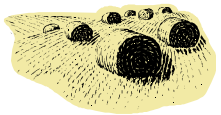






Solutehdas





Biomassa, jäte
tai tuotannon sivuvirta

Sokeri



Mikrobisolu (bakteeri, hiiva, home)

- **Kemikaaleja**
- **Polttoaineita**
- **Polymeerejä**
- **Valkuaisaineita**

Solutehdas

Sokeri



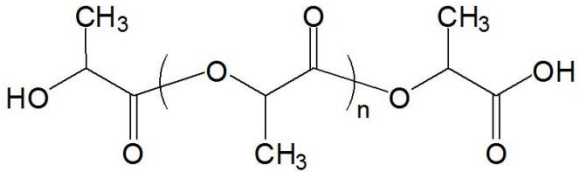
Tuote

- ✓ **Solutehdas rakentaa itse koneensa (entsyymit) ja rakennusaineensa perimässä sijaitsevan rakennusohjeen mukaan (DNA-koodi)**

Synteettisen biologian avaamat mahdollisuudet öljyn korvaajana teollisessa tuotannossa

- Biohajoava maitohappo-polymeeri (PLA)

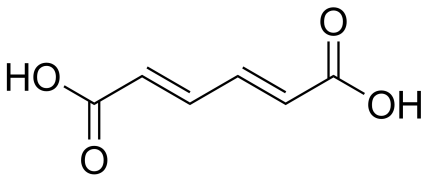
$(C_3H_4O_2)_n$





- Mukonihappo

$C_6H_6O_4$

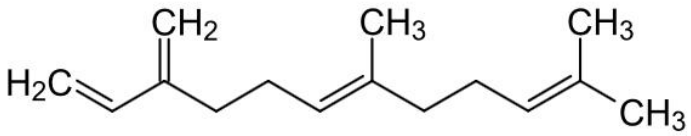


Toimii rakenneyksikkönä:
Nylon
Polyuretaani
Polyetyleenitereftalaatti (PET)
Pakkausteollisuus



- Farneseeni

$C_{15}H_{24}$

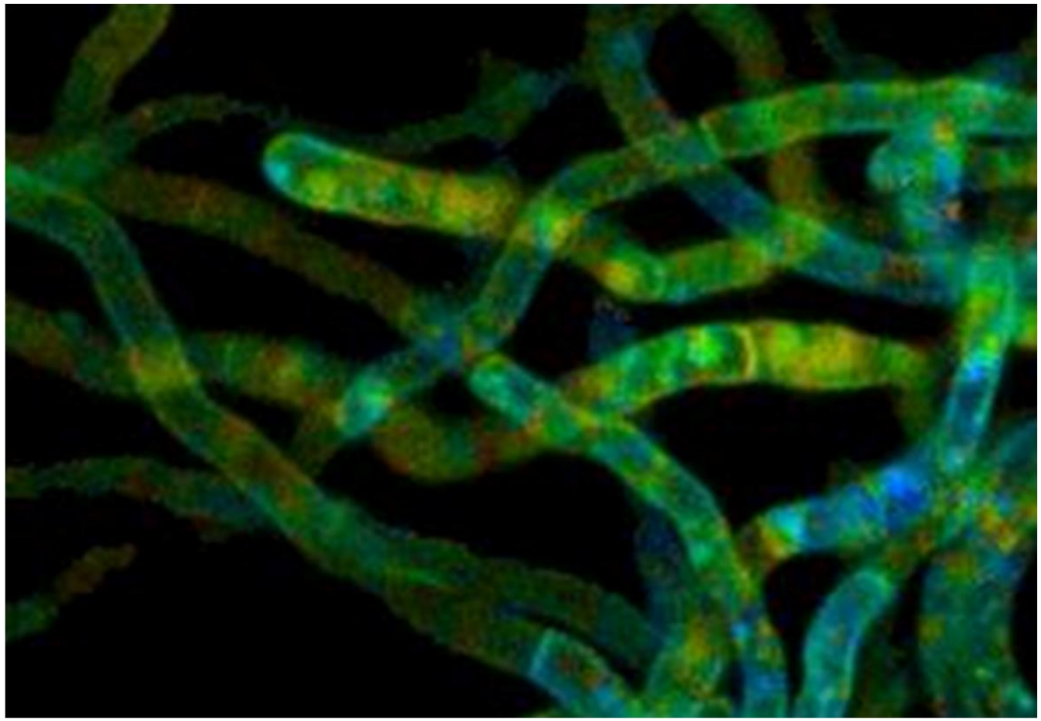


Poltto- ja voiteluaineet

Valkuaisaineiden tuottaminen teollisuusmittakaavassa homeilla

Teollisuusentsyymit:

- ✓ Pesuaineissa (esim tahranpoisto)
- ✓ Ruoan käsittelyssä (rakenne)
- ✓ Rehun käsittelyssä (ravinteiden vapautuminen)
- ✓ Tekstiilien muokkauksessa
- ✓ Puu- ja paperiteollisuudessa
- ✓ Biojalostamoissa biomassan hajotuksessa



Materiaalisovellukset:

