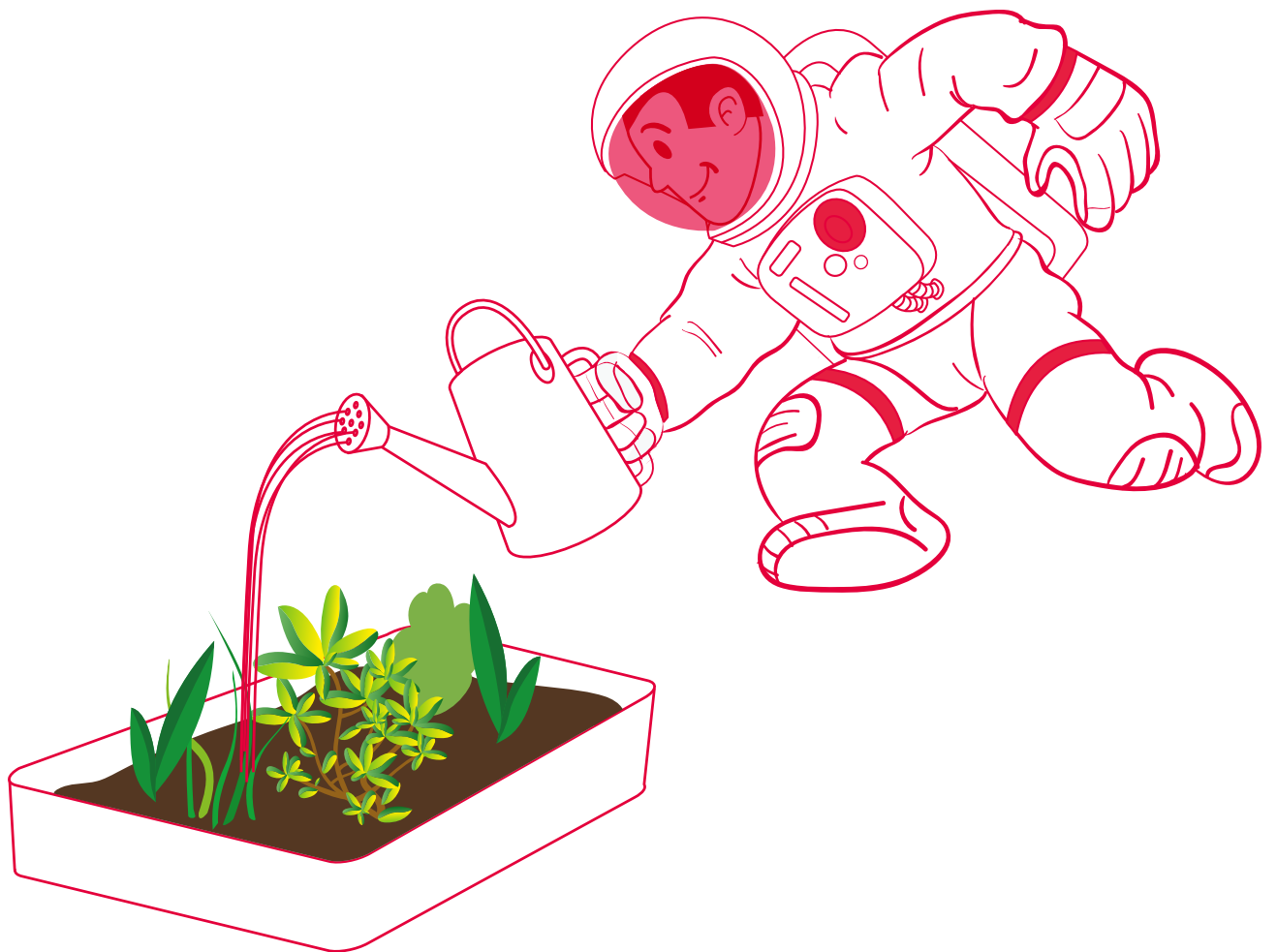


teach with space

→ ASTROFARMER

Opitaan kasvien kasvatukseen liittyviä olosuhteita





Perustiedot	sivu 3
Tehtävien yhteenveto	sivu 4
Johdanto	sivu 5
Tehtävä 1: Tarvitsevatko kasvit ilmaa?	sivu 9
Tehtävä 2: Tarvitsevatko kasvit valoa?	sivu 10
Tehtävä 3: Tarvitsevatko kasvit vettä?	sivu 12
Tehtävä 4: Tarvitsevatko kasvit multaa?	sivu 13
Tehtävä 5: Liian kuuma, liian kylmä	sivu 15
Tehtävä 6: Kasvit avaruudessa	sivu 16
Oppilaan työkirja	sivu 18
Linkit	sivu 30

teach with space – astrofarmer | PR42
www.esa.int/education

ESA:n koulutusvirasto ottaa mielellään vastaan palautetta ja kommentteja, jotka voi lähettää osoitteeseen teachers@esa.int

ESA:n koulutustuotanto
Copyright © European Space Agency 2019



→ ASTROFARMER

Opitaan kasvien kasvatukseen liittyviä olosuhteita

Perustiedot

Oppiaine: luonnontiede
Ikäryhmä: 8–12 vuotta
Tyyppi: oppilaan tehtävä
Vaikeusaste: keskitaso
Oppitunnin pituus: 2 tuntia 30 minuuttia
Kustannukset: alhaiset (0–10 euroa)
Paikka: sisätiloissa
Tehtävässä käytetään vihanneskrassin siemeniä, retiisin siemeniä ja valkoisia kukkia

Avainsanat: luonnontiede, kuu, kasvien kasvaminen, ympäristö, hengitys, fotosynteesi, ravinteet, vesi, valo, lämpötila

Lyhyt kuvaus

Tässä kuuden tehtävän sarjassa oppilaat tutkivat kasvien kasvuun vaikuttavia tekijöitä ja yhdistävät nämä tekijät kasvien kasvattamiseen avaruudessa. Oppilaat oppivat, että kasvit tarvitsevat kasvamiseen ilmaa, valoa, vettä, ravinteita sekä vakaan lämpötilan. Oppilaat havainnoivat, mitä kasveille tapahtuu, kun he muuttavat joitakin näistä tekijöistä.

Nämä kuusi tehtävää voi tehdä yksitellen tai sarjana.

