



Fotosynteesi

- oppimateriaalikonaisuus

Heureka

Oivaltamisen iloa!

Johdanto

Fotosynteesi-oppimateriaalikonaisuus pohjautuu tiedekeskus Heureka tuottamaan Fotosynteesi-laboratorio-ohjelmaan. Opastetussa laboratorio-ohjelmassa tutustutaan yhteyttämisen peruseriaateisiin erilaisten ja tutkimiseen innostavien 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 luonnontieteille tyypillisiä tutkimustaitoja, laboratoriovälineiden käyttöä ja työturvallisuutta. Ohjelmassa oppilas laajentaa ymmärrystä kasvien hiilensidontakyvystä, kasviautomiasta ja -fysiologiasta, ekologiasta, yhteyttämisen kemiasta ja kestävästä kehityksestä.

Fotosynteesi-oppimateriaalikonaisuus on tarkoitettu tehtäväksi joko ennen laboratorio-ohjelmassa vierailua, lisätehtäväksi fotosynteesiteemaan käsittelyyn tai jälkitehtäväksi laboratorio-ohjelmakokemusten kertaamiseksi. Opettaja voi valita materiaalista ne tehtävät, joihin haluaa oppilaiden kanssa syventyä opetussuunnitelmaa silmällä pitäen. Tehtävien tarkoituksena on kehittää oppilaan tiedelukutaitoa, kriittistä ajattelua, tiedeosaamista ja kokeellisia työskentelytaitoja. Materiaali koostuu teemaan syventävistä ja kokonaisuushahmottamista selkeyttävistä, toiminnallisista luokkahuoneaktiiviteeteista, joiden avulla voi perehtyä yhteyttämiseen biologisena, kemiallisena ja fysikaalisena 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 anatomiaan ja fysiologiaan, kuten kapillaari-ilmiöön ja solukoihin, yhteyttämisen kemiaan sekä osmoosiin.

Sisällys

Oppimateriaalikonaisuuden kytkökset opetussuunnitelmiin	3
Ekologia - energian kierto vesiekosysteemissä	4
Planktonitutkimus	5
Taustatietoa planktoneista	7
Kasviautomia	8
Miksi porkkana maistuu makealta - juuren johtosolukko	8
Punaist ruusut - kukkavarren johtosolukko	9
Osmoosi	11
Lisätietoa kasviautomiasta	13

Oppimateriaalikokonaisuuden kytkökset opetussuunnitelmiin

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.

Oppimiskokonaisuuden käyttö:

Oppimiskokonaisuus soveltuu 7.-9.-luokkalaisille.

Oppiaine- ja opetussuunnitelmavastaavuus:

Kokonaisuuden sisältöjä voi hyödyntää seuraaviin aineisiin ja aiheisiin:

Laaja-alaisen osaamisen tavoitteet vuosiluokilla 7.-9.:

- Ajattelu ja oppimaan oppiminen (L1)
- Osallistuminen, vaikuttaminen ja kestävä tulevaisuuden rakentaminen (L7)

Biologia 7.-9.-luokat

Opetussuunnitelman opetuksen tavoitteet:

- T1 ohjata oppilasta ymmärtämään ekosysteemin perusrakennetta ja toimintaa sekä vertailemaan erilaisia ekosysteemejä ja tunnistamaan lajeja
- T2 auttaa oppilasta kuvailemaan eliöiden rakenteita ja elintoimintoja sekä ymmärtämään eliökunnan rakennetta
- T3 ohjata oppilasta tutkimaan eliöiden sopeutumista eri elinympäristöihin ja ymmärtämään erilaisten elinympäristöjen merkitys luonnon monimuotoisuudelle
- T7 ohjata oppilasta kehittämään luonnontieteellistä ajattelutaitoa sekä syy- ja seuraussuhteiden ymmärtämistä
- T8 opastaa oppilasta käyttämään biologian tutkimusvälineistöä ja tieto- ja viestintäteknologiaa
- T10 ohjata oppilasta tekemään tutkimuksia sekä koulussa että koulun ulkopuolella

- T12 innostaa oppilasta syventämään kiinnostusta luontoa ja sen ilmiöitä kohtaan sekä vahvistamaan luontosuhdetta ja ympäristötietoisuutta
- T14 innostaa oppilasta vaikuttamaan ja toimimaan kestävä tulevaisuuden rakentamiseksi

Sisältötavoitteet:

- S1 Biologinen tutkimus
- S2 Tutkimusretkiä luontoon ja lähiympäristöön
- S3 Ekosysteemin perusrakenne ja toiminta
- S4 Mitä elämä on?
- S6 Kohti kestävä tulevaisuutta

Kemia 7.-9.-luokat

Opetuksen tavoitteet:

