



# Fotosynteesi

– oppimateriaalikonaisuus  
peruskoulun 3.–6.-luokille

**Heureka**

Oivaltamisen iloa!

# Johdanto

Fotosynteesi- oppimateriaalikonaisuus pohjautuu tiedekeskus Heureka tuottamaan Fotosynteesi-laboratorio-ohjelmaan. Opastetussa laboratorio-ohjelmassa tutustutaan yhteyttämisen perusperiaatteisiin erilaisten ja tutkimiseen innostavin kokeellisten töiden avulla. Ohjelman tavoitteena on tutustuttaa oppilaat kokeellisiin menetelmiin yhteyttämiseen eli fotosynteesiin, käydä läpi edellytykset sille ja tutkia mitä sen seurauksena eli lopputuotteena syntyy. Ohjelmassa opitaan ympäristöstä, luonnontieteille tyypillisiä tutkimustaitoja, laboratoriovälineiden käyttöä ja työturvallisuutta. Ohjelmassa oppilas laajentaa ymmärrystä kasvien hiilensidontakyvystä, kasviaatomias-ta, ravinnon kierrosta, yhteyttämisestä ilmiönä ja kestävästä kehityksestä.

Fotosynteesi-oppimateriaalikonaisuus on tarkoitettu tehtäviksi joko ennen laboratorio-ohjelmassa vierailua, lisätehtäviksi yhteyttämisteemaan käsittelyyn tai jälkitehtäviksi laboratorio-ohjelmakokemusten kertaamiseksi. Opettaja voi valita materiaalista ne tehtävät, joihin haluaa oppilaiden kanssa syventyä opetussuunnitelmaa silmällä pitäen. Tehtävien tarkoituksena on tutustuttaa kasvien (tuottajien) ainutlaatuiseseen tapaan muuntaa auringon valo (foto) kemialliseksi energiaksi (sokeriksi) ja tuottaa (synteesi) vettä ja hiilidioksidista happea. Tavoitteena on kehittää oppilaan oppimisen taitoja, tiedeosaamista ja kokeellisia työskentelytaitoja. Materiaali koostuu teemaan syventävistä ja kokonaisuushahmottamista selkeyttävistä, toiminnallisista luokkahuoneaktiiviteeteista, joiden avulla voi perehtyä yhteyttämiseen biologisena, kemiallisena ja fysikaalisena luonnon ilmiönä. Materiaali pitää sisällään kokeita ja pohdintatehtäviä, joiden avulla lisätään oppilaiden syy-seuraussuhteiden ymmärrystä, vuorovaikutusta, ymmärrystä eri asioiden kytköksistä ja vaikutuksista toisiinsa sekä herätellään mielenkiintoa ympäröivää maailmaa kohtaan. Oppimateriaalissa tutustutaan ravintoketjuihin, kasvien ominaisuuksiin, anatomiaan ja fysiologiaan, kuten kapillaari-ilmiöön ja solukkoihin.

# Sisällys

<b>Oppimateriaalikonaisuuden kytkökset opetussuunnitelmien tavoitteisiin</b>	<b>3</b>
<b>Ekologia – Aurinkoenergian kierto</b>	<b>4</b>
Ravintopyramiditehtävä	5
<b>Kasviaatomiatehtäviä</b>	<b>6</b>
Miksi porkkana maistuu makealta – juuren johtosolukko	6
Punaiset ruusut – kukkavarren johtosolukko	7
Kuplivat lehdet	9
<b>Lehtien värit eri väripigmentit</b>	<b>11</b>
Lehtivihreätyöpaja	11
<b>Lisätietietoa</b>	<b>13</b>

# Oppimateriaalikokonaisuuden kytkökset opetussuunnitelmien tavoitteisiin

## Oppikokonaisuuden tavoitteet:

Kokonaisuuden oppimistavoitteena on laajentaa oppilaiden ymmärrystä energiakierrosta, kasvien ominaisuuksista ja yhteyttämisen merkityksestä ihmisille ja elämälle. Oppimateriaalin tavoitteena on lisätä ymmärrystä kasvien fysiologiasta ja yhteyttämisen kemiallisista prosesseista. Kokonaisuuden kautta oppilaat huomaavat yhteyttämisen eli fotosynteesin vaikutuksen jokapäiväisessä elämässä laajemmin.

## Keskeiset käsitteet:

Fotosynteesi eli yhteyttäminen, hiilidioksidi  $\text{CO}_2$ , happi  $\text{O}_2$ , vesi  $\text{H}_2\text{O}$ , sokerit, joista erityisesti glukoosi  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ , Auringon valoenergia, kasvin rakenne, kasvisolut, viherhiukkanen, eliöt, ravintoketjut, selkärangattomat, selkärangaiset.

