Ohjaajan ohje:

Osmoosi perunan soluissa

Työn tavoite Työn tavoitteena on perehtyä osmoosiin eli veden siirtymiseen solukalvon läpi. Työssä havainnoidaan paljain silmin osmoosin ilmenemistä perunoissa yksinkertaista koeasetelmaa hyödyntäen.

Kohderyhmä Yläkoulu ja lukio.

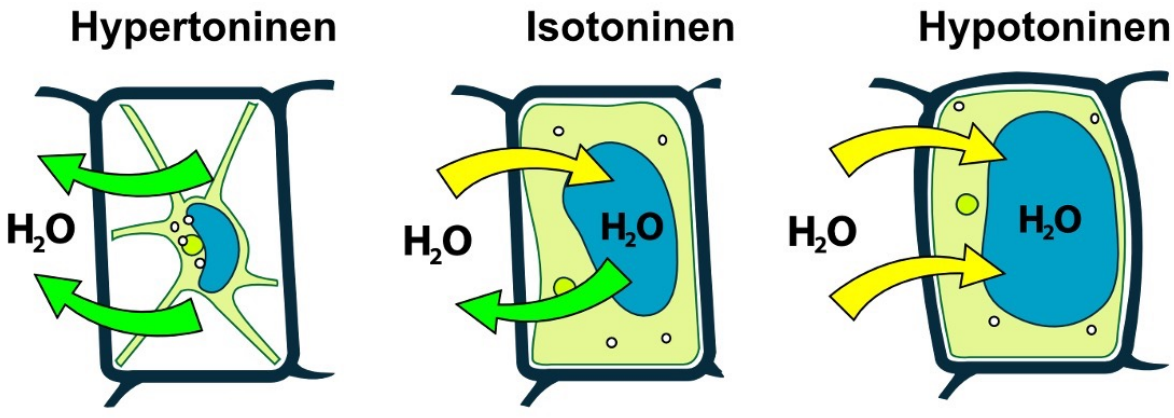
Opetussuunnitelman sisällöt Yläkoulu: Biologinen tutkimus (S1), Mitä elämä on? (S4). Lukio: Elämä ja evoluutio (BI1), Solu ja perinnöllisyys (BI3).

Työn kesto Aktiivinen työaika 30 min + inkubointi 1-2 h.

Taustatietoa

Jokaista solua ympäröi solukalvo. Solukalvon tehtävänä on säädellä, mitä aineita siirtyy solun sisälle ja solusta ulos. Solukalvo on puoliläpäisevä kalvo, eli osa aineista pääsee siirtymään passiivisesti solukalvon läpi, mutta solu säätelee aktiivisesti useimpien aineiden kulkua soluun ja sieltä ulos. Aineiden kuljetusta säätelemällä solu huolehtii, että solun sisäiset olosuhteet pysyvät jatkuvasti sen aineenvaihdunnalle sopivina.

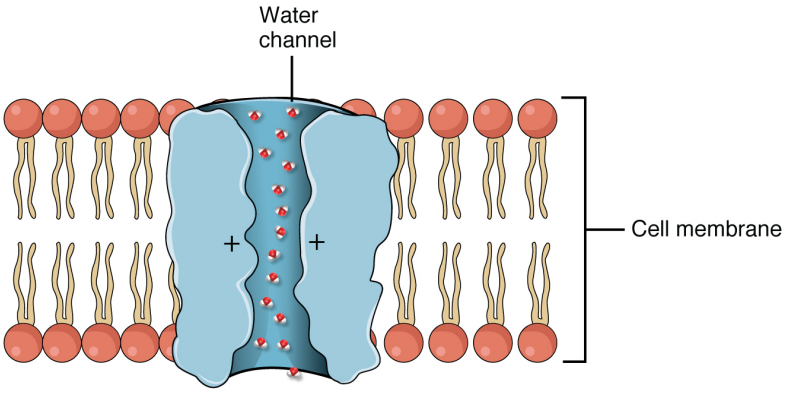
Veden kulkeutumista puoliläpäisevän kalvon läpi kutsutaan osmoosiksi. Vesi siirtyy solukalvon läpi laimeammasta liuoksesta väkevämpään liuokseen pyrkien tasoittamaan pitoisuuseroja. Esimerkiksi kasvin juurisolujen vedenotto perustuu osmoosiin. Juurisolujen solulimassa on runsaasti liuenneita aineita, mitkä tekevät liuoksesta väkevämmän kuin maaperässä oleva liuos. Tällöin vettä siirtyy maaperästä juurisolujen sisään ja kasvi saa vettä.