- T3 ohjata oppilasta ymmärtämään kemian osaamisen merkitystä omassa elämässä, elinympäristössä ja yhteiskunnassa
- T4 ohjata oppilasta käyttämään kemian osaamistaan kestävä tulevaisuuden rakentamisessa sekä arvioimaan omia valintojaan luonnonvarojen kestävä käytön ja tuotteen elinkaaren kannalta
- T6 ohjata oppilasta toteuttamaan kokeellisia tutkimuksia yhteistyössä muiden kanssa sekä työskentelemään turvallisesti ja johdonmukaisesti
- T11 ohjata oppilasta käyttämään erilaisia malleja kuvaamaan ja selittämään aineen rakennetta ja kemiallisia ilmiöitä
- T14 ohjata oppilasta ymmärtämään peruseriaatteita aineen ominaisuuksista, rakenteesta ja aineiden muutoksista
- T15 ohjata oppilasta soveltamaan kemian tietojään ja taitojaan monialaisissa oppimiskokonaisuuksissa sekä tarjota mahdollisuuksia tutustua kemian soveltamiseen erilaisissa tilanteissa kuten luonnossa, elinkeinoelämässä, järjestöissä tai tiedeyhteisöissä

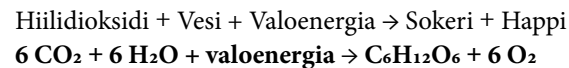
Sisältötavoitteet:

- S1 Luonnontieteellinen tutkimus:
- S5 Aineiden ominaisuudet ja rakenne
- S6 Aineiden ominaisuudet ja muutokset

Ekologia – energian kierto vesiekosysteemissä

Yhteyttämisen eli fotosynteesin ansiosta **tuottajat** sitovat aurinkoenergiaa ja ilmakehästä hiiltä, muodostaen **kuluttajille** ravintoaineita ja suurimmalle osalle eliöistä välttämätöntä happea. Kuluttajat käyttävät ravintonaan omavaraisten tuottajien, kuten kasvien fotosynteesin avulla tuottamia **orgaanisia yhdisteitä** (glukoosia $C_6H_{12}O_6$) hyödyntäen niihin sidottua kemiallista energiaa. Sokeriruoko sitoo esimerkiksi auringon valoenergiaa orgaanisiin yhdisteisiin, kuten ruokosokeriin, jota ihminen voi käyttää ravinnokseen.

Fotosynteesin kemiallinen valoreaktio muodostuu yhtälöstä



Energiaa tulee ekosysteemiin fotosynteesin lopputuotteena auringon valosta. Tuottajat kykenevät viherhiukkasissa tapahtuvan valoreaktion ansiosta sitomaan aurinkoenergiaa ja tuottamaan siitä orgaanisia yhdisteitä. 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 orgaanisiksi yhdisteiksi, sokeriksi. Ekosysteemiin ei tule mistään lisää epäorgaanisia tai orgaanisia aineita, joten ne kiertävät ravintoketjujen avulla. Energia ja aine siirtyvät ravintoketjussa tuottajilta → kasvinsyöjiin → petoihin → hajottajiin. Kasvinsyöjät, pedot ja hajottajat muuttavat orgaaniset aineet jälleen epäorgaanisiksi aineiksi.

Ekosysteemejä, tuottajia, kuluttajia ja hajottajia voi tutkia havainnoimalla planktoneita, joita esiintyy kaikissa luonnon vesistöissä kaikkina vuodenaikoina.

Planktonlevät ovat luokittelussa tuottajia, joihin kuuluvat viherlevät, rusko-leviin (Chromophyta) kuuluvat piilevät, nielulevät (Cryptophyta) ja panssarilevät (Dinophyta) sekä sinibakteerit (Cyanophyta), joita kutsutaan myös sinileviksi. Suurimman osan planktonlevistä muodostavat alkeistumalliset (Monera) ja alkueliöt (Protista) ja vain viherlevät (Chlorophyta) kuuluvat varsinaisiin kasveihin.

Kuluttajia ovat eläinplanktonit, kuten vesikirput, hankajalkaiset, rataseläimet ja yksisoluiset ripsieläimet, kuten tohvelieläimet.

Vesistöjen hajottajina ovat useat eri bakteerit sekä sienet, jotka palauttavat epäorgaanisia aineita jälleen tuottajien hyödynnettäviksi.



Planktontutkimus

Kokeellinen työpaja. Kesto n. 45 min + 45 min (näytteidenhaku).

Ensimmäisellä tunnilla haetaan planktonnäytteet joen, lammen, järven tai meren rannasta ja toisella tunnilla mikroskopoidaan ja tehdään näytteistä valomikroskooppia hyödyntäen **kvalitatiivinen eli laadullinen tutkimus**, jossa selvitetään mitä planktonryhmiä ja lajeja tai muita eliöitä näytteistä löytyy. Tavoitteena on lajitella löytyneet planktoneliöt ja muut löydökset tuottaja-, kuluttaja- ja hajottajaryhmiin: planktonlevät, eläinplankton, bakteerit ja sienet. Löydetyistä planktoneista otetaan kuvia ja luodaan niistä digitaaliselle alustalle ravintopyramidi. Ravintopyramidiin nimetään löydetty lajiryhmät.