## Vuosiluokan 3 ja 4 tavoitteet, jota Fotosynteesioppimateriaali erityisesti tukee

- T1 synnyttää ja ylläpitää oppilaan kiinnostusta ympäristöön ja ympäristöopin opiskeluun
- T3 tukea oppilaan ympäristötietoisuuden kehittymistä sekä ohjata oppilasta toimimaan ja vaikuttamaan lähiympäristössään ja -yhteisössään kestävä kehityksen edistämiseksi ja arvostamaan kestävä kehityksen merkitystä itselle ja maailmalle
- T4 rohkaista oppilasta muodostamaan kysymyksiä eri aihepiireistä sekä käyttämään niitä tutkimusten ja muun toiminnan lähtökohtana
- T5 ohjata oppilasta suunnittelemaan ja toteuttamaan pieniä tutkimuksia, tekemään havaintoja ja mittauksia monipuolisissa oppimisympäristöissä eri aisteja ja tutkimus- ja mittausvälineitä käyttäen
- T6 ohjata oppilasta tunnistamaan syy-seuraussuhteita, tekemään johtopäätöksiä tuloksistaan sekä esittämään tuloksiaan ja tutkimuksiaan eri tavoin

- T15 ohjata oppilasta luonnon tutkimiseen, eliöiden ja elinympäristöjen tunnistamiseen ja ekologiseen ajatteluun sekä ohjata oppilasta ihmisen rakenteen, elintoimintojen ja kehityksen ymmärtämiseen

## Vuosiluokan 5 ja 6 tavoitteet, jota Fotosynteesioppimateriaali erityisesti tukee

- T1 synnyttää ja ylläpitää oppilaan kiinnostusta ympäristöön ja ympäristöopin opiskeluun sekä auttaa oppilasta kokemaan kaikki ympäristöopin tiedonalat merkityksellisiksi itselleen
- T3 tukea oppilaan ympäristötietoisuuden kehittymistä sekä ohjata oppilasta toimimaan ja vaikuttamaan lähiympäristössään ja -yhteisössään kestävä kehityksen edistämiseksi ja arvostamaan kestävä kehityksen merkitystä itselle ja maailmalle
- T4 rohkaista oppilasta muodostamaan kysymyksiä eri aihepiireistä sekä käyttämään niitä tutkimusten ja muun toiminnan lähtökohtana
- T15 ohjata oppilasta luonnon tutkimiseen, eliöiden ja elinympäristöjen tunnistamiseen ja ekologiseen ajatteluun sekä ohjata oppilasta ihmisen rakenteen, elintoimintojen ja kehityksen ymmärtämiseen
- T17 ohjata oppilasta tutkimaan, kuvaamaan ja selittämään fysikaalisia ilmiöitä arjessa, luonnossa ja teknologiassa sekä rakentamaan perustaa energian säilymisen periaatteen ymmärtämiselle
- T18 ohjata oppilasta tutkimaan, kuvaamaan ja selittämään kemiallisia ilmiöitä, aineiden ominaisuuksia ja muutoksia sekä rakentamaan perustaa aineen säilymisen periaatteen ymmärtämiselle

# Ekologia

## - Aurinkoenergian kierto

Yhteyttämisen eli fotosynteesin ansiosta **tuottajat**, kuten kasvit sitovat aurinkoenergiaa ja ilmakehästä hiiltä, muodostaen niistä **kuluttajille**, kuten ihmiselle ravintoaineita sekä suurimmalle osalle eliöistä välttämätöntä happea. Kuluttajat käyttävät ravintonaan omavaraisten tuottajien, kuten kasvien yhteyttämisen avulla tuottamia **sokereita** (glukoosia  $C_6H_{12}O_6$ ) ja hyödyntää niihin sidottua Auringon energiaa. Sokeriruoko sitoo esimerkiksi auringon valoenergiaa ruokosokeriin, jota ihminen voi käyttää ravinnokseen.

Fotosynteesin eli yhteyttämisen kemiallinen valoreaktio muodostuu yhtälöstä

Hiilidioksidi + Vesi + Valoenergia  $\rightarrow$  Sokeri + Happi

$6 CO_2 + 6 H_2O + \text{valoenergia} \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6 O_2$

Eliöyhteisöön ja ekosysteemiin, jossa on selkärangattomia ja selkärankaisia eliöitä saadaan energiaa fotosynteesin lopputuotteena auringon valosta. Omavaraiset tuottajat kykenevät kasvin vihreiden osien viherhiukkasissa tapahtuvan valoreaktion ansiosta sitomaan aurinkoenergiaa ja tuottamaan siitä ekosysteemiin sokereiden muodossa kemiallista energiaa, jota muut eliöt voivat hyödyntää ravintona. Kuluttajat tai hajottajat eivät kykene tähän, joten ne ovat **toisenvaraisia**.

Tuottajat ottavat **epäorgaanisia** aineita, kuten vettä ja ravintoaineita juurillaan maasta sekä hiilidioksidia ilmasta ja muuttavat sen **orgaaniseksi** yhdisteiksi, sokereiksi. Ekosysteemiin ei tule mistään lisää epäorgaanisia tai orgaanisia aineita, joten ne kiertävät ravintoketjujen avulla. Energia ja aine siirtyvät ravintoketjussa tuottajailta  $\rightarrow$  kasvinsyöjiin  $\rightarrow$  petoihin  $\rightarrow$  hajottajiin. Kasvinsyöjät, pedot ja hajottajat muuttavat orgaanisen energian eli sokerit jälleen epäorgaanisiksi aineiksi.

Ekosysteemejä, tuottajia ja kuluttajia voi tutkia ravintopyramidien avulla.