Oppimistavoitteet

- Opitaan, että kasvit tarvitsevat kasvamiseen vettä, valoa, ilmaa, ravinteita ja sopivan lämpötilan.
- Ymmärretään, että ympäristö voi muuttua ja asettaa vaaroja eläville olennoille.
- Opitaan, että kasveja voi kasvattaa ilman multaa.
- Tehdään yksinkertaisia ja kontrolloituja kokeita.
- Tunnistetaan muuttujat ja valvotaan niitä tarvittaessa.
- Tulkitaan havaintoja ja tehdään johtopäätöksiä.
- Ratkaistaan ongelmia.



→ Tehtävien yhteenveto

tehtävä	otsikko	kuvaus	toteutus	vaatimukset	aika
1	Tarvitsevatko kasvit ilmaa?	Tarkastellaan kasvien hengitystä ja fotosynteesiä.	Opitaan, että kasvit tarvitsevat ilmaa elossa pysymiseen.	–	15 minuuttia
2	Tarvitsevatko kasvit valoa?	Tutkitaan, miten vihanneskrassi kasvaa erilaisissa valaistusolosuhteissa: jatkuvasti pimeässä ja auringonvalossa.	Tehdään ennusteita ja tutkitaan vertailevien ja kontrolloitujen kokeiden avulla, tarvitsevatko kasvit valoa.	Tehtävän 1 suorittaminen on suositeltavaa.	Tehtävän suorittaminen 30 minuuttia. Odotusaika 1 viikko.
3	Tarvitsevatko kasvit vettä?	Valkoisia kukkia jätetään elintarvikeväriin yön ajaksi ja havainnoidaan, miten kasvit juovat vettä.	Tehdään ennusteita ja opitaan, että kasvit juovat vettä ja kuljettavat sitä lehtiin.	–	Tehtävän suorittaminen 30 minuuttia. Odotusaika 1 vuorokausi.
4	Tarvitsevatko kasvit multaa?	Istutetaan retiisin siemeniä eri materiaaleihin ja opitaan, että kasvit voivat kasvaa ilman multaa.	Tehdään ennusteita ja tutkitaan kasvien maaperästä löytyvien ravinteiden tarvetta vertailevien ja kontrolloitujen kokeiden avulla. Opitaan, että kasvit eivät tarvitse multaa kasvaakseen.	–	Tehtävän suorittaminen 30 minuuttia. Odotusaika 1 vuorokausi.
5	Liian kuumaa, liian kylmä	Tarkastellaan Maapallon eri paikoissa kasvavien kasvien kuvia ja liitetään kasvillisuus ilmastovyöhykkeisiin.	Opitaan, että kasvit tarvitsevat leudon lämpötilan kasvaakseen.	–	15 minuuttia
6	Kasvit avaruudessa	Todetaan yhteenvetona, että kasvit tarvitsevat kasvaakseen ilmaa, valoa, vettä, sopivan lämpötilan sekä ravinteita. Tarkastellaan joitakin Kuuta koskevia faktoja ja yhdistetään ne kasvien kasvamiseen.	Ymmärretään, että ympäristöolosuhteet avaruudessa ovat erilaiset kuin Maapallolla ja että ne ovat haasteelliset kasvien kasvattamiseen.	–	30 minuuttia

→ Johdanto

Kasvit ovat tärkeitä Maapallon ekosysteemille. Ne ovat ravinnon lähde eläimille, ja ne muuntavat hiilidioksidia hapeksi fotosynteesin kautta.

Näiden tehtävien avulla oppilaat oppivat, mitä kasvit tarvitsevat pysyäkseen elossa ja terveinä. Oppilaat saavat selville, että tärkeimmät olosuhteet kasvien kasvulle ovat:

- ilman saaminen,
- valon saaminen,
- veden saaminen,
- ravinteiden saaminen,
- sopiva ja vakaa lämpötila.

Oppilaat selvittävät nämä tekijät itse tekemällä testejä, joilla tutkitaan kasvien riippuvuutta kustakin tekijästä.

Ilma

Ilma sisältää erilaisia kaasuja sekä pienen osuuden pölyä ja siitepölyä sisältäviä pienempiä hiukkasia, joita sanotaan aerosoleiksi. Ilma sisältää eniten typpeä (78 %) ja seuraavaksi eniten happea (21 %). Muita kaasuja, kuten hiilidioksidia ja argonia, on alle 1 % ilmakehästä. Ilma sisältää myös vesihöyryä; veden määrää ilmassa sanotaan ilmankosteudeksi.

Kasvien, kuten kaikkien elävien olentojen, on hengitettävä pysyäkseen elossa. **Hengittämisen** kautta organismit tuottavat energiaa. Happi siirtyy kasvien lehtiin pienten aukkojen eli ilmarakojen kautta. Kasvit muuntavat sokerin (glukoosin) ja hapen energiaksi:

sokeri + happi _____ > hiilidioksidi + vesi + energia

Kasvien hengityksessä vapautuu hiilidioksidia ja vettä samalla tavalla kuin ihmisten hengittäessä. Hiilidioksidi ja vesihöyry poistuvat lehdistä ilmarakojen kautta.

Valo

Kasvit eivät pysty elämään jatkuvasti täysin pimeässä. Ne tarvitsevat valoa valmistaakseen sokereita (glukoosia), joita ne tarvitsevat hengittämiseen. Tätä prosessia sanotaan yhteyttämiseksi eli fotosynteesiksi, ja siinä hiilidioksidi ja vesi muuttuvat valon avulla sokeriksi ja hapeksi:

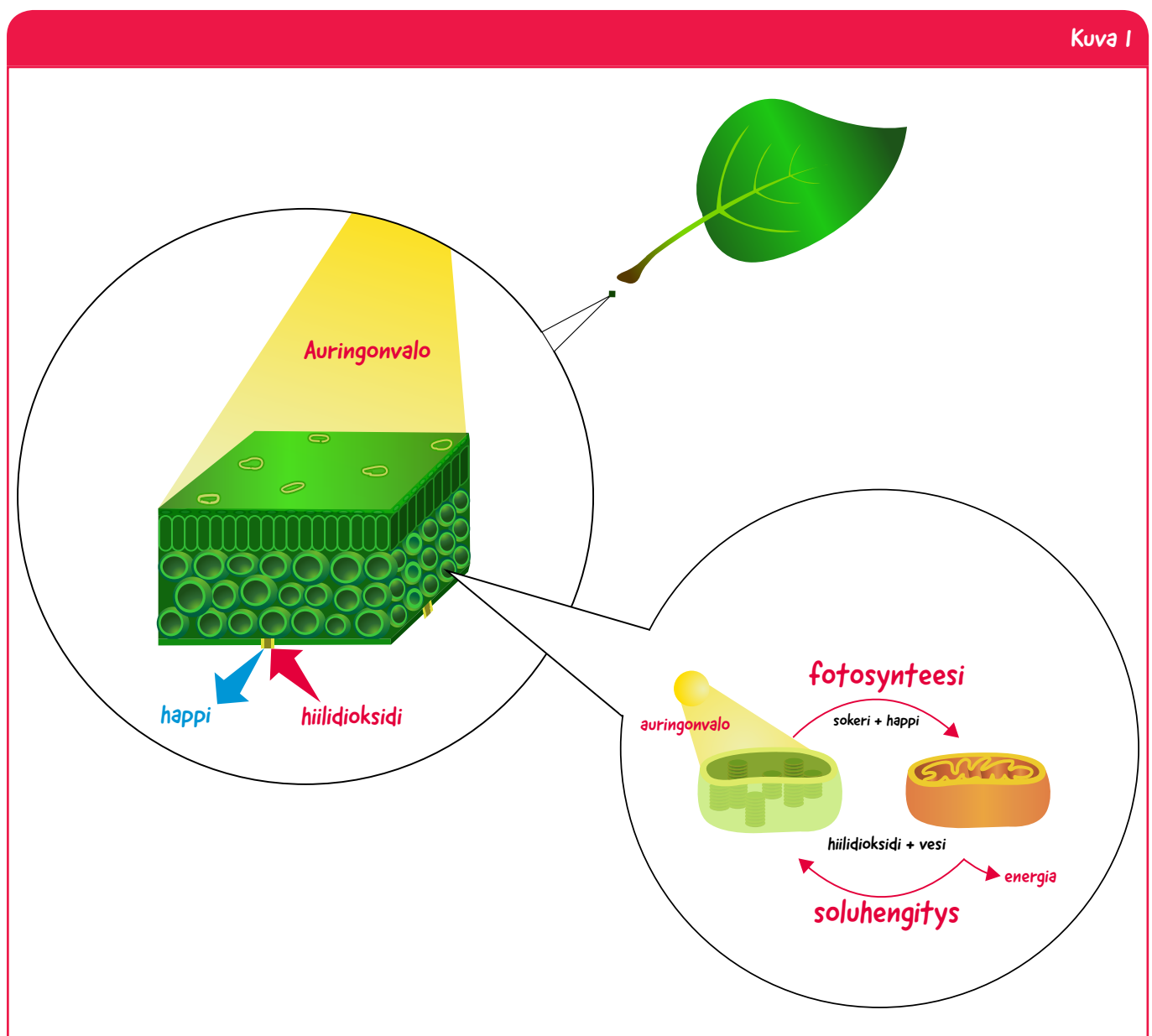
hiilidioksidi + vesi + valo _____ > sokeri + happi

Glukoosi on kasvin 'ruokaa', ja kasvit saavat sitä fotosynteesin kautta. Glukoosia käytetään kaikkialla kasvissa kasvamiseen, kukkimiseen ja hedelmän muodostamiseen.

Kasvit sisältävät pigmenttiä nimeltä lehtivihreä (klorofylli), jonka avulla ne voivat yhteyttää. Lehtivihreän ansiosta kasvit näyttävät vihreiltä. Kasvit eivät voi elää ilman lehtivihreää.

Kasvit kasvavat valoa kohti. Kun kasvit ovat täysin pimeässä, ne käyttävät esimerkiksi siemeniin varastoimaansa energiaa kasvaakseen nopeammin ja etsiäkseen tarvitsemaansa valoa. Kun kasvit ovat täysin pimeässä, ne eivät valmista lehtivihreää eivätkä pysty yhteyttämään. Ne jatkavat kasvamista, kunnes niiden energia loppuu.

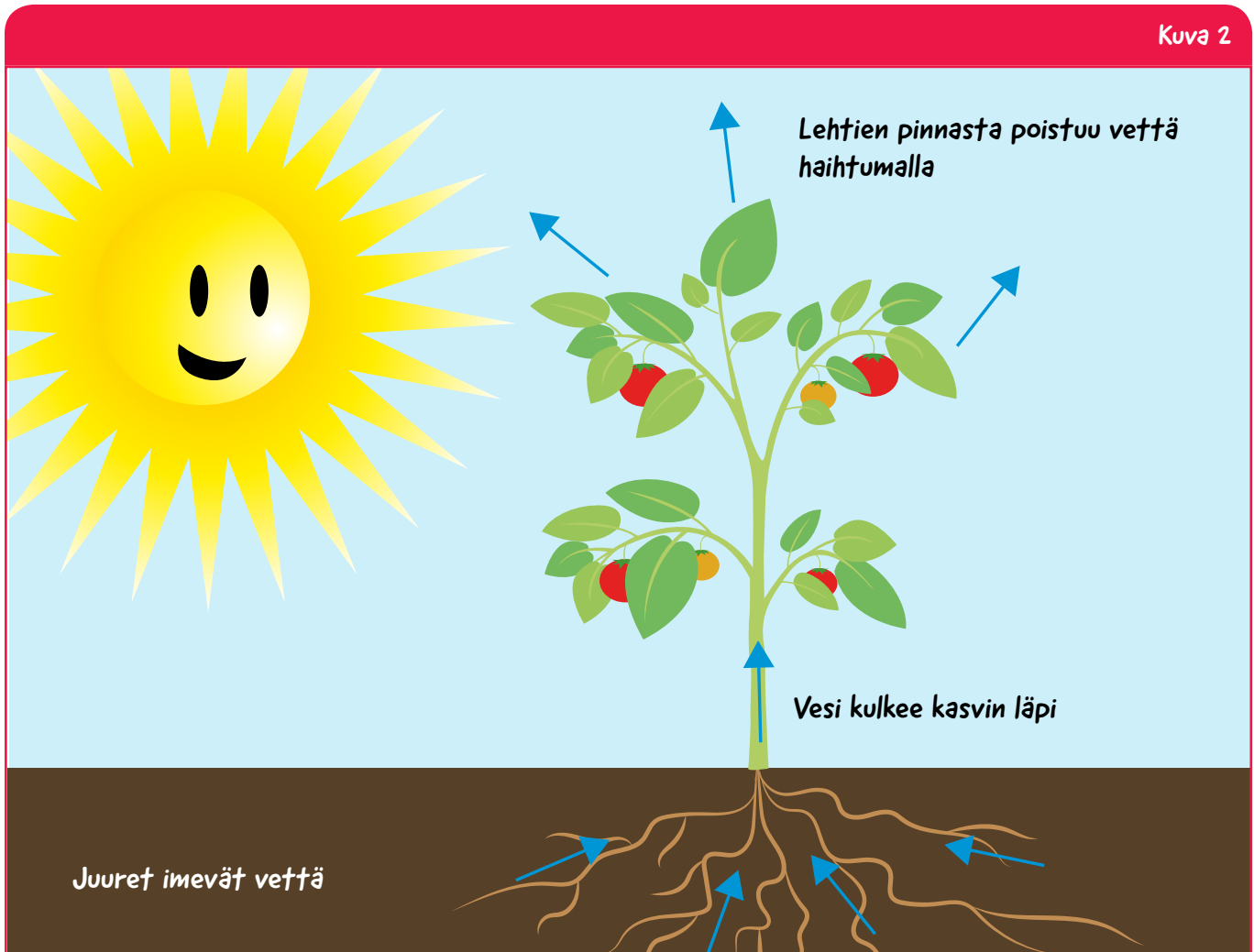
Hengitys ja fotosynteesi ovat yhteydessä toisiinsa; fotosynteesin tuotteet ovat soluhengityksen lähtöaineita (reaktantteja) (katso kuva 1). Yhteyttämistä tapahtuu päiväsaikaan, kun taas hengittämistä tapahtuu päivällä ja yöllä.