Vesiympäristöstä, josta planktonnäytteet kerätään, otetaan myös kuva ja se asetetaan vesileimana ravintopyramidin taustalle. Tarvittaessa kuvien tulosteista voidaan luoda ravintopyramidi tai ravintoverkko luokkahuoneen seinälle.

Planktonnäytteenotto

Tarvikkeet

- Teleskooppivarrellisia planktonhaaveja, joissa hana. Silmäkoko 25–65 µm. Mieluiten pienempi.
- 2 näytepullo, 1 sanko, 1 suppilo/oppilasryhmä.
- 1 matala pesuvati, 1 hammasharja/oppilasryhmä.
- Kumihanskoja, joiden alle oppilaitten kannattaa laittaa lämpimät sormikkaat.
- Vedenkestäviä tusseja.

Vinkkejä opettajalle

Oppilaat työskentelevät kolmen ryhmässä. Kukin ryhmä ottaa kaksi näytettä vesistöstä. Toinen näytteistä otetaan planktonhaavilla ja toinen rapsuttamalla vesistöstä poimittua kiveä hammasharjalla. Kivistä tavoitteena on irrottaa piileviä, planktonhaavilla kerätään keijuvia planktoneita. Oppilasryhmät jaetaan kahteen osaan. Toiset aloittavat ottamalla haavinäytteen, toiset rapsuttamalla piileviä.

Jälkihuolto toteutetaan heti luokkahuoneeseen palattua. Haavit puhdistetaan hyvin juoksevan veden alla ja haavin hana jätetään auki. Haavit laitettava kuivumaan, jotta ne säilyvät käyttövalmiina seuraavaa näytteenottokertaa varten. Näytteet tutkitaan heti tai säilötään viileässä, mieluiten valoisassa paikassa. Näytteet säilyvät n. viikon.

Työohje

Ottakaa kaksi näytettä vesistöstä: toinen näyte planktonhaavilla ja toinen rapsuttamalla vesistöstä poimittua kiveä hammasharjalla. Mikäli planktonhaaveja ei ole käytössä, planktontutkimukseen voi hyödyntää pelkästään piileviä.

Haavinäyte

1. Varmista ensin, että haavin hana on kiinni.
2. Kauho haavilla vesistön vesipatsasta eri syvyyksiltä, mutta varo koskemasta pohjaan. Kauho haavilla useampaan kertaan ja anna välillä veden valua haavista.
3. Valuta hanaosaan talteen jäänyt vesi suppilon läpi näytepulloon. Tämä vesi sisältää planktonia ja teidän planktonnäytteenne.
4. Kirjaa näytepulloon haavinäyte, päivämäärä ja ryhmän nimi.

Piilevänäyte

1. Ota piilevänäyte vesistön matalikon kivistä.
2. Poimi, kenkiä kastelematta, ryhmällemme n. kämmenen kokoinen kivi.
3. Lisää matalaan pesuvatiin vähän (n. 3 dl) vettä.
4. Harjaa vesistöstä nostettua kiveä vadissa varovasti hammasharjalla. Huljuttele hammasharjaa välillä vadin vedessä.
5. Lopuksi ota vesi talteen kaatamalla se suppilon läpi.
6. Kirjaa näytepulloon piilevänäyte, päivämäärä ja ryhmän nimi.

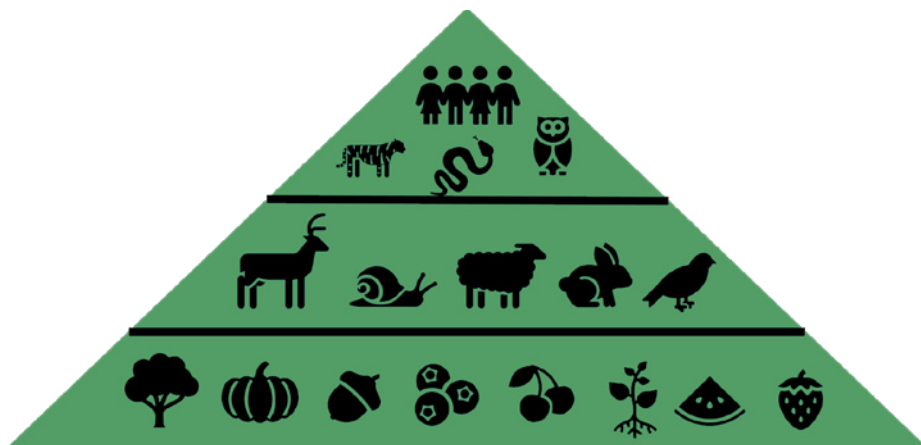
Näytteiden tutkiminen laboratoriossa (kvalitatiivinen tutkimus)

Tarvikkeet

- Mikroskooppeja, 1/oppilasryhmä. Stereo- ja/tai tutkimusmikroskoopit käyvät. Tutkimusmikroskoopeilla havaitaan enemmän lajeja, stereomikroskoopeilla eläinplanktonin liikkeitä on mielekästä seurata ja videoita.
- Kuopallisia näytelaseja tai vaihtoehtoisesti petrimaljoja.
- Pipettejä (2ml).
- 250 ml dekantterilaseja.