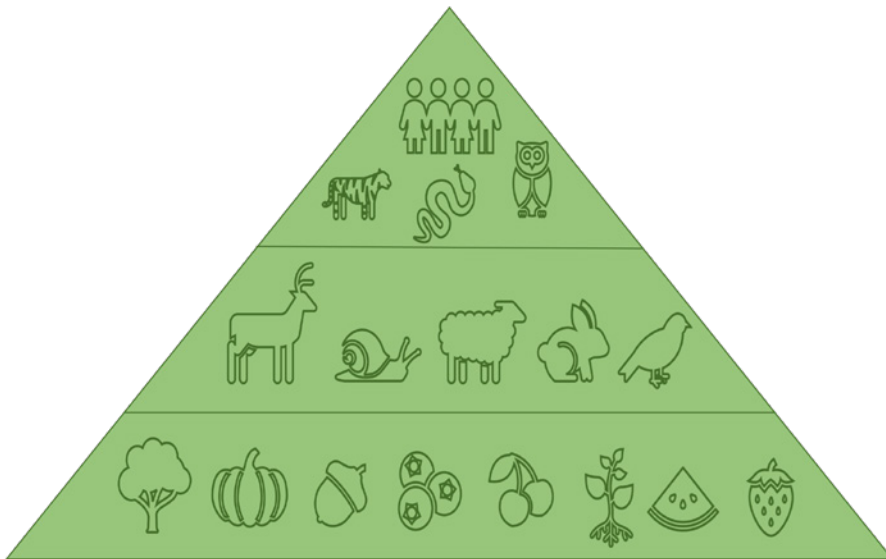


## Ravintopyramiditehtävä

### Kokeellisia työpaja-, pohdinta- ja havainnointitehtäviä

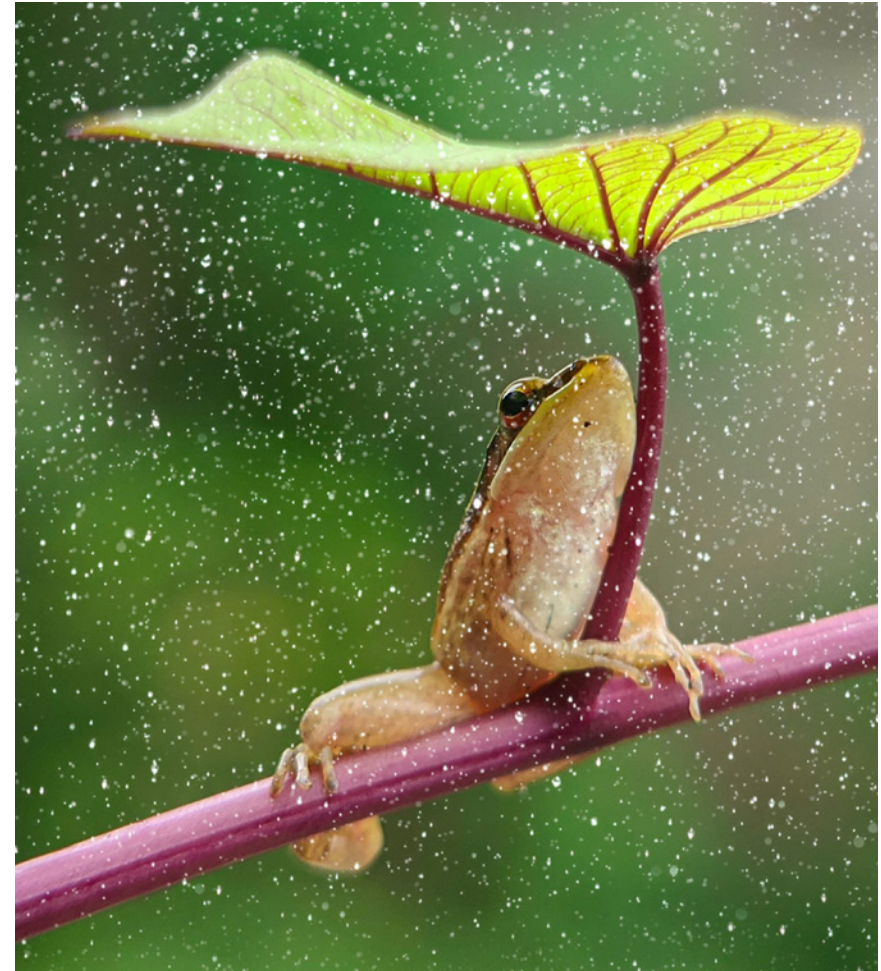
Keskustelkaa luokassa mitä esimerkkejä voisi olla tuottajista, kuluttajista ja hajottajista. Etsikää verkosta, luettelkaa, piirtäkää tai valokuvatkaa eliöitä. Pohtikaa ja luokitelkaa eliöt selkärangattomiin ja selkärangattomiin. Sen jälkeen voitte jatkaa luokittelua kasvit, hyönteiset, matelijat, kalat, linnut, nisäkkäät jne. Haastetta tehtävään voi lisätä lajintunnistuksella. Nimetkää esimerkiksi LuontoPortti-sivuston avulla lajit.

Pohtikaa yhdessä missä luokan lähiympäristössä voisi olla ekosysteemi, jossa on tuottajia, kuluttajia ja hajottajia. Onko koulun lähellä niittyä, metsikköä, joutoma-alueita, vesistöä, peltoa tai esimerkiksi pensasaitariviä tai yksittäistä puuta. Ekosysteemit voivat olla hyvinkin pieniä tai isoja. Vastaavasti, voitte keskustella ekosysteemeistä, joita löytyy oppilaitten kodin lähiympäristöstä. Onko kellään akvaariota kotona?



Esimerkkikaavio ravintopyramidista.

Seuraavaksi voitte luoda pienryhmissä ravintoketjupyramidin piirretyistä, valokuvatuista ja/tai listatuista eliöistä. Ravintopyramidin alin ja suurin kerros on tuottajien kerros. Siitä ylemmät kerrokset kuuluvat kuluttajille. Kuluttajat erotellaan kasvinsyöjiksi ja pedoiksi. Petojen pyramidikerros on ylin ja pienin kerros. Ravintopyramidin kerrokset: tuottajat, 1. asteen kuluttajat ja 2. asteen kuluttajat.