↑ Lehden anatomia

Vesi

Vesi on olennaisen tärkeää kaikille eläville olennoille, myös kasveille. Kasvillisuus tarvitsee maassa, juuriensa ympärillä olevaa vettä. Kasvit ottavat vettä juurien kautta ja kuljettavat sen kasvin ylempiin osiin pienten putkien eli puusolukon kautta. Tämä solukko kuljettaa vettä ja liuenneita ravinteita koko kasviin. Koska kasveilla ei ole sydäntä, joka pumppaisi nestettä kaikkialle niiden kehoon, ne käyttävät fysikaalisia voimia nesteen siirtämiseen aina ylimpään lehteen saakka. Kasvit menettävät vettä lehdistä haihtumisen ja hengittämisen seurauksena (katso kuva 2).



Ravinteet

Jotta kasvit pysyvät terveinä, niiden on saatava ravinteita. Ravinteet ovat kemiallisia alkuaineita tai yhdisteitä, jotka ovat välttämättömiä kasvin kasvamiseen. Ravinteita on normaalisti maaperässä, ja kasvi kerää niitä juuriensa kautta.

Maaperässä olevat ravinteet ovat peräisin monista eri lähteistä: maatuneista eläimistä, bakteereista, sienistä, mikroskooppisen pienistä eliöistä, lannoitteista ja ulosteista. Jotkin maaperät sisältävät runsaasti ravinteita ja ovat erittäin hyviä kasveille, ja toisissa taas on vähän ravinteita – esimerkiksi autiomaan hiekassa.

Ravinteiden lisäksi kasvit saavat maaperästä myös mekaanista tukea. Kasveja voi kuitenkin kasvattaa mullattomilla menetelmillä, kuten vesiviljelyllä. Näissä menetelmissä käytetään erilaista kasvatusainetta, vesiviljelyssä vettä, johon on lisätty ravinteita. Mekaaninen tuki annetaan kasville keinotekoisesti.

Lämpötila

Lämpötila on tärkeä tekijä kasvien hyvinvoinnille ja kasvulle. Yhdessä jo käsiteltyjen muiden tekijöiden kanssa – valo, ilma, vesi ja ravinteet – se vaikuttaa kasvin kehittymiseen.

Kasvit tarvitsevat leudon lämpötilan yhteyttämiseen. Sekä erittäin kuuma että erittäin kylmä lämpötila vaikuttavat haitallisesti kasvien hyvinvointiin. Useimmat kasvit eivät pysty elämään miinuslämpötilassa, koska kasvin sisällä oleva vesi voi jäätymään. Vaikka kasvi voikin sisäisesti ehkäistä lämpötilan vaikutusta, sitä ympäröivä maa jäätyy myös, jolloin juuret eivät pysty imemään siinä olevaa jäätynyttä vettä.

Korkeassa lämpötilassa kasvit voivat menettää suuria määriä vettä haihtumisen kautta. Jotkin kasvit ovat kehittyneet minimoimaan veden hukan siten, että niiden lehdet ovat neulamaisia. Lisäksi juurien on vaikeampi löytää vettä, koska maaperässä saattaa olla sitä vähemmän. On kuitenkin olemassa esimerkkejä kasveista, jotka ovat sopeutuneet elämään äärimmäisissä ympäristöissä. Näitä ovat esimerkiksi kaktukset, jotka ovat sopeutuneet elämään autiomaa-alueilla, joilla lämpötila voi vaihdella +70 °C:sta alle nollan.

Avaruudessa

Kaikki nämä asiat, joita pidämme itsestäänselvinä Maapallolla, joko puuttuvat kokonaan tai ovat erilaisia avaruudessa.

Avaruudessa kasvien kasvamiseen tarvittavat viisi ehtoa – valo, vesi, multa, ravinteet ja sopiva lämpötila – ovat vaikeita täyttää. Lisäksi kasvien pitää kasvaa erilaisessa painovoimaympäristössä – mikropainovoimassa kansainvälisen avaruusaseman tapauksessa tai 1/6:ssä Maapallon painovoimasta Kuussa.

Siementen istuttaminen multa on hyvin sotkuista puuhaa kansainvälisellä avaruusasemalla, jossa kaikki on painotonta. Multa lentäisi ympäriinsä asemalla, juuttuisi tärkeään koneeseen, tai astronautti voisi hengittää sitä. Multa on myös painavaa kuljettaa ja laukaista avaruuteen.