Vinkkejä opettajalle

Oppilasryhmät tutkivat mikroskoopilla omia, vesistöistä haettuja näytteitä. Kuoppalevyjä voi olla useampia/työryhmä, jotta saadaan tutkittavaksi useampia näytteitä nopeammin. Havaintoja pyritään tunnistamaan esim. Luontoportin Itämeri (<https://luontoportti.com/c/8/itameri?sid=8>) ja/tai Järvi&Meri wiki-sivujen (<https://www.jarviwiki.fi/wiki/Kasviplanktonlev%C3%A4t> ja <https://www.jarviwiki.fi/wiki/EI%C3%A4inplankton>) avulla. Oppilaita kannustetaan tunnistamaan havaintonsa taustamateriaalia hyödyntäen itse.



Esimerkkikaavio ravintopyramidista.

Työohje

Haavinäyte

1. Pipetoi kuoppalevyille tai petrimaljalle muutama tippa näytevetä kerrallaan. Aluksi voit ottaa pipettinäytteen pullon pohjalta.
2. Kuvaa löydöksiä kännykkäkameralla mikroskoopin okulaarin kautta. Liikkuvia eläinplanktoneita voit myös videoita. Planktoneliöiden lisäksi näytteistä voi löytyä hyönteisten toukkavaiheita, kalanpoikasia, vesihämähäkkejä jne.
3. Yritä tunnistaa näkemiäsi planktoneita käyttäen apuna opettajalta saamaasi oheismateriaalia.

Piilevänäyte

1. Pipetoi kuoppalevyille tai petrimaljalle muutama tippa näytevetä kerrallaan. Aluksi voit ottaa pipettinäytteen pullon pohjalta.
2. Kuvaa löydöksiä kännykkäkameralla mikroskoopin okulaarin kautta.
3. Yritä tunnistaa näkemiäsi planktoneita käyttäen apuna opettajalta saamaasi oheismateriaalia.

Pohdintatehtävät

Pohtikaa ja luokaa pienryhmissä ravintoketjupyramidi näytteenottovesistön ravintoketjusta. Lisätkää ravintopyramidiin tuottajat, 1. asteen kuluttajat, 2. asteen kuluttajat ja 3. asteen kuluttajat. Antakaa esimerkkejä kunkin ravintoketjutason (pyramiditason) eliöistä ja lajeista.

Taustatietoa planktoneista

Planktoniin kuuluu hyvin erilaisia organismeja, jotka elävät vapaana vedessä, mutta eivät juurikaan voi itse vaikuttaa liikkumiseensa, vaan ajautuvat passiivisesti veden virtausten ja liikkeiden kuljettamina. Vesivirrat ja tulvavedet kuljettavat planktonin lepoitioita keväisin, jolloin ne siirtyvät vesistöistä toisiin. Lisäksi ne kulkeutuvat kalojen, vesilintujen, muiden vesieläinten ja laivojen mukana paikasta toiseen. Osa planktonista kuuluu planktoniin koko elämänsä (holoplankton) ja osa vain osan elämästään (meroplankton, esim. kalat). Planktoneliöitä löytyy eri kokoisia, vaihdellen mikroskooppisen pienistä lajeista jopa parikymmensenttisiin.

Planktonia elää sekä suolaisessa että makeassa vedessä. Planktonin suomenkieliseksi nimeksi on ehdotettu keijustoa, sillä ne eivät kellu eivätkä leiju vaan tekevät vähän molempia eli keijuvat. Planktonin keijumista edistävät ja pohjaan vajoamista estävät solujen pinnassa olevat ulokkeet kuten esimerkiksi sukaset, karvat ja piikit. Lisäksi planktonisolujen sisällä on kaasurakkuloita ja/tai öljy- tai rasvapisaroiita. Osa planktonlevistä kykenee liikkumaan kiemurtelemalla tai siimojensa avulla. Myös levien muoto vaikuttaa keijumiseen.

Aikaisemmin planktonit luokiteltiin hapentuottokyvyn perusteella kasvi- tai eläinplanktoniin. Entinen kasviplanktonryhmä erotellaan nykyään planktonleviksi, joihin kuuluu sekä kasveja, mutta myös muita yhteyttäviä suolaisessa tai makeassa vedessä eläviä leviä. Planktonleville on ominaista, että ne yhteyttäessään tuottavat happea. Hapen tuottamisen lisäksi planktonlevät muodostavat vesistön ravintoketjun perustan. Suurimman osan planktonlevistä muodostavat alkeistumalliset (Monera) ja alkueliöt (Protista) ja vain viherlevät (Chlorophyta) kuuluivat varsinaisiin kasveihin. Planktonlevät ovat luokittelussa tuottajia, joihin kuuluvat viherlevät, ruskoleviin (Chromophyta) kuuluvat piilevät, nielulevät (Cryptophyta) ja panssarilevät (Dinophyta) sekä sinibakteerit (Cyanophyta), joita kutsutaan myös sinileviksi. Kuluttajia ovat eläinplanktonit, kuten vesikirput, hankajalkaiset, rataseläimet ja yksisoluiset ripsieläimet, kuten tohvelieläimet. Vesistöjen hajottajina ovat useat eri bakteerit sekä sienet, jotka palauttavat epäorgaanisia aineita jälleen tuottajien hyödynnettäviksi.