# Kasvianatomiatehtäviä

Kokeellisia työpaja-, pohdinta- ja havainnointitehtäviä

## Kasvit kuljettavat ja varastoivat yhteyttämistuotteita

Kasvit kuljettavat fotosynteesin raaka-aineita ja lopputuotteita soluissaan. Kasveilla on kuljetusjärjestelmät yhteyttämistuotteina syntyneiden ravinto-aineiden, veden ja mineraalien siirtämisiin kasvin eri osista toisiin. Kuljetusjärjestelmä koostuu putkimaisista **johtosolukoista** eli **puuosasta** (Xylemistä) ja **nilaosasta** (Phloem). Kasvit kuljettavat kapillaari-ilmiön avulla vettä ja ravinneaineita puuosassa. Fotosynteesissä yhteyttämistuotteet kulkevat nilan soluissa ja veteen liuenneina kasvin varastoihin.

## Miksi porkkana maistuu makealta – juuren johtosolukko

Kokeellinen työpaja. Kesto n. 45 min.

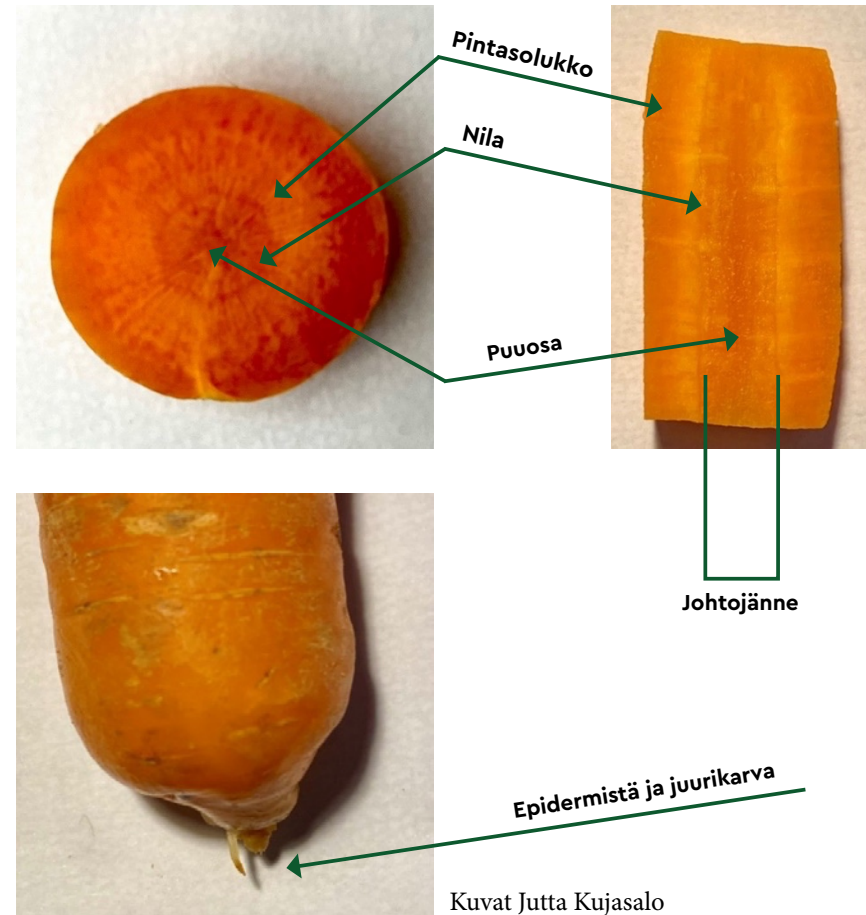
### Tarvikkeet

- Porkkanoita
- Teräviä veitsiä ja leikkuulautoja
- Petrimaljoja
- Mikäli mahdollista Stereomikroskooppeja tai tehokkaita, mielellään valollisia suurennuslaseja

### Työohje

Tutkitaan porkkanan ulkopintaa, mitä havainnoita voi tehdä.

1. Leikkaa porkkanasta terävällä veitsellä keskikohdasta pyöreitä viipaleita. Mitä havainnoita voit tehdä?
2. Leikkaa porkkanasta n. 5 cm pala, joka puolitetään pituussuunnassa keskeltä. Mitä havainnoita voit tehdä?



Kuvat Jutta Kujasalo

### Pohdintatehtävät

- Pohtikaa ryhmissä missä ja minkälaisissa eri muodoissa kasvit varastoivat yhteyttämistuotteita.
- Pohtikaa ryhmissä mitä hyötykasveja on olemassa ja syitä miksi kutsumme niitä hyötykasveiksi.
- Nimetkää viisi eri hyötykasvia, jossa glukoosia on varastoituneena eri muodoissa.

## Punaiset ruusut – kukkavarren johtosolukko

Kokeellinen työpaja. Kesto n. 45 min + valmistelu

Miten ja missä aineet kulkevat kasveissa?