Kuva 1. Hypertonisessa eli väkevässä liuoksessa kasvisolusta poistuu vettä solun ulkopuolelle, koska osmoosissa vesi siirtyy laimeammasta liuoksesta väkevämpään liuokseen. Isotonisessa liuoksessa liuoksien pitoisuudet ovat samat sekä solun sisällä että sen ulkopuolella, jolloin vettä siirtyy yhtä paljon soluun kuin sieltä pois. Hypotonisessa eli laimeassa liuoksessa ollessaan vettä siirtyy solun sisään. Kuva: Wikimedia Commons (LadyofHats, PD).

Tämä teos on lisensoitu Creative Commons Nimeä-JaaSamoin 4.0 Kansainvälinen –lisenssillä. Salla Merenheimo / BioPop-tiedeluokka 2020

Vesi siirtyy solukalvon läpi pääasiassa vettä kuljettavien kalvoproteiinien kautta, sillä rasvamolekyyleistä koostuva solukalvo läpäisee itsessään heikosti vettä. Näitä veden kuljetukseen erikoistuneita kalvoproteiineja kutsutaan akvaporiineiksi. Lieriönmuotoinen akvaporiini ulottuu solukalvon molemmin puolin ja muodostaa kanavan, jonka kautta vesimolekyylit pääsevät siirtymään solukalvon läpi laimeammasta liuoksesta väkevämpään liuokseen.



Kuva 2. Akvaporiinin lieriönmuotoinen rakenne muodostaa kanavan, jonka kautta vesimolekyylit siirtyvät solukalvon läpi. Kuva: Wikimedia Commons (OpenStax College, CC-BY SA 3.0).

Akvaporiini koostuu neljästä aminohappoketjusta, jotka yhdessä muodostavat lieriömäisen kolmiulotteisen rakenteen, mikä on edellytys veden siirtymiselle. Proteiinien monimutkaiset kolmiulotteiset rakenteet ovat herkkiä ympäristötekijöille. Esimerkiksi korkea lämpötila tai rajut pH:n vaihtelut saavat proteiinit denaturoitumaan eli menettämään kolmiulotteisen rakenteensa.

Pohdittavaksi ennen työtä

1. Selitä, miksi on tärkeää, että kasvin juuressa on väkevämpi liuos kuin maaperässä juuren ulkopuolella.

   Vesi siirtyy laimeammasta pitoisuudesta väkevämpään. Kun juuren sisäpuolella on väkevämpi liuos kuin maaperässä, vettä siirtyy juureen ja siitä kasvin käyttöön. Jos maaperässä olisi väkevämpi liuos kuin juuren sisällä (esimerkiksi jos kasvia lannoittaa liikaa), vettä siirtyisi kasvin juuresta maaperään – tällöin kasvi nuutuisi ja tilanteen jatkuessa lopulta kuolisi.

2. Miten vesi pääsee siirtymään rasvoista koostuvan solukalvon läpi, vaikka vesi ei ole rasvaliukoinen molekyyli?

   Solukalvossa on akvaporiineja eli veden kuljetukseen erikoistuneita kalvoproteiineja. Lieriönmuotoinen akvaporiini ulottuu solukalvon molemmin puolin ja muodostaa kanavan, jonka kautta vesimolekyylit pääsevät siirtymään solukalvon läpi laimeammasta liuoksesta väkevämpään liuokseen.

3. Lue läpi työohje. Mikä on hypoteesisi eli mitä uskot kokeessa tapahtuvan kullekin perunalle?

   Oma hypoteesi.

Tämä teos on lisensoitu Creative Commons Nimeä-JaaSamoin 4.0 Kansainvälinen –lisenssillä. Salla Merenheimo / BioPop-tiedeluokka 2020

Työssä tarvittavat välineet

- kolme perunaa: yksi keitetty ja kaksi raakaa
- suolaa
- veitsi
- lusikka
- laakea astia
- vettä

Tarvittaessa keitä yksi perunoista etukäteen. Perunan keittoaika on noin 10-20 min koosta riippuen. Anna keitetyn perunan jäähtyä ennen työn tekemistä.