Hyödyllisiä linkkejä

Luontoportti Itämeri

<https://luontoportti.com/c/8/itameri?sid=8>

Järviwiki

<https://www.jarviwiki.fi/wiki/Etusivu> (<https://www.jarviwiki.fi/wiki/Kasviplanktonlev%C3%A4t> ja <https://www.jarviwiki.fi/wiki/EI%C3%A4inplankton>)

SYKE Itämeren tietopaketti

[https://www.syke.fi/fi-FI/Julkaisut/Esitteet/Itameri_ymparisto_ja_ekologia_tietopake\(28801\)](https://www.syke.fi/fi-FI/Julkaisut/Esitteet/Itameri_ymparisto_ja_ekologia_tietopake(28801))



Kasvianatomia

Kasvit kuljettavat ja varastoivat

- Kokeellinen työpaja
- Laborointikokeita ja havainnointitehtäviä

Kasvit kuljettavat fotosynteesin raaka-aineita ja lopputuotteita soluissaan. Kasveilla on kuljetusjärjestelmät yhteyttämistuotteina syntyneiden ravintoainesten, veden ja mineraalien siirtämiseksi kasvin eri osista toisiin. Kuljetusjärjestelmä koostuu putkimaisista **johtosoluista**: puuosasta (Xylem) ja nilaosasta (Phloem). Kasvit kuljettavat kapillaari-ilmion avulla vettä ja ravinnemineraaleja **puuosassa**. Fotosynteesin eli yhteyttämisen lopputuotteet kulkevat **nilan** soluissa ja veteen liuenneina kasvin varastoihin.

Miksi porkkana maistuu makealta - juuren johtosolukko

Kokeellinen työpaja. Kesto n. 45 min.

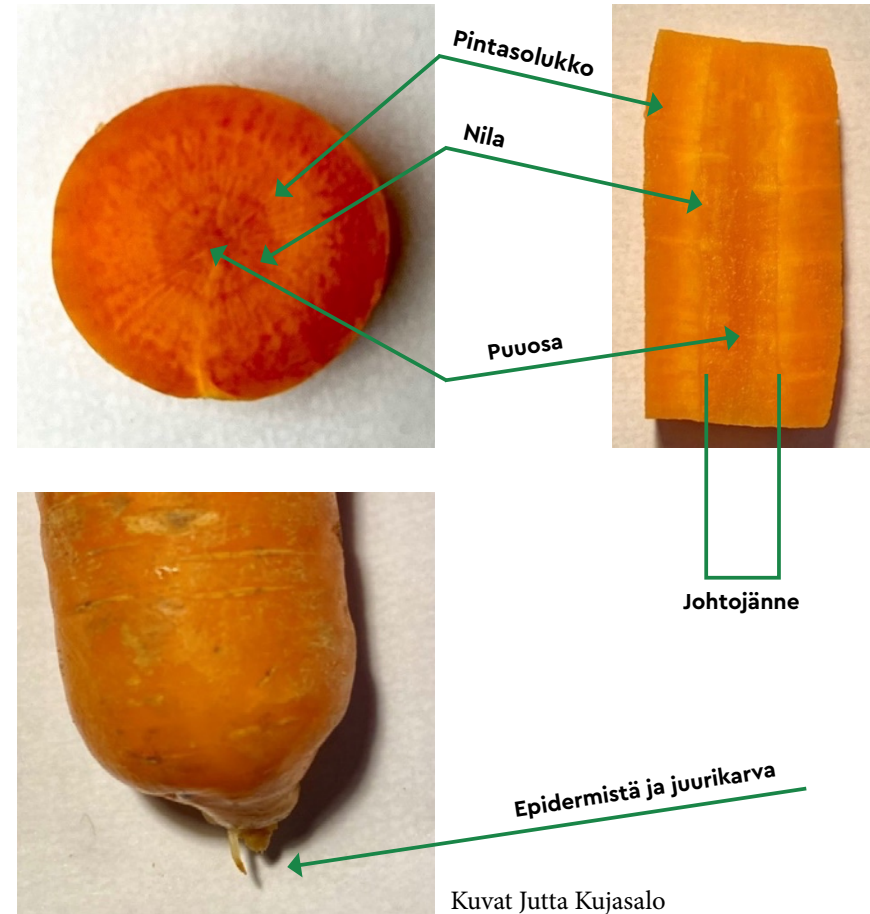
Tarvikkeet

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

Työohje

Tutkitaan porkkanan ulkopintaa, mitä havaintoja voi tehdä.