Onneksi kasveja voidaan kasvattaa vesiviljelyllä kansainvälisellä avaruusasemalla ja Kuussa. Tätä menetelmää on jo testattu kansainvälisellä avaruusasemalla, ja sen avulla on valmistettu ensimmäinen 'avaruussalaatti' vuonna 2015.



Kuva 3

↑ Kansainvälisen avaruusaseman erityinen kasvien kasvatusyksikkö, Veggie.

Kuunmaaperäeisisällä lainkaan ravinteita, ja myös ympäristöolosuhteet ovat varsinkin erilaiset Maapalloon verrattuna. Sen vuoksi, kun ESA ja muut avaruusjärjestöt puhuvat kasvien kasvattamisesta Kuussa, he suunnittelevat niiden kasvattamista valvotussa ympäristössä, esimerkiksi erikoiskasvihuoneissa.

Näissä tehtävissä opiskelijat toimivat Astroviljelijöinä (AstroFarmer) ja tutkivat olosuhteita, jotka kasvit tarvitsevat kasvaakseen avaruudessa.

→ Tehtävä 1: Tarvitsevatko kasvit ilmaa?

Tässä tehtävässä oppilaat opiskelevat kasvien hengittämistä ja yhteyttämistä. Oppilaat opiskelevat myös ilman koostumusta ja ymmärtävät kasvien roolin hapen valmistuksessa.

Välineet

- Jokaiselle oppilaalle tulostettu oppilaan työkirja
- Mustekynä tai lyijykynä
- Värikyniä

Harjoitustehtävä

Jaa työkirjat oppilaille ja pyydä heitä täyttämään tekstissä olevat aukot annetuilla sanoilla.

Pyydä oppilaita selvittämään, mitä prosessia nuolet kuvaavat kysymyksessä 2. Oppilaiden pitää värittää prosessin nimi punaisella tai sinisellä kuvassa käytettyjen värien mukaisesti. Oppilaiden tulee ymmärtää, että yhteyttämistä tapahtuu vain päiväsaikaan, kun taas hengittämistä tapahtuu päivällä ja yöllä.

Vastaukset

1. **Ilma** on erilaisten kaasujen seos, joka sisältää typpeä (78 %) ja **happea** (21 %). Muita kaasuja, kuten hiilidioksidia, on alle 1 % Maapallon ilmakehästä.

Kasvien, kuten kaikkien elävien olentojen, on hengitettävä pysyäkseen elossa. Hengityksessä sokeri ja happi muuttuvat energiaksi vapauttaen tässä prosessissa **hiilidioksidia** ja vettä.

Suurin osa kasveista ei pysty elämään täysin pimeässä, sillä ne tarvitsevat valoa tuottaakseen sokereita, joita ne puolestaan tarvitsevat saadakseen kasvuun tarvittavaa energiaa. Tätä prosessia sanotaan **fotosynteesiksi**, ja siinä hiilidioksidi ja vesi muuttuvat valon avulla sokeriksi ja hapeksi. Fotosynteesi on tärkein hapen lähde **ilmakehässä**.

2.

Hengitys

Fotosynteesi eli
yhteyttäminen

Keskustelu

Oppilaiden iän ja taitojen mukaan voit käsitellä hengitys- ja fotosynteesiprosesseja antamalla heille johdannossa esitetyt kaavat sekä kuvan 1.



→ Tehtävä 2: Tarvitsevatko kasvit valoa?

Tässä tehtävässä oppilaat tutkivat, miten vihanneskrassi kasvaa erilaisissa valaistusolosuhteissa: jatkuvasti pimeässä ja normaalissa auringonvalossa. Oppilaiden tulee ymmärtää, että valo vaikuttaa kasvien kasvamiseen, ja yhdistää tämän kokemuksen tulokset tehtävään 1.

Välineet

- Yksi oppilaan työkirja ryhmää kohden
- Vihanneskrassin siemeniä
- Samanlaisia ruukkuja/muoviastioita (2 ruukkua per ryhmä)
- Istutusmultaa
- Pieni lapio tai lusikka
- Pahvilaatikko tai pimeä komero
- Viivoitin

Harjoitustehtävä

Jaa luokka 2–4 oppilaan ryhmiin. Kerro oppilaille, että he tekevät kokemuksen ja tutkivat sen avulla, miten vihanneskrassi kasvaa erilaisissa valaistusolosuhteissa: jatkuvasti pimeässä ja normaalissa auringonvalossa.

Huom. Jos haluat lisätä tehtävän vaikeusastetta, voit lisätä kolmannen ruukun, jota pidetään jatkuvasti valossa (esimerkiksi lampun alla).

Jaa oppilaiden työkirjat, yksi jokaiselle ryhmälle, sekä tarvittavat materiaalit: kaksi ruukkua ryhmää kohden, vihanneskrassin siemeniä ja istutusmultaa. Pyydä oppilaita seuraamaan työkirjan ohjeita. Auta oppilaita tarvittaessa. Pyydä oppilaita merkitsemään ruukut omilla nimillään sekä numeroilla 1 ja 2.

Varmista, että multa on kosteaa ja kastele kumpikin ruukku suunnilleen samalla määrällä vettä.

Seuraavaksi oppilaiden tulee laittaa kaikki ruukut nro 1 täysin pimeään (komeroon tai laatikkoon) ja kaikki ruukut nro 2 paikkaan, jossa päivän ja yön valoisuusvaihtelu on normaali, mieluiten lähelle ikkunaa. Kerro kontrolloidun kokemuksen tärkeydestä ja pyydä oppilaita miettimään, miksi tämä koe on kontrolloitu koe.

Kysy oppilailta, ovatko he koskaan nähneet kasvia, joka on jätetty pimeään. Mitä heidän mielestään tapahtuu kasville, jos se ei saa lainkaan auringonvaloa? Oppilaiden tulee kirjoittaa ja/tai piirtää ennusteensa työkirjaan.

Anna ruukkujen olla näin noin 4–7 vuorokautta. Vihanneskrassi kasvaa hyvin helposti, eikä sen pitäisi tarvita lisää vettä viikon aikana.



