

# Sienisolut

Sienikunta on laaja eliölajien ryhmä: se sisältää niin kaikille tutut perinteiset sienet kuten tatit, rouskut ja haarakkaat, mutta myös useita muita kaaria<sup>1)</sup>. Sieniin kuuluvat myös mm. homeet, hiivat<sup>2)</sup> ja limasienet. Jäkälät puolestaan ovat sienen ja levän symbiooseja... Tutkijat eivät vielä tänä päivänäkään ole yhtä mieltä sienien luokittelusta, ja sienien, protokistien, eläinten ja kasvien erottaminen toisistaan on joissakin tapauksissa hyvin ongelmallista.

Kaikilla sienillä katsotaan kuitenkin olevan joitakin yhteisiä piirteitä. Sienet ovat heterotrofisia eli toisenvaraisia. Ne käyttävät ympäristön ravinteita hyödykseen, mutta eivät syö saalistaan kuten eläimet, vaan erittävät ruoansulatusentsyymejä ympärilleen. Sienet ovat usein lahottajia, loisia tai symbiontteja. Sienet lisääntyvät itiöistä joko suvullisesti tai suvuttomasti. Niiden perusrakenne koostuu tavallisesti hyyfien eli sienirihmojen muodostamasta rihmastosta. Sienisolulla on soluseinä, joka on useimmiten kitiniä. Lisäksi solujen tumat ja kromosomit ovat erittäin pieniä.

Sienisoluja on monenlaisia, vaikka erilaisten solujen kirjo yhdessä yksilössä onkin suppeampi

1) Kaari on kasvikunnan luokituksessa käytettävä pääryhmä. Eläinkunnassa sitä vastaa pääjakso.

2) On kiistanalaista ovatko hiivat alkueliöomaisia sieniä vai sienimäisiä alkueliöitä.

kuin monimutkaisemmilla eliöillä. Sienten toiminnallisena yksikkönä on tavallisesti hyyfi. Hyyfeissä on usein monta tumaa, eikä se jakaudu selkeästi soluihin. Hyyfin voidaan ajatella olevan eräänlainen useiden solujen yhteensulautuma. Toisaalta esim. hiivat ovat usein yksisoluisia ja eräät rihmamaiset sienet jakautuvat selvästi soluihin. Sienisolut ovat aitotumallisia ja sienillä on sekä haploidinen että diploidinen vaihe.

Hyyfien muoto ja koko vaihtelee suuresti hyyfin sijainnin ja tehtävien mukaan. Lajien väliset erot ovat kuitenkin selviä. Tyypillisen hyyfin koko vaihtelee 3-12µm välillä. Hyyfejä erottaa toisistaan soluseinä. Korkeampien sienien<sup>3)</sup> hyyfit jakautuvat osastoihin. Osastojen koko vaihtelee 25-

75µm välillä. Rihmaston kärjessä on usein muita 5-10 kertaa suurempi kärkeä kohti suippeneva hyyfi.

Ascomycota- eli kotelosienten rihmoissa on usein monta tavallisesti, ja kärkihiyyfi sisältää usein 5-15 kertaa enemmän tumia kuin muut hyyfit. Poikkeuksen muodostaa lahko Saccharomyces (hiivasienet), jotka esiintyvät yleisimmin yksittäisinä silmikoitumalla lisääntyvinä soluina. Basidiomyceteiden rihmoissa on usein yksi tai kaksi tumaa, riippuen rihmojen sijainnista.

Sienten tumat ovat pieniä (1-2µm) verrattuna eläinten ja kasvien tumiin, eikä niissä ole paljon

3) nimityksellä tarkoitetaan kaaria Ascomycota (kotelosienet) ja Basidiomycota (kantasienet).



© Sampo Tiensuu

**Kuva 1:** Taulakääpä on kovua lahottava sieni, jonka monivuotisia itiöemiä on käytetty mm. tulen tekemiseen. Keskikokoinen taulakääpä tuottaa keväällä noin 600 000 itiötä sekunnissa.

kromosomeja. Tämä tekee niiden tutkimisen vaikeaksi, vaikka geenien määrä on pienehkö. Sienisolujen DNA on yleensä kiertyneenä neljän histonin muodostaman ryhmän ympärille. Histonien aminohappokoostumus eroaa jonkun verran kasvien ja eläinten vastaavasta. Erityisesti sienisoluille on tyypillistä nukleosomien välinen lyhyt etäisyys. Eräillä sienillä on osoitettu olevan myös vähäisiä määriäromosomeihin liittyvätöntä DNA:ta.