### Tarvikkeet

- Valkoisia ruusuja
- Punaista KoolAid-juomajauhetta, tai vahvaa nestemäistä elintarvikeväriä
- Vettä
- Korkea lasi tai vaasi, johon ruusut voi asettaa pystyyn
- Teräviä veitsiä ja leikkuulautoja
- Petrimaljoja
- Stereomikroskooppeja tai tehokkaita, mielellään valollisia suurennuslaseja

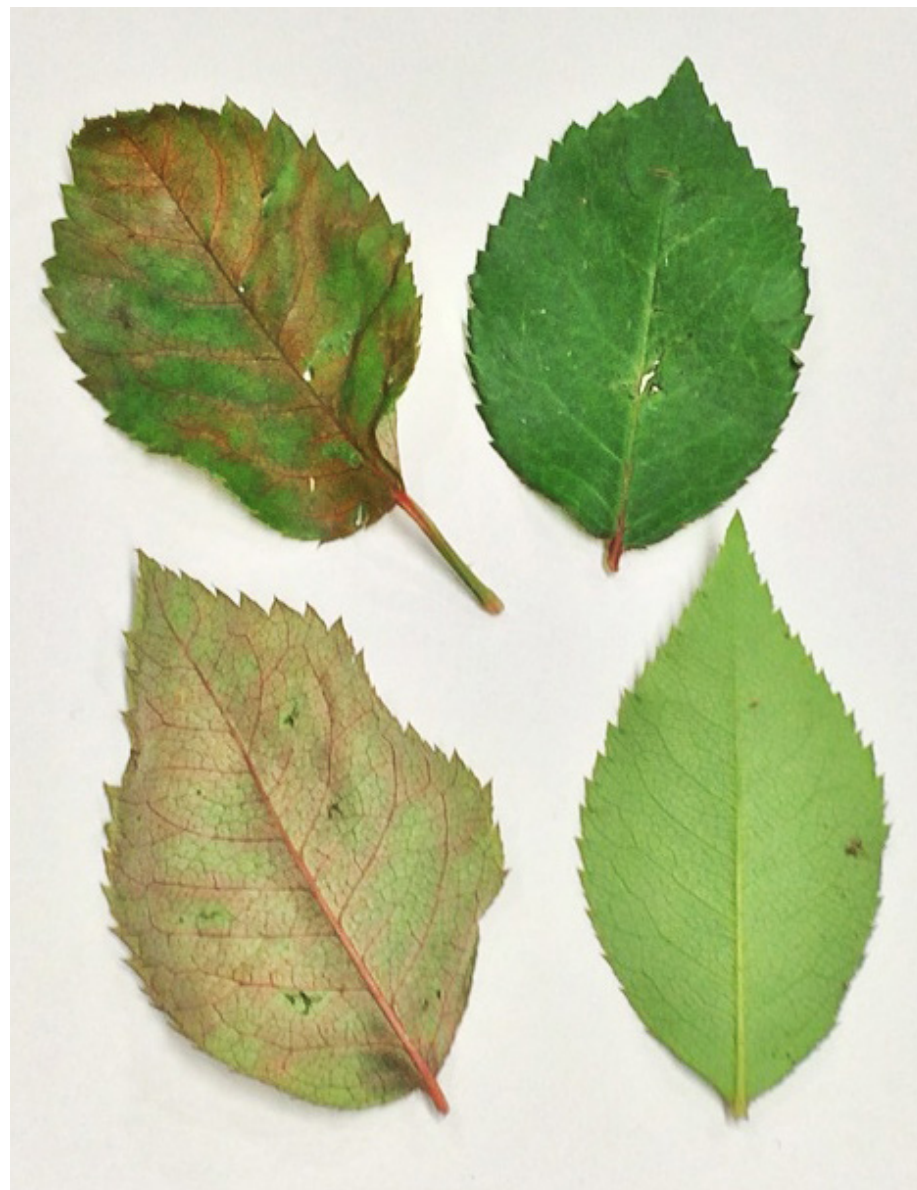
### Valmisteleva työhje opettajalle tai edelliselle oppilastunnille

Ruusun varren päähän leikataan terävällä veitsellä imupintaa halkaisemalla pituussuunnassa vartta n. 2 cm alueelta. Laittakaa  $\frac{1}{2}$  pussillista KoolAid-juomajauhetta vaasiin ja lisääkää vettä niin, että vaasi on  $\frac{2}{3}$  täynnä. Sekoita, jotta juomajauhe liukenee kokonaan veteen. Aseta imupinnalliset ruusut veteen vähintään 48 tunniksi. Yksi ruusu jätetään vertailun vuoksi värjäämättä.

### Työhje

Työpaja toteutetaan 2–3 hengen pienryhmissä. Jokaiselle ryhmälle jaetaan yksi värjäytynyt ruusu.

Vertailkaa opettajan pöydällä olevaa valkoista ruusua oppilaille jaettuihin ruusuihin. Mitä havaintoja voitte tehdä?