Tulokset

Oppilaat voivat noutaa ruukkunsaviikon kuluttua. Auringonvalossa kasvaneen vihanneskrassin pitäisi olla kehittynyt terveesti ja väriltään vihreä. Jatkuvasti pimeässä kasvaneen vihanneskrassin pitäisi olla kasvanut huomattavasti korkeammaksi kuin normaalissa päivän ja yön valaistusvaihtelussa kasvaneen vihanneskrassin, mutta sen väri on valkoinen ja lehdet keltaiset.



↑ Esimerkki kahdesta vihanneskrassista, joiden siemenet on istutettu samanlaiseen multaun ja jotka ovat saaneet saman verran vettä. Ruukkuun, jossa vihanneskrassi on valkoinen (vasemmalla), on pidetty pimeässä neljä vuorokautta, kun taas vihreä vihanneskrassi (oikealla) on saanut auringonvaloa samalla ajanjaksolla.

Pimeään sijoitettu vihanneskrassi on korkeampi, koska kasvi on nopeuttanut kasvuaan (käyttäen siemeneen varastoitua energiaa) etsiäkseen valoa. Se ei ole vihreä, koska siinä ei ole lehtivihreää (jota ei ole muodostunut valon puuttuessa) – juuri lehtivihreä antaa kasveille niiden vihreän värin.

Keskustelu

Tutkikaa oppilaiden kanssa lisää kasvien kehittymistä miettimällä, kumpi näistä kahdesta kasvista on terveempi. Pohdi heidän kanssaan, voivatko kasvit altistua liialle valolle.



→ Tehtävä 3: Tarvitsevatko kasvit vettä?

Tässä tehtävässä oppilaat tutkivat veden kuljetusta kasvin sisään. Näiden tehtävien avulla oppilaiden tulee ymmärtää, että juuret ja varsi kuljettavat vettä muualle kasviin. Myöhemmin oppilaat tutkivat, miten kukan terälehtien väri muuttuu, kun kasvin veteen lisätään väriainetta.

Välineet

- Jokaiselle oppilaalle tulostettu oppilaan työkirja
- Valkoisia leikkokukkia (kaksi ryhmää kohden)
- Elintarvikeväriä (punaista tai sinistä)
- Läpinäkyviä vesiastioita (esimerkiksi muovipullon pohjaosa)
- Valkoinen kukka, jossa on ehjät juuret (valinnaisesti)

Harjoitustehtävä 1

Tehtävän aluksi oppilaat tunnistavat kasvin eri osat ja merkitsevät ne oppilaan työkirjaan. Heidän pitää nimetä lehti, hedelmä, kukka, varsi ja juuri. Myöhemmin he selvittävät labyrinttitehtävän, jossa vettä kuljetetaan mullasta kasvin juuren ja sen jälkeen varren kautta lehtiin, kukkiin ja hedelmiin.

Pyydä oppilaita nimeämään juurien kolme eri tehtävää. Ne voivat olla:

- Veden imeminen ja kuljettaminen
- Kasvin kiinnittäminen ja tukeminen
- Ravinnon varastointi (esimerkiksi perunat ja porkkanat)
- Hengitys

Harjoitustehtävä 2

Tällä kokeella osoitetaan, miten vesi kulkeutuu varresta kukan terälehtiin, lisäämällä kasvin veteen elintarvikeväriä.

Kokeen voi suorittaa ryhmätyönä tai esityksenä. Esitykseen tarvitaan kaksi valkoista kukkaa, jotka on laitettu kahteen erilliseen vesiastiaan. Ryhmätyössä tarvitaan kaksi vesiastiassa olevaa valkoista kukkaa jokaiselle ryhmälle. Tämän kokeen ohjeet on annettu oppilaan työkirjassa. Onttovartiset kukat ottavat vettä nopeimmin, ja niiden värimuutos näkyy lyhimässä ajassa, mutta kokeessa voi käyttää lähes mitä tahansa valkoista kukkaa.

Jaa luokka 2–4 oppilaan ryhmiin. Jaa oppilaan työkirjat ja jokaiselle ryhmälle kaksi valkoista kukkaa. Pyydä oppilaita seuraamaan työkirjan ohjeita. Oppilaiden tulee ennustaa, mitä heidän mielestään tapahtuu kukille. Odota yksi vuorokausi ja pyydä oppilaita sen jälkeen vastaamaan työkirjan kysymyksiin 2 ja 3. Olivatko heidän ennusteensa oikein? Kysy oppilailta, mitä tapahtuisi, jos kukalla olisi vielä juurensa tallella.

Huom. Juurien tehtävän ymmärtämiseksi voit lisätä kokeeseen kasvin, jossa on juuret tallella, osoittamaan, onko sillä vaikutusta kukan väriin.

Vastaukset

1. Värjättyssä vedessä olevan valkoisen kukan pitäisi värjäytyä väriaineella, varsinkin terälehtien reunoilta.
2. Terälehdet värjäytyvät, koska kukat kuljettavat varressaan olevan veden kukan terälehtiin. Kasvin veteen lisätty elintarvikeväri havainnollistaa tehokkaasti tätä kuljetusta.
3. Juuret toimivat luonnon suodattimena. Kun maaperään lisätään värillistä vettä, juuri ei tunnista väriainetta tarpeelliseksi ravinteeksi. Juuret suodattavat väriaineen, eikä kukan terälehtien väriin pitäisi muuttua.

→ Tehtävä 4: Tarvitsevatko kasvit multaa?

Tässä tehtävässä oppilaat istuttavat retiisin siemeniä erilaisiin materiaaleihin selvittääkseen, mitkä materiaalit ovat hyviä kasvien kasvattamiseen.

Välineet

- Jokaiselle oppilaalle tulostettu oppilaan työkirja
- 16 retiisin siementä
- 8 pientä kirkasta ruukkua
- Multaa kahden pienen ruukun täyttämiseen
- Hiekkaa kahden pienen ruukun täyttämiseen
- Pumpulia kahden pienen ruukun täyttämiseen
- Talouspaperia kahden pienen ruukun täyttämiseen
- Muovikelmua
- 16 tarraa ruukkuja varten
- Kasviravinneliuosta

Harjoitustehtävä

Tämä tehtävä on laadittu luokkaesitykseksi, jossa selvitetään, voivatko kasvit kasvaa ilman multaa. Jaa luokalle oppilaan työkirjat. Kysy oppilailta, voivatko kasvit heidän mielestään kasvaa ilman multaa, ja pyydä heitä perustelemaan vastauksensa oppilaan työkirjaan.