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



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

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

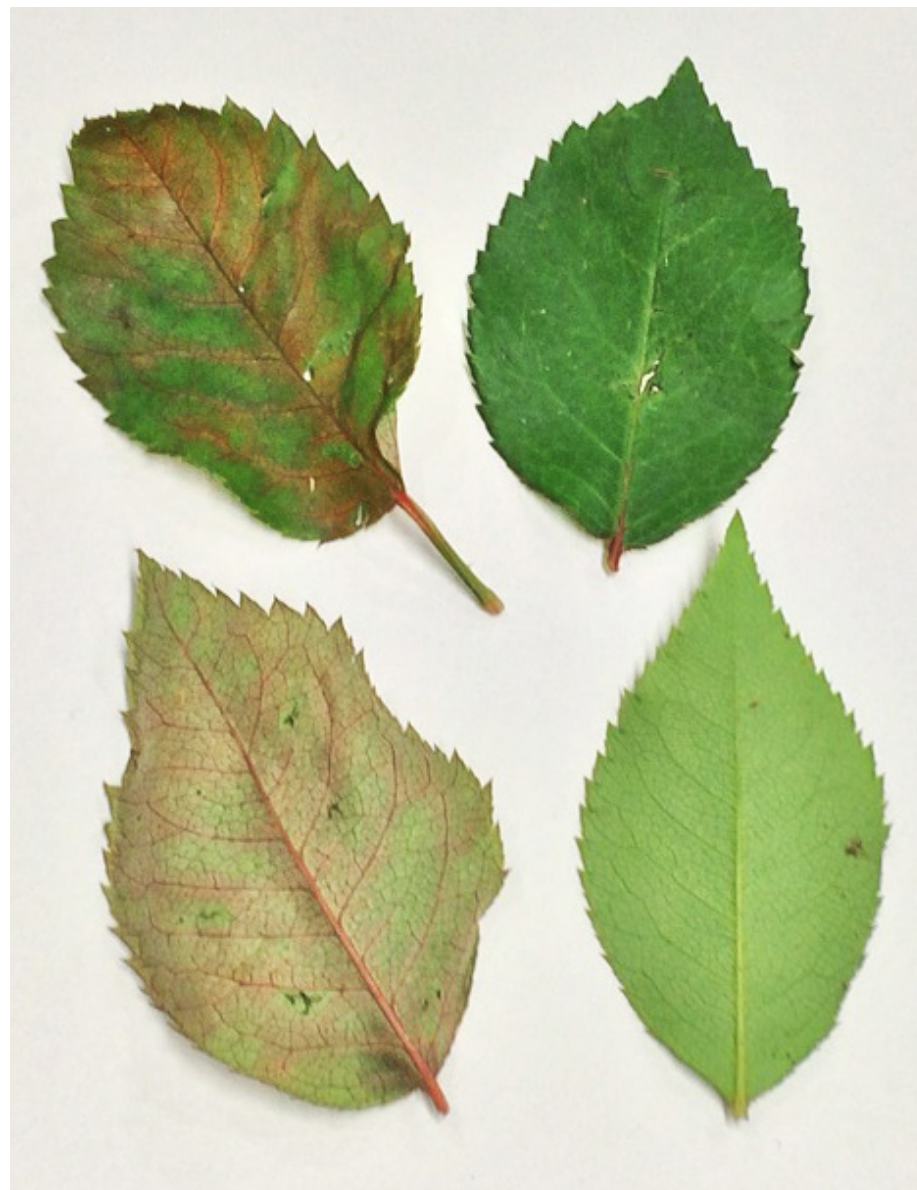
Valmisteleva työohje opettajalle tai edelliselle oppilastunnille

Ruusun varren päähän leikataan terävällä veitsellä imupintaa halkaisemalla pituussuunnassa vartta n. 2 cm alueelta. Laittakaa ½ pussillista KoolAid-juomajauhetta vaasiin ja lisäätkää 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.

Työohje

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?