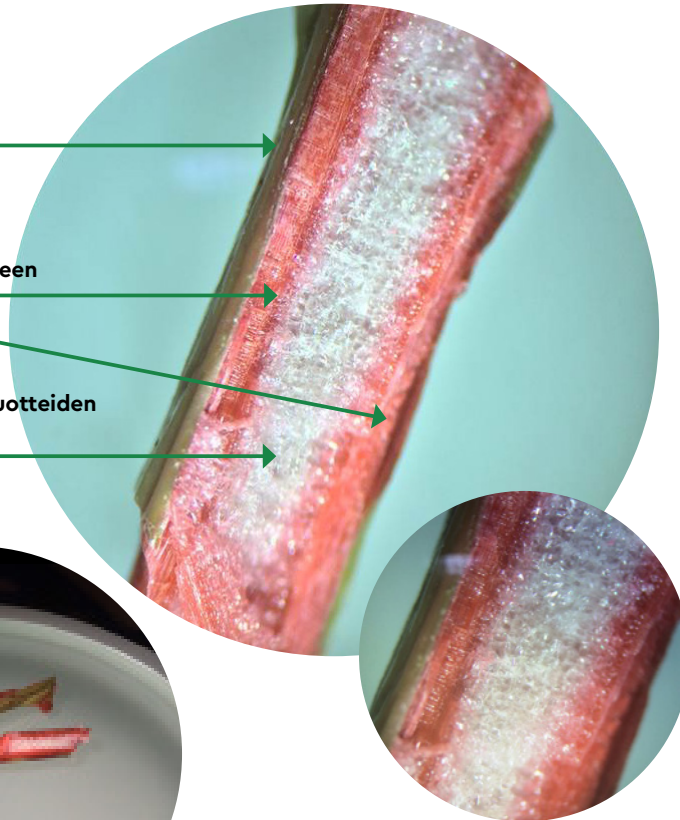


Kuva Jutta Kujasalo

Pintasolukkoa kasvin sisäkerroksen solujen suojaukseen

Johtosolukkoa: puuosa veden ja ravinteiden kuljetukseen

Johtosolukkoa: nilaosa yhteyttämistuotteiden kuljetukseen



Kuvat Jutta Kujasalo

### Tee näin

1. Leikkaa punaiseksi värjäytyneen ruusun varresta terävällä veitsellä n. 1,5 cm kokoinen pala.
2. Leikkaa se varovaisesti pituussuunnassa keskeltä eli pitkittäin halki. Mitä havaitset?
3. Jatka halkaistujen varsipalojen tutkimista stereomikroskoopin (tehokkaan suurennuslasin) avulla.

Mikroskooppipreparaatista voi havainnoida **johtosolukkoa**. Punaiseksi värjäytynyt johtosolukko on **puuosaa** eli puusolukkoa (Xylem), joka vastaa veden ja mineraalien kuljetuksesta juurista kasvin eri osiin. Keskellä on värjäytymättöntä johtosolukkoa. Oppilaiden kanssa voi pohtia miksi se ei ole värjäytynyt? Keskellä oleva johtosolukko on **nilaosaa** (Phloem), joka vastaa yhteyttämistuotteiden kuten glukoosin kuljetuksesta kasvin varstoihin sekä kasvin omaan käyttöön, kuten kasvuun.

Mikroskooppipreparaatissa näkyy myös **pintasolukkoa**, jossa voi olla ruusun piikkejä. Oppilaitten kanssa voi pohtia pintasolukon merkitystä sekä ruusun piikkien merkitystä. Miksi ruusulla on piikkejä? Pyrkikö ruusu suojelemaan itseään?

### Pohdintatehtäviä

Miten punaiseksi värjäytynyt vesi on ulottunut ruusun lehtiin ja jopa kukan valkoisiin terälehtiin saakka?

Oppilaitten kanssa voi pohtia minkälaisia sokereitten eli glukoosin varastoja kasveilla on. Mikä on ruusun glukoosivarasto?



## Kuplivat lehdet

Kokeellinen työpaja. Kesto n. 45 min + valmistelu ja odotusaika.

Miten kasvien kaasutuotantoprosessi saadaan näkyviin?

Tässä työpajassa luodaan koejärjestely, jossa oppilaat voivat havainnoida ja nähdä fotosynteesin tapahtuvan – kasvi tuottaa happea.

### Tarvikkeet/työpari

- Puun (tai huonekasvin) tuore lehti. Vaahteran lehdet ovat tarpeeksi suuria.
- Läpinäkyvä kulho, 1–2 l, joka on lasea. Läpinäkyvästä kulhosta voi tehdä enemmän havaintoja, mutta koe toimii myös läpinäkymättömällä kulholla.
- Haaleaa, käden lämpöistä vettä kraanasta.
- Pieniä kiviä.



Kuvat Jutta Kujasalo



### Työvaiheet

- Ulkoa, koulun pihapiiristä haetaan pieniä kiviä (2cmx2cm) ja puun, kuten vaahteran lehti. Lehti irrotetaan suoraan puusta, koska kokeeseen tarvitaan tuore lehti.
- Täyttäkää kulho haalealla, kädenlämpöisellä vedellä.
- Kukin pari asettaa lehden upoksiin vesikulhoon ja laittaa pienen kiven sen päälle painoksi. Lehti tulee olla täysin upoksissa, joten tarvittaessa on lisättävä kädenlämpöistä vettä. Läpinäkyvästä kulhosta voi helposti havainnoida onko lehti täysin upoksissa.
- Kulho asetetaan seuraavaksi aurinkoiselle paikalle, kuten ikkunalaudalle tai pihamaalle. Jos kulhot viedään ulos, koejärjestely on hyvä merkata, jotta ohikulkijat näkevät, mistä on kyse.
- Kulho lehtineen jätetään aurinkoiselle paikalle muutamaksi tunniksi. Kokeen ensimmäisen osion voikin tehdä aamupäivällä ja havainnointivaiheen iltapäivällä, ruokailun jälkeen.
- Lehtiä vesikulhossa havainnoidaan muutaman tunnin kuluttua. Mitä havaitsette? Lehtien pinnalla sekä kulhon reunoilla on pieniä kuplia. Mistä ja miten ne ovat syntyneet?

### Mitä tapahtui?

Puun lehti on auringon valossa muodostanut kaasukuplia veteen. Fotosynteesissä kasvi käyttää vettä, hiilidioksidia, jota on myös liuenneena vedessä sekä auringonvaloa muodostaakseen sokereita. Samalla muodostuu happea, joka on kaikille eliöille välttämätöntä hengityskaasua, josta kasvit vapauttavat itselleen tarpeettoman osan ilmarakojen kautta ulos. Fotosynteesiprosessi näkyy kokeessa kuplina, kun lehti vapauttaa ylimääräistä happea ollessaan veden alla. Happi kaasuna on vettä kevyempää, jolloin kuplat nousevat lopulta pintaan.