- ✓ Proteiinikuidut (hämähäkin seitti)
- ✓ Komposiittimateriaalit

Synteettisen biologian tarjoamat mahdollisuudet teolliselle biotekniikalle



Maapallolla esiintyvä elämän monimuotoisuus

Synteettinen biologia

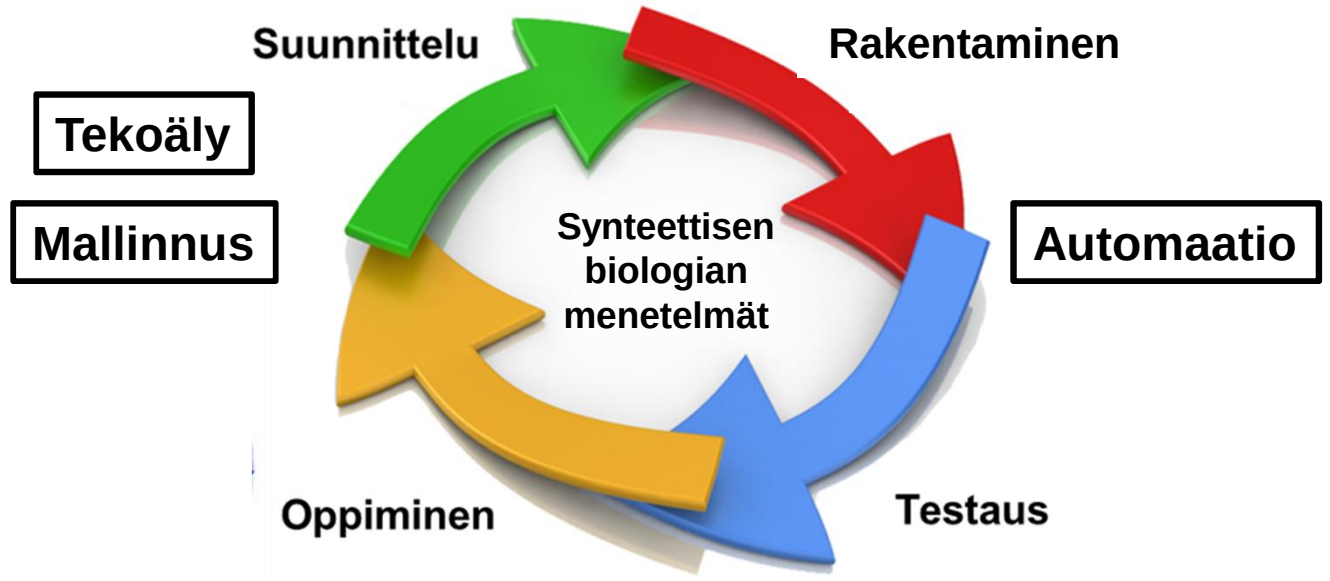
Kestävän kehityksen mukaiset tuotteet

- ✓ DNA sekvensointi
- ✓ DNA synteesi
- ✓ Mallintaminen ja suunnittelu
- ✓ Tekoäly
- ✓ CRISPR/Cas9
- ✓ Automaatio

Haaste:
Riittävän taloudellinen ja nopea mikrobien muokkaus teollisuuden tarpeisiin

Synteettisen biologian testausalusta

tuotantokantojen ja entsyymien tehostettuun rakentamiseen ja seulontaan



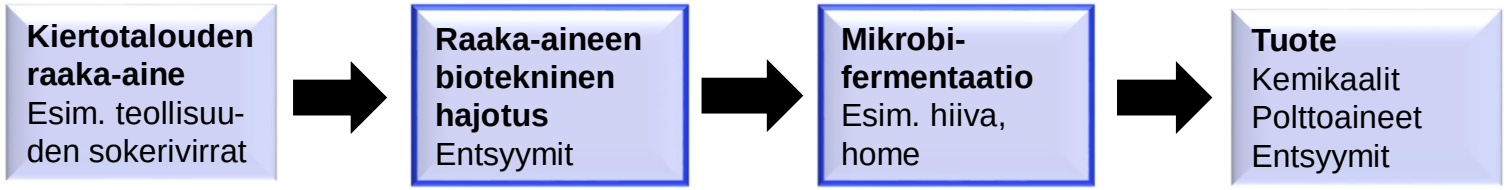
Nopeutettu tuotekehitys

Kustannussäästöt

Paremmat entsyymit ja tuotantokannat

Tuotesaannon parannus

Uudet tuotteet



Bioteknologinen tuotantoprosessi

Suomen tutkimusinfrastruktuuri strategia

- ✓ **BIOECONOMY-infrastruktuuri**
  Huippuallianssi kestävään biomassan jalostukseen (Aalto ja VTT)
- ✓ **EU tason aloitteet**