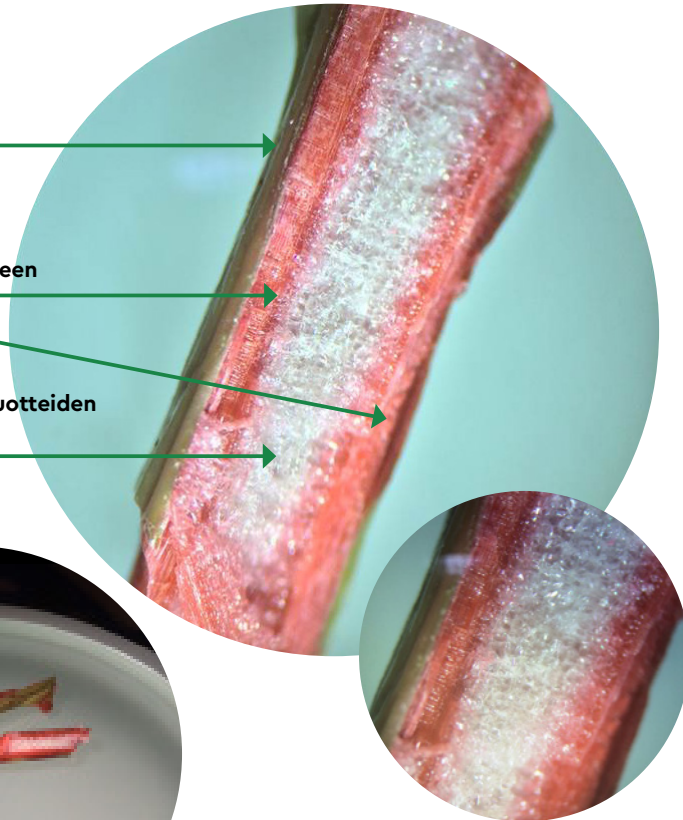


Kuva Jutta Kujasalo

Pintasolukkoa kasvin sisäkerroksen solujen suojaukseen

Johtosolukkoa: puuosa veden ja ravinteiden kuljetukseen

Johtosolukkoa: nilaosaa 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 värjäytymätöntä johtosolukkoa. Oppilaiden kanssa voi pohtia miksi se ei ole värjäytynyt? Keskellä oleva johtosolukko on **nilaosaa** (Phloem), joka vastaa yhteyttämistuotteiden kuten glukoosin kuljetuksesta kasvin varastoihin 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.

Pohdintatehtäviä

Miten punaiseksi värjäytynyt vesi on ulottunut ruusun lehtiin ja jopa kukan valkoisiin terälehtiin? Miten kapillaari-ilmiö on mahdollinen?

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

Osmoosi

Työpajatehtävä. Kesto n. 30 min.

Kasvit ottavat maaperästä vettä juurillaan osmoosin avulla. Osmoosissa vesi kulkeutuu puoliläpäisevän kalvon läpi laimeammasta liuoksesta väkevämpään ja pyrkii tasoittamaan ympäristöjen välisiä väkevyyseroja.

Tarvikkeet

- Keitettyjä kuorittuja perunoita
- Raakoja perunoita
- Perunankuorintaveitsiä (teräväkärkisiä) ja teräviä veitsiä
- Matalareunaisia pakasterasioita, preparointivateja tai tarjottimia, joihin mahtuu 3 perunaa
- Suolaa, esimerkiksi merisuolaa
- Vettä

Valmisteleva työohje opettajalle tai edelliselle oppilastunnille

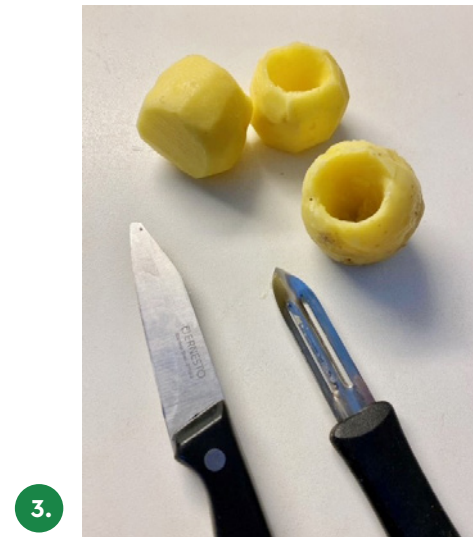
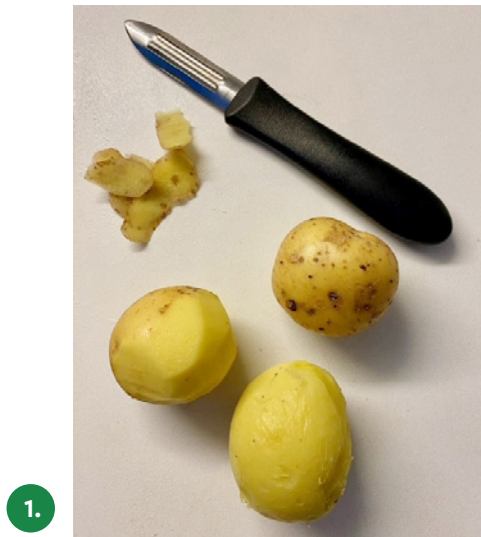
Työ tehdään 2–3 hengen pienryhmissä.

Ennakkovalmisteluna keitetään yhtä monta kuorittua perunaa, kun on oppilasryhmiä luokassa. Jokaiselle oppilasryhmälle jaetaan yksi pakasterasia/preparointivati, 2 raakaa perunaa ja yksi keitetty peruna, perunankuorintaveitsi, terävä veitsi, suolaa ja vettä.

Työohje

1. Kuori raa'at perunat.
2. Tee jokaiseen perunaan, myös keitettyyn, kuorintaveitsen terävällä kärjellä n. 2 cm x 2 cm x 3 cm kolo. Tärkeää on, ettei kolo ulotu perunan alareunaan eli pohjaan saakka, mutta on kuitenkin tarpeeksi syvä.
3. Tasoita jokaisen perunan alareuna eli pohja kevyesti terävällä veitsellä, jotta ne pysyvät paremmin pystyssä. Varo kuitenkin, ettet tee reikää perunan pohjaan.

→



4. Aseta kaikki perunat vadille pystyyn, kolo ylöspäin.
5. Lisää suolaa keitetyn perunan ja yhden raa'an perunan koloon $\frac{2}{3}$ täyteen.
6. Kaada vadin pohjalle vettä sen verran että perunat ovat puoliksi upoksissa, mutta eivät kellu.
7. Odota 30–60 minuuttia.