Sienten DNA:ssa on vain vähän toistuvia jaksoja - yleensä vähemmän kuin 10%. Useilla nisäkkäillä vastaava osamäärä on 30%. Useimmat toistot lienevät geeneissä, jotka koodaavat rRNA:ta. Introneja on sienien DNA:ssa yleensä vähemmän ja ne ovat lyhyempiä kuin kehittyneemmissä soluissa.

Sienisolut sisältävät mitokondrioita kuten eläinsolutkin. Nämä eivät kuitenkaan ole solun selviytymisen kannalta aina välttämättömiä, sillä useat sienisolut selviävät anaerobisissa olosuhteissa, tosin kasvaen hitaammin. Mitokondrioiden määrä vaihtelee huomattavasti kuten kasvi- ja eläinsoluillakin. Mitokondrioiden kokokin vaihtelee suuresti: solussa saattaa olla esimerkiksi viisi isoa haaroitunutta mitokondriota tai 20 pientä yksittäistä mitokondriota. Sienisolujen mitokondrioissa on runsaasti mtDNA:ta<sup>4)</sup>, usein jopa kolme kertaa enemmän kuin ihmisellä. mtDNA:n vastuulla on sienten mitokondrioissa, enemmän asioita kuin varsin yksinkertaisissa nisäkkäiden mitokondrioissa - nisäkkäillä vastaavat tehtävät hoitaa tumman DNA. mtDNA voi mitokondrioiden lukumäärän vuoksi muodostaa jopa 5-25% sienisolun DNA:sta.

4) mtDNA eli mitokondrio DNA. Mitokondriot sisältävät perintökäijöitä, joita ne tarvitsevat toiminnassaan.



**Kuva 2:** Limakkosienen keskenkasvuista itiöemiä

Bakteerisoluisissa yleiset plasmidit ovat harvinaisia sienisoluisissa. Niitä on tavattu joillakin lajeilla, mutta on epäselvää osallistuvatko ne isäntäsolunsa toimintaan. On esitetty, että sienten plasmidit ovat vain DNA:n kappaleita, jotka vain pyrkivät monistamaan itseään ilman että ne edesauttaisivat sientä mitenkään.

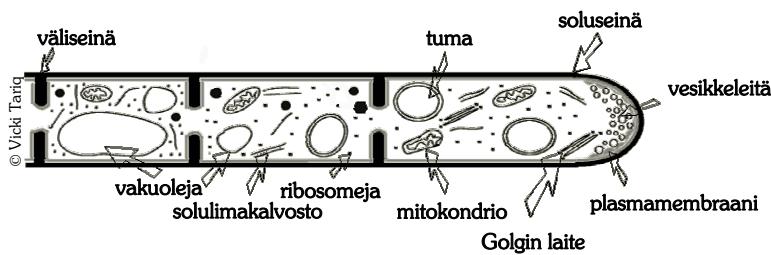
Sienisolut - kuten kaikki muutkin solut - kärsivät viruksista. Sienivirukset sisältävät usein dsRNA<sup>5)</sup>:ta ja ovat muodoltaan isometrisiä eli suunnilleen pallomaisia. Virusten yleisyys vaihtelee lajeittain, joidenkin lajien melkein jokaisessa yksilössä on virus, toisilla viruksia ei ole havaittu. Sienivirukset eivät tartu helposti, ja sienten välinen tartunta vaatii usein protoplastin. Useille sieniviruksille on myös tyypillistä, että dsRNA-molekyylit ovat omilla erillisissä kapsleissaan eivätkä yhdessä vaipan suojaamassa kapselissa. Sienivirukset eivät useinkaan ole kovin vaarallisia sienille, vaikka joitakin poikkeuksia on. Niinpä viruksia onkin havaittu enimmäkseen eri-

5) dsRNA (double stranded RNA) kaksijuosteinen RNA.

tyisissä tutkimuksissa. Sienisoluisissa esiintyy myös jonkin verran vaipaita dsRNA-molekyylejä, joilla ei ole suojanaa minkäänlaista vaippaa ja käyttäytyvät usein virusmaisesti, vaikkakin aiheuttaen vähemmän haittaa kuin varsinaiset virukset.