Kerro oppilaille, että he tekevät kokeen, jossa selvitetään, voivatko kasvit kasvaa ilman multaa. Pyydä oppilaita vastaamaan työkirjan kysymykseen 2 yhdistämällä viivalla materiaalit ja tyhjät ruukut.

Kun kaikki oppilaat ovat valmiit, täytä kahdeksan ruukkua vastaavasti noudattaen alla olevaa menettelyä:

1. Merkitse ruukut numeroilla 1–8.
2. Laita **multaa** ruukkuihin 1 ja 2.
3. Laita **hiekkaa** ruukkuihin 3 ja 4.
4. Laita **pumpulia** ruukkuihin 5 ja 6.
5. Laita **talouspaperia** ruukkuihin 7 ja 8.
6. Lisää normaalia vettä ruukkuihin 1, 3, 5 ja 7 (materiaalin pitää olla kosteaa).
7. Lisää kasviravinneliuosta sisältävää vettä ruukkuihin 2, 4, 6 ja 8 (materiaalin pitää olla kosteaa).
8. Lisää jokaiseen ruukkuun kaksi retiisin siementä ja peitä ruukut muovikelmulla.
9. Anna ruukkujen olla tällä tavoin viikon ajan samanlaisissa olosuhteissa.

Kysy oppilailta, mitkä ovat heidän ennusteensa kokeesta. Pystyvätkö kasvit heidän mielestään kasvamaan kaikissa eri ruukuissa? Missä ruukussa kasvi heidän mielestään kasvaa parhaiten? Onko kasviravinneliuoksen lisääminen heidän mielestään hyvä ajatus? Pyydä heitä kirjoittamaan ennusteensa muistiin vastaamalla työkirjan kysymyksiin 3–7. Keskustele oppilaiden kanssa kokeen kontrolloitavuudesta.

Näytä ruukut oppilaille viikon kuluttua. Miten kukin ruukku on kehittynyt? Pyydä heitä tarkistamaan työkirjaan merkityt vastaukset (kysymys 8). Mikä on jokaisen eri materiaalissa kasvavan taimen korkeus ja miten terveitä kasvit ovat? Keskustelkaa siitä, tarvitsevatko kasvit multaa kasvaakseen. Pyydä oppilaita merkitsemään haluamansa kasvatusmateriaali työkirjassa olevan kasvin kuvan alle.



Vastaukset

Alla on vastaukset oppilaan työkirjan kysymyksiin:

3. Kasviravinneliuos korvaa tässä ravinteet, jotka yleensä saadaan maaperästä. Koska jotkin kasvit kasvatetaan ilman multaa, niiden tarvitsemat ravinteet on lisättävä muulla tavalla.
4. Ravinteiden lisääminen joihinkin ruukkuihin saa ne kasvamaan enemmän kuin ne kasvaisivat samassa materiaalissa ilman ravinteita.
5. Koe on kontrolloitu testi, koska muutamme vain yhtä muuttujaa kerrallaan. Näin voimme analysoida, johtuuko ero materiaalista vai kasviravinneliuksesta.
6. Retiisin siemenet kasvavat parhaiten pumpulissa, jossa on kasviravinneliuosta. Tämän pitäisi olla parempi kuin siementen kasvaminen pelkässä mullassa.
7. Oppilaat saattavat sanoa, että kasvit eivät voi kasvaa ilman multaa ja/tai että ne eivät voi kasvaa ilman kasviravinneliuosta. Retiisin siementen pitäisi kuitenkin pystyä kasvamaan kaikissa näissä eri materiaaleissa. Tämä johtuu siitä, että siemenet sisältävät valmiiksi vähän ravinteita kasvin itämiseen, mutta kasvi kasvaa kuitenkin hitaammin ja lopulta sen ravinteet loppuvat.

Keskustelu

Keskustele oppilaiden kanssa eduista ja haitoista, jotka liittyvät kasvien kasvattamiseen ilman multaa. Oppilaiden tulee oppia, että kasvit tarvitsevat ravinteita, mutta niitä voidaan lisätä muihinkin materiaaleihin, ei pelkästään multaan.



→ Tehtävä 5: Liian kuuma, liian kylmä

Tässä tehtävässä oppilaat tarkastelevat Maapallon eri paikoista olevia kuvia ja yhdistävät ne eri ilmastovyöhykkeisiin. Oppilaat oppivat, että kasvit voivat sopeutua erilaisiin olosuhteisiin, mutta on olemassa äärimmäisiä olosuhteita, joissa ne eivät pysty elämään.

Välineet

- Jokaiselle oppilaalle tulostettu oppilaan työkirja
- Sakset
- Liimaa
- Mustekynä/lyijykynä

Harjoitustehtävä

Aloita tehtävä kysymällä oppilailta, ovatko he koskaan käyneet sellaisessa paikassa, jossa ei ole lainkaan kasveja. Pohtikaa oppilaiden kanssa sitä tosiasiaa, että kasveja on lähes kaikkialla Maapallolla.

Työkirjasta oppilaat löytävät kartan, joka kuvaa Maapallon kolmea tärkeintä ilmastovyöhykettä: trooppinen vyöhyke, lauhkeavyöhyke ja napavyöhyke. Pyydä heitä katsomaan kuvia A–F ja miettimään, mihin ne pitäisi sijoittaa kartalla. Oppilaiden tulee pitää mielessään eri ilmastovyöhykkeet sekä miten ne voivat vaikuttaa kunkin alueen kasvillisuuteen. Kuvissa A ja B ei ole lainkaan kasveja. Pyydä oppilaita selittämään syy kummassakin tapauksessa.

Vastaukset

1. 1 - D, 2 - E, 3 - C, 4 - B, 5 - A, 6 - F

2. **Kuva A:** Tämä kuva on Saharan autiomaasta. Kasvit eivät voi kasvaa sellaisilla autiomaan alueilla, jotka ovat täysin hiekan peittämiä. Hiekka on huono kasvualusta, koska se sisältää hyvin vähän vettä ja ravinteita. Autiomaassa kasvin juurien on myös vaikea pitää kasvi kiinnittyneenä maahan hiekan ja voimakkaiden tuulien vuoksi. Päivällä on erittäin kuuma ja yöllä erittäin kylmä.