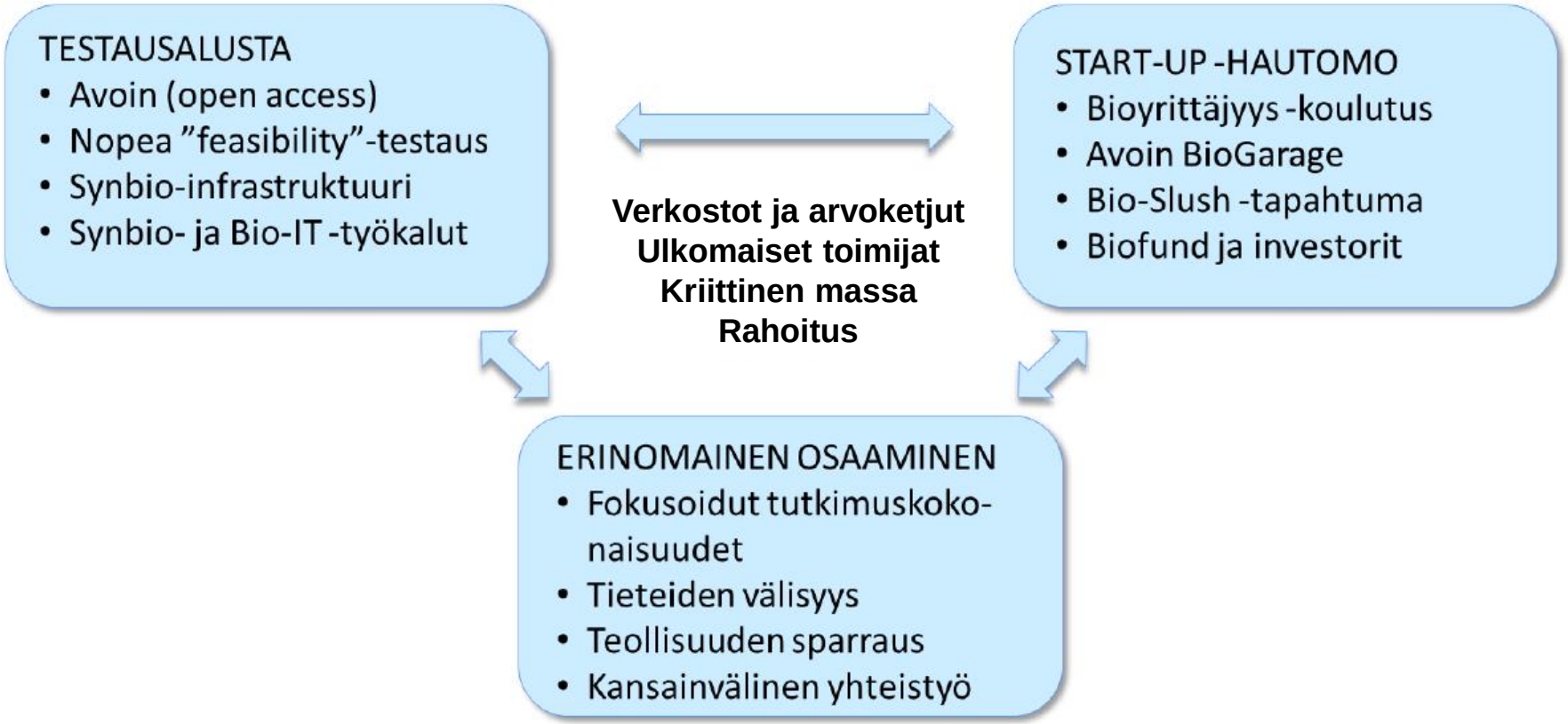


IBISBA 1.0
Industrial Biotechnology Innovation and Synthetic Biology Accelerator



Synbio Powerhouse

Missio: Korkeatasoisen, kestävää kehitystä edistävän suomalaisen teollisuuden uudistumisen tukeminen ja uuden teollisuuden synnyttäminen



Koordinaattori: Prof. Merja Penttilä VTT



Synteettinen biologia kestävän biotalouden mahdollistajana - Tiekartta Suomelle

Living Factories

http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2017/syntheticbiologyroadmap.pdf

Yhteenveto

- ✓ **Mikrobit kykenevät tuottamaan laajan kirjon hyödyllisiä yhdisteitä jätejakeista (esim. kasvibiomassa, teollisuuden sivuvirrat)**
- ✓ **Synteettisen biologian menetelmät mahdollistavat mikrobien tehokkaan hyödyntämisen teollisessa biotekniikassa**
- ✓ **Synteettinen biologia on kiertotalouden ja biotalouden mahdollistaja**

Yhteenveto

- ✓ **Tulevaisuudessa tuotanto-organismien suunnittelu ja valmistus tapahtuu enenevässä määrin matemaattisten mallien ja robotiikan avulla**

- ✓ **Tärkeää turvata opetuksen riittävä volyymi ja ajanmukaisuus aloilla, jotka tukevat synteettisen biologian käyttöönottoa (laskennallinen biologia, (biologinen) design, automaatio, robotiikka, biologia, biokemia, molekyylibiologia)**

- ✓ **Synteettisen biologian valistus myös yliopistojen ulkopuolelle (yläasteet ja lukiot, keskiasteen koulutus, kansalaiset)**

- ✓ **Rahoituksen (tutkimus ja infrastruktuuri) salliessa Suomella on mahdollisuus kehittää teknologioita ja ratkaisuja globaaleihin ongelmiin**


TECHNOLOGY FOR BUSINESS