Mitä havaitset? Mitä eroavaisuuksia perunoissa esiintyy?

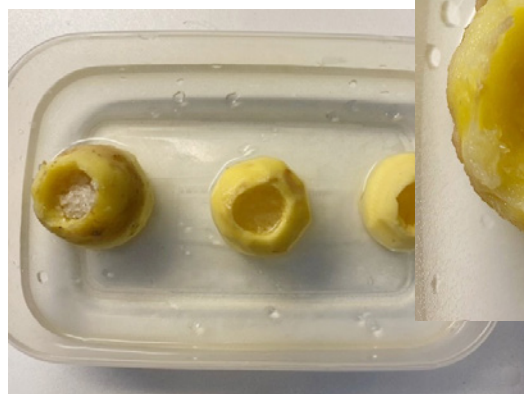
Mitä tapahtui?

Raa'an perunan kuoppaan, jossa on suolaa, on tullut vettä ja suola on vettänyt. Keitetyn perunan kuopassa oleva suola on pysynyt ennallaan ja on kuivaa. Toisen raa'an perunan kuoppa on edelleen tyhjä.

Raa'an perunan kuopan, jossa oli suolaa, solut reagoivat suolan pitoisuuseroihin eli ympäristön väkevyyseroon. Raa'an perunan kuopan solut pyrkivät tasapainottamaan väkevyyseroa ja valuttavat vettä suolaiseen koloon. Koska nyt kuoppasolujen ja viereisten perunasolujen välille syntyy veden valutuksesta johtuvaa väkevyyseroa, ne puolestaan imevät viereisistä perunan soluista itseensä vettä. Näin solujen valutus ja imu jatkuu aina perunan reunasoluihin saakka. Perunan reunasolut imevät puolestaan astiasta vettä, koska niiden pitoisuus on vesiastian vettä väkevämpää. Sama ilmiö toteutuu kasvien juurikarvasoluissa, kun ne imevät vettä maaperästä.

Miksi toisen raa'an perunan kuoppaan ei tullut vettä, tai miksi keitetyn perunan suolakuopan suola säilyi kuivana? Toinen raa'an perunan kuoppa on kokeen kontrolli, jossa solujen väkevyyspitoisuudet eivät juurikaan poikkea ympäristöstään. Tällöin osmoosia ei tapahdu, koska väkevyyseroa ei tarvitse tasapainottaa. Keitetyn perunan solut ovat puolestaan kuolleet keitettäessä. Kasvisolujen osmoosi-ilmiö toteutuu vain elävissä soluissa.

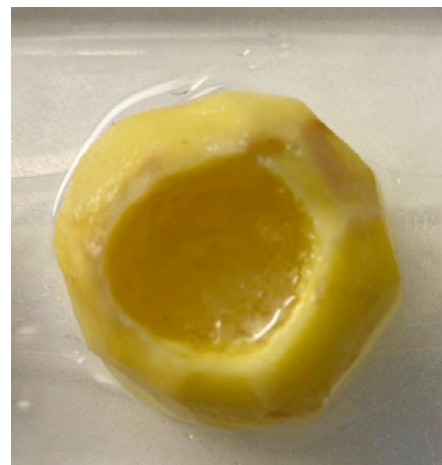
4.



5.



5.



Kuvat Jutta Kujasalo

Lisätietoa kasvianatomiasta

Kasvisolukko

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

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

Kloroplasti = Viherhiukkanen, eli fotosynteesin tapahtumapaikka, kasvin soluelin.

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), jotka kykenevät aminohappotuotantoon.

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 ohutta, 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. Vesimolekyyli 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.

Valoreaktio

Viherhiukkasten kalvostoilla tapahtuu fotosynteesin ensimmäinen vaihe eli valoreaktiot. Valoreaktioissa valokvanttien eli fotonien energia sitoutuu NAPDH- ja ATP-molekyylien kemiallisiin sidoksiin. Fotosynteesin toisessa vaiheessa eli valosta riippumattomissa pimeäreaktioissa hiilidioksidista valmistetaan sokereita NAPDH- ja ATP-molekyylien energialla. Sekä valo- että pimeäreaktiot tapahtuvat valon läsnä ollessa. Pimeäreaktiot eivät siis tapahdu yöllä, mikä on melko yleinen väärinkäsitys. Fotosynteesin reaktioita kuvataan usein yksinkertaistetulla kaavalla, jossa vasemmalla ovat yhteyttämiseen tarvittavat aineet (hiilidioksidi ja vesi) ja oikealla lopputuotteet (glukoosi ja happi):



Valoreaktiossa kasvit muuttavat Auringon energian kemialliseksi energiaksi. Reaktiossa vesi hajoaa hapeksi ja vedyksi ja happea vapautuu ilmakehään. Hiilen yhteyttämisreaktiossa hiilidioksidi pelkistetään sokeriksi: glukoosiksi.