### Pohdintatehtäviä

Keskustelkaa luokassa mitä kaasuja ihminen hengittää sisään ja mitä ulos. Vertakaa kasvin fotosynteesiin. Mitä kaasua kasvi käyttää ja mitä vapauttaa ulos?



# Lehtien värit eli väripigmentit

**Kloroplasti = viherhiukkanen, eli fotosynteesin tapahtumapaikka.**

**Kloroplasti sisältää klorofylliä eli lehtivihreää.**

## **Miksi lehdet vaihtavat väriä syksyn tullen? Mistä ruska johtuu?**

Klorofylli, eli lehtivihreä aiheuttaa lehtien vihreän värin ja sen määrä kasveissa lisääntyy kesän mittaan. Klorofylli on myös hallitseva, eli se peittää alleen lehden muut luontaiset värit. Klorofyllin ansiosta kasvit pystyvät yhteyttämään. Klorofylliä on kaikissa kasvin vihreissä osissa. Kasvi varastoi klorofylliä kasvisolujen viherhiukkasissa.

Kun syksy ja kylmät ilmat koittavat, lehdet ja muut kasvin vihreät osat lopettavat klorofyllin tuottamisen, ja puu ottaa klorofyllin talteen rungon sisään. Tällöin lehden muut väriaineet, kuten keltaiset ja oranssit värit (karotenoidien ja flavonoidien aiheuttamat), sekä punainen väri (antosyaanin ja karotenoidin aiheuttama) pääsevät esille. Tätä ilmiötä kutsutaan myös ruskaksi. Kasvi varastoi näitä muita väriaineita solurakkuloissa eli plasmideissa.



## **Lehtivihreätyöpaja**

Kokeellinen työpaja. Kesto n. 45 min. + valmistelu

Tässä työpajassa luodaan koejärjestely, jossa oppilaat voivat havainnoida ja nähdä lehtien vihreän väripigmentin ja mahdollisesti myös muita lehden sisältämiä värejä.

### **Tarvikkeet**

- Useita puun (tai huonekasvin) tuoreita lehtiä. Vaahteran lehtiä voi esimerkiksi kerätä pussillisen luokkaa varten.
- Valkoisia suodatinpusseja kokonaisina ja liuskoiksi leikattuina
- Kahvisuodattimia
- Vesihauhe esim. kattilassa tai suuremmassa lasiastiassa
- Kuumaa vettä esim. vedenkeittimessä
- Läpinäkyviä keitinlaseja/muovipikareita
- Saksia
- Isopropanolia sisältävää desinfiointiainetta esim. NeoAmiseptia
- Puutikkuja, joilla sekoitetaan

## Työvaiheet

### Värinesteen tekeminen

Tämän voi tehdä valmiiksi edellisenä päivänä ja jättää tekeytymään yön yli. Vaihtoehtoisesti värinesteen voi tehdä tuplatunnin aikana ja vesihauteessa. Mitä tummempi värineste sen paremmin väri saadaan näkyviin.

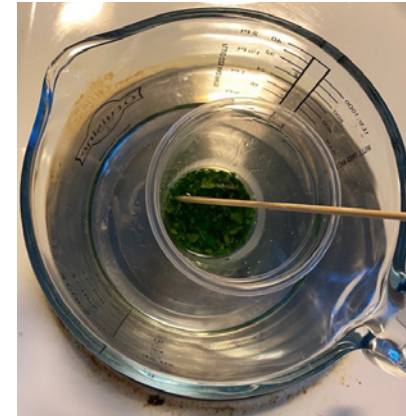
1. – Jokaiselle parille jaetaan lasinen keitinlasi tai muovipikari ja 2–3 vaahteran lehteä.
  - Lehdet silputaan ensin repien ja sitten saksilla.
  - Vaihtoehtoisesti luokalle voi tehdä pieneen ämpäriin yhteinen värineste. Tällöin pieni ämpäri täytetään n. 2/3 lehtisilpulla.
2. – Lehtisilpun päälle kaadetaan isopropanolia sisältävää desinfiointiainetta niin, että silppu juuri ja juuri peittyy. Seos jätetään tekeytymään vesihautteeseen n. tunniksi tai yön yli ämpärissä. Isopropanolin vahvan tuoksun takia ämpäri kannattaa sulkea kannella ja vesihauteet kannattaa sijoittaa paikkaan, jossa on hyvä ilmanvaihto. Seosta voi sekoitella kevyesti tekeytymisen aikana puutikulla.

### Lehtivihreän ja mahdollisten muiden värien havainnointi

3. – Suodata vihreä neste lehtisilpusta puhtaaseen keitinlasiin tai muovipikariin kokonaista kahvisuodatinpaperia ja kahvisuodatinta hyödyntäen.
4. – Suodatinpaperiliuskan kärki laitetaan värilliseen nesteeseen. Neste sisältää alkoholiin liuenneita vaahteranlehden väriaineita. On hyvä varoa, ettei koko liuska tipahda nesteeseen.
  - Väriaineiden nousua suodatinpaperin reunaa pitkin pitää odotella n. 5–10 min. Nesteen nouseminen johtuu kapillaari-ilmiöstä. Anna nesteen nousta lähes suodatinpaperiliuskan yläreunaan asti.
  - Tässä vaiheessa voi luokassa pohtia kapillaari-ilmiötä tarkemmin. mihin kasvit sitä tarvitsevat?
  - Lopuksi suodatinpaperin palat nostetaan keitinlasista. Mitä väriaineita näette suodatinpaperin palalla?