Työohje

1. Kuori sekä keitetty peruna että raa'at perunat. Leikkaa kunkin perunan alapinnalta pieni pala pois, jotta ne pysyvät vakaasti paikoillaan.
2. Koverra lusikalla kunkin perunan keskelle samankokoinen kolo (ks. kuva).
3. Lusikoi yksi teelusikallinen suolaa yhden keitetyn ja yhden raa'an perunan sisään. Toinen raaoista perunoista toimii kontrollinäytteenä eli siihen ei lisätä suolaa.
4. Nosta perunat laakeaan astiaan ja lisää astian pohjalle huoneenlämpöistä vettä noin 2 cm kerros.
5. Anna näytteiden tekeytyä vähintään 1 h ajan. Havainnoi perunoita ja kirjaa tulokset ylös.

Kuva 3. Koeasetelma työn alussa. Vasemmalla raaka kontrolliperuna, keskellä raaka peruna, oikealla keitetty peruna.

Pohdittavaksi työn jälkeen

1. Mitä kullekin perunalle tapahtui? Mistä tulokset johtuivat? Vertaa myös tuloksia hypoteesiisi.

   Raa'an, suolaa sisältävän perunan koloon on siirtynyt vettä, sillä osmoosin periaatteen mukaisesti vettä on siirtynyt astian laimeammasta liuoksesta kohti väkevämpää suolaliuosta perunan kolossa. Osmoosi pyrkii tasaamaan näitä pitoisuuseroja.

Kuva 4. Työn tulokset 1,5 h kuluttua. Vasemmalla raaka kontrolliperuna, keskellä raaka peruna, oikealla keitetty peruna. Vettä on siirtynyt ainoastaan keskimmäisen perunan koloon.

Tämä teos on lisensoitu Creative Commons Nimeä-JaaSamoin 4.0 Kansainvälinen –lisenssillä. Salla Merenheimo / BioPop-tiedeluokka 2020

Keitetyn perunan koloon ei ole siirtynyt vettä, vaikka koloon lisättiin suolaa. Tämä johtuu siitä, että keitetyn perunan proteiinit ovat denaturoituneet kuumassa vedessä eivätkä ne pysty enää hoitamaan tehtäviään. Vesi ei siis pysty tehokkaasti siirtymään solukalvojen läpi akvaporiinien kautta.

Tyhjän kontrolliperunan koloon ei siirtynyt vettä, sillä tyhjän perunan sisälle ei syntyyt väkevää liuosta, joka olisi saanut veden siirtymään osmoottisesti. Kontolliperuna osoittaa, että veden siirtyminen perunan koloon vaatii väkevämmän liuoksen perunan sisällä kuin sen ulkopuolella.

2. Mikä perunoista parhaiten mallintaa tilannetta kasvin juurissa? Perustele.

   Raaka peruna, jossa on suolaa, mallintaa tilannetta kasvin juurissa. Juurien solut ovat eläviä. Juurisoluissa on ympäröivään maaperään nähden väkevämpi liuos, jolloin vettä siirtyy osmoottisesti solujen sisälle.

3. Perunan keitto-ohjeissa kehotetaan usein lisäämään keitinveteen suolaa, jotta perunat eivät vettyisi keitettäessä. Mihin tämä perustuu?

   Suolaton keitinvesi on laimeampaa kuin perunoiden solujen solulima. Jos keitinvedessä ei ole suolaa, keittämisen aikana vettä siirtyy keitinvedestä perunan solujen sisälle, jolloin peruna voi muuttua vetiseksi. Kun keitinveteen lisätään suolaa ja liuos muutetaan näin väkevämmäksi, keittämisen aikana perunasta siirtyy vettä keitinveteen ja perunat säilyvät kiinteämpinä.

Tämä teos on lisensoitu Creative Commons Nimeä-JaaSamoin 4.0 Kansainvälinen –lisenssillä. Salla Merenheimo / BioPop-tiedeluokka 2020