Solut pyrkivät varastoitmaan toiminnalleen tärkeitä aineita, sillä solun ympärillä on harvoin riittävästi kaikkia mitä se tarvitsisi. Sienisolut sisältävät suuria määriä hiiltä, jota ne pyrkivät varastoitmaan monin tavoin. Sienisolut säilyttävät hiiltä usein lipideissä, rasvakuplissa ja glykogeeninä. Glykogeeni on soluissa liukenemattomina makromolekyyleinä. Glykogeeni voi olla jopa 10% solun kuivapainosta. Hiiltä varastoidaan myös pienimolekyylisiin yhdisteisiin. Monosakkaridit ovat sienisoluisissa harvinaisia, ja selvästi yleisin yhdiste on pienimolekyylinen sokeri trehaloosi. Myös mannitoli ja arabitoli sekä muut moniarvoiset alkoholit ovat tyypillisiä varastoaineita. Trehaloosi ja moniarvoiset alkoholit muodostavat usein solun kuivapainosta jopa 15%. Pienimolekyylisiä yhdisteitä





**Kuva 3:** Hyyfin rakenne

varastoidaan usein tiettyjä tehtäviä varten kun taas isomolekyyliset ovat usein materiaalivarastoja. Monet sienet varastoivat useiden protokistien tavoin fosforia polyfosfaattiina erityisiin jyväsiin.

Solujen ympärillä on puoliläpäisevä solukalvo. Sienisolujen solukalvon rakennetta ei tunneta

kovin hyvin, mutta sen päärakennusaineena on ergosteroli, kun taas eläimillä se on kolesteroli. Solukalvon ulkopuolella on polysakkarideja kuten galaktaania.

Sienillä kuten kasveillakin on soluseinät. Hyyfin seinämä rakentuu yleensä kitiinistä, mutta useimmilla Oomycota- eli mu-

nasienillä se on selluloosaa. Kitiini on lineaarinen polymeeri, joka tunnetaan myös hyönteisten tukirakenteiden rakennusmateriaalina. Hyyfien seinämien rakenne on usein monimutkainen, ja seinämät sisältävät usein muitakin polymeerejä. Seinämän vahvuus perustuu usein useimmiten komposiittirakenteeseen tai molekyylikuitujen ominaisuuksiin. Hyyfien seinien rakenne vaihtelee suuresti niiden sijainnin ja tehtävän mukaan. Monesti pitkälle kehittyneiden seinien ulkopuolella on vielä erillinen ulkoseinä. Sienisolujen seinissä on usein myös jonkun verran lipidejä, ja joillakin sienillä melaniineja, jotka suojaavat soluja mikrobeilta.

Korkeampien sienillä on usein hyyfien seinissä aukko, jonka kautta voi joskus siirtyä hyyfistä toiseen soluliman lisäksi tumia. Aukkojen läheisyydessä on usein ns. Woronin kappaleita<sup>6)</sup>, jotka siirtyvät tukkimaan aukon, jos vierinen hyyfi on voittanut.

Sienisolut ovat oma selvästi erillinen ja mielenkiintoinen ryhmänsä muiden solutyypin joukossa. Ne eroavat selkeästi muista aitotumallisista soluista muodostan välimuodon kasvien, eläinten ja protokistien välille. Sienten tutkimus ja tuntemus on mullistunut viime vuosikymmeninä mikrobiologian kehityksen myötä. Niiden tuntemus käynee tulevaisuudessa yhä tärkeämmäksi geeniteknikan edistyessä.

**Einar Karttunen**

## Kirjallisuutta

- [1] Härkkönen, Marja; Ukkola, Tarja; Helsingin yliopiston kasvitieteen monisteita 162 – Sienten rakenteen ja systematiikan pääpiirteitä. Yliopistopaino, Helsinki 1998
- [2] Härkkönen, Marja; Koponen, Hilikka; Renvall, Pertti; Stenroos, Soili; Helsingin yliopiston kasvitieteen monisteita 120 – Sienitieteen perusteet. Yliopistopaino, Helsinki 1990
- [3] Carlile, Michael J.; Watkinson, Sarah C.; *The Fungi*. Academic press, Iso-Britannia, Bath 1997

6) englanniksi Woronin body.



**Kuva 4:** Kokonaiskantaisten (*Holobasidiomycetidae*) alaluokkaan kuuluva myrkyllinen *Amanita virosa*, joka kasvaa yhdysvaltojen itäosissa.