1.



2.



3.



4.

# Lisätietoa

## Kasvisolukko

Porkkanan ulkopinnalla on pintasolukkoa, yhden solukerroksen paksuista **epidermistä**, joka muodostuu tiiviisti pakkautuneista soluista. Epidermis suojaa porkkanan pintaa ja alempia kerroksia. Porkkanan pääjuuren epidermiksestä lähtee myös pieniä sivujuuria eli juurikarvoja, jotka läpileikkaavat porkkanan kuorikerroksen aina keskusjätteeseen ja puusoluksoon saakka. Pintakarvat edesauttavat kasvin veden- ja ravinteidenottoa ympäristöstään. Porkkanan poikkileikkauksessa juurikarvoista lähtevät johtosolukot näkyvät vaaleampina säteinä.

Koko pintasolukkerros eli **kuorikerros** on porkkanassa suhteellisen paksu, pitäen sisällään epidermiksen, endodermiksen ja kuorikerroksen soluja, joissa varastoidaan fotosynteesin lopputuotteita eli hiilihydraatteja. Kuorikerroksen alla on tummempi endodermiskehä, joka erottaa sen sisällä olevan johtojänteen eli **johtosolukot**. Johtosolukkerroksessa ensimmäisenä on **nilaosa** (phloem), joka vastaa yhteyttämistuotteiden, hiilihydraattien kuljetuksesta kasvin varastosoluihin. Porkkanan ytimessä oleva **puusolukko** (xylem) on väriykseltään nilaa tummempi. Puuosassa eli puusolukossa kasvi kuljettaa vettä ja mineraaleja. Sivujuuret ulottuvatkin säteenä puuosaan saakka.

## Kasvit varastoivat ylimääräisen glukoosin

Kasvit varastoivat fotosynteesissä tuotetun ylimääräisen glukoosin esimerkiksi **tärkkelyksenä**, mutta myös öljynä, rasvoina tai proteiininä. Yksivuotiset kasvit varastoivat ylimääräisen glukoosin siemeniin ja hedelmiin. Kaksi- ja monivuotiset myös maavarsiin, juuriin, mukuloihin, runkoon ja silmuihin. Kasvin varastoiman glukoosin eri ainemuodot ovat kuluttajien hyödyntämiä energialähteitä. Ihmisen hyödyntämät ravintokasvit eli hyötykasvit ryhmitellään varastointimuodon mukaan tärkkelyskasveiksi (viljat, juurekset ja peruna), sokerikasveiksi (sokerijuurikas ja sokeriruoko), öljykasveiksi (rypsi, auringonkukka, kookos, oliivi) ja palkokasveiksi (pähkinät, pavut ja herneet). Palkokasveissa on paljon proteiinia, koska niiden juurissa elää tyypeä tehokkaasti sitovia bakteereita (Rhizobium). Tyypeä tarvitaan aminohappojen tuotantoon.





### **Kasvit tarvitsevat vettä**

Kasvit tarvitsevat vettä yhteyttämiseen eli fotosynteesiin, ravintoaineiden kuljettamiseen ja elintoimintojen sekä nestejännityksen ylläpitämiseen. Vesi kulkeutuu kasvin juuriin **osmoosin** avulla juurikarvasolujen kautta. Osmoosissa nesteen väkevyyserot pyrkivät tasoittumaan puoliläpäisevän kalvon eli kasvin solukalvon kautta. Vesi kulkee laimeammasta liuoksesta puoliläpäisevän solukalvon läpi väkevämpään. Kasvin solunesteessä on usein enemmän liuenneita aineita kuin maaperän vedessä ja kasvin soluneste on tällöin maaperän nestettä väkevämpää. Tästä johtuen ilmenee osmoosi-ilmiö ja vesi siirtyy maaperästä kasvin juuren soluihin.

### **Kapillaari-ilmiö**

Kapillaari-ilmiössä vesi kulkee maan vetovoiman vastaisesti ylöspäin ohuita, putkimaisia rakenteita pitkin. Vesi nousee sitä korkeammalle, mitä ohuempi putki. Kasvien puuosassa oleva putkimainen johtosolukko on hyvin ohutta. Vesimolekyylit nousevat ohutta putkea pitkin ylöspäin, koska niiden voimat ovat suurempia nesteen ja kiinteän aineen eli putkiseinän välillä kuin nesteen sisällä. Näin vesi nousee ylöspäin ja maan vetovoiman vastaisesti.

Ilmiön voi selittää veden kemiallisten ominaisuuksien kautta. Vesimolekyylit koostuu yhdestä happiatomista ja kahdesta vetyatomista. Happiatomi vetää molekyylin elektroneja enemmän puoleensa kuin vetyatomit. Tästä seuraa, että happiatomi on osittain negatiivisesti varautunut, kun taas vetyatomit ovat osittain positiivisesti varautuneita. Vesimolekyyliä voi ajatella ikään kuin pienenä magneettina, jossa positiivinen puoli eli vetyatomi vetää toisen vesimolekyylin negatiivista puolta eli happiatomia puoleensa. Tätä vesimolekyylien välistä vuorovaikutusta kutsutaan koheesioksi ja se on syy, miksi vesimolekyylit kiinnittyvät toisiinsa. Vesimolekyylit vuorovaikuttavat myös putken sisäpinnan molekyylien kanssa.