Kuva B: Tämä kuva on Antarktikselta. Antarktiksella on kylmä autioma, jossa sademäärä on erittäin pieni. Maa on jään ja lumen peitossa, eikä siellä ole nestemäistä vettä. Lämpötila voi laskea jopa $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$:seen. Kylmä lämpötila jäädyttää kasvin solut aiheuttaen vahinkoa ja katkaisten ravinteiden ja veden virtausväylät.

Keskustelu:

Keskustele oppilaiden kanssa eri ilmastovyöhykkeiden välisistä eroista. Miten kasvit ovat sopeutuneet kuhunkin eri vyöhykkeeseen?

Trooppinen vyöhyke: sijaitsee Kravun kääntöpiirin, $23,5^{\circ}$ pohjoista leveyttä päiväntasaajasta, ja Kauriin kääntöpiirin, $23,5^{\circ}$ eteläistä leveyttä päiväntasaajasta, välillä. Tällä vyöhykkeellä ilmasto voi olla hyvin kuuma aiheuttaen runsasta haihtumista. Tämä saa aikaa hyvin kuumia ja kosteita alueita, esimerkiksi sademetsät, ja kuivia alueita, esimerkiksi autiomaat, joissa lämpötilaero on suuri talven ja kesän välillä.

Lauhkea vyöhyke: sijaitsee pohjoisella pallonpuoliskolla Pohjoisen napapiirin ja Kravun kääntöpiirin välillä ja eteläisellä pallonpuoliskolla Kauriin kääntöpiirin ja Eteläisen napapiirin välillä. Tällä ilmastovyöhykkeellä lämpötilavaihtelu kesän ja talven välillä on suurinta: kesät ovat kuumia ja talvet viileitä. Suurin osa Euroopasta ja Pohjois-Amerikasta sijaitsee tällä ilmastovyöhykkeellä.

Napavyöhyke: sijaitsee Pohjoisella napapiirillä ja Eteläisellä napapiirillä. Tälle vyöhykkeelle tyypillisiä ovat pitkät ja kylmät talvet ja lyhyet ja viileät kesät. Lämpötila nousee harvoin nollan yläpuolelle. Sade tulee lumena, ja monet alueet ovat jään peitossa vuoden ympäriinsä.

→ Tehtävä 6: Kasvit avaruudessa

Tässä tehtävässä oppilaat tekevät yhteenvedon tärkeimmistä olosuhteista, jotka kasvit tarvitsevat pysyäksään hyvinvoivina. Oppilaat pohtivat, mitkä Kuun olosuhteet voisivat aiheuttaa ongelmia kasveille.

Välineet

- Jokaiselle oppilaalle tulostettu oppilaan työkirja
- Mustekynä tai lyijykynä
- Värikyniä

Harjoitustehtävä 1

Keskustele koko luokan kanssa, mitkä ympäristötekijät ovat oppilaiden mielestä tärkeitä kasvien hyvinvoinnille. Jos oppilaat ovat suorittaneet tehtävät 1–5, tämä tehtävä toimii yhteenvetona. Jos oppilaat eivät ole suorittaneet edeltäviä tehtäviä, esitele tämä aihe liittäen se oppilaiden päivittäisiin kokemuksiin mahdollisesti kotona, puistossa tai metsässä kasvavista kasveista.

Kysy oppilailta, mitä kasville tapahtuu, jos:

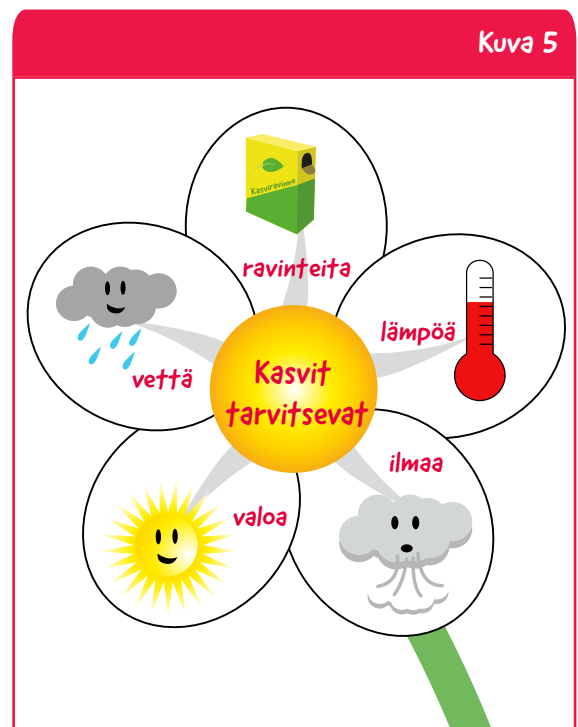
- lämpötila on liian kylmä tai liian lämmin,
- vettä ei ole tarpeeksi tai sitä on liikaa,
- valoa ei ole tarpeeksi tai sitä on liikaa,
- ravinteita ei ole,
- ilmaa ei ole.

Pyydä oppilaita piirtämään työkirjassa olevan kukan terälehtiin kasvin hyvinvointiin vaikuttavat viisi tekijää: leuto lämpötila, ravinteet, valo, ilma ja vesi. Keskustele harjoitustehtävän lopuksi oppilaiden kanssa siitä, mitä he voisivat tehdä kasvin tarpeiden täyttämiseksi varmistaakseen, että se pysyy elossa. Esimerkkejä tästä voivat olla kasvin asettaminen ikkunan eteen, jotta se saa auringonvaloa, tai kasvin pitäminen sisällä vakioämpötilassa.

Vastaukset

Oppilaiden tulee piirtää työkirjassa olevan kukan terälehtiin, mitä kasvi tarvitsee voidakseen hyvin. Alla on esimerkki.

1. Leuto lämpötila
2. Vesi
3. Valo
4. Ravinteet
5. Ilma



↑ Esimerkki harjoitustehtävän 1 odotetusta vastauksesta. Viisi tärkeintä vaatimusta kasvin kasvamiseen ovat lämpö (vakiona pysyvä leuto lämpötila), ravinteet, vesi, valo ja ilma.

Harjoitustehtävä 2

Pyydä oppilaita tutkimaan Kuuta koskevia tietokortteja ja kysy, voivatko kasvit heidän mielestään kasvaa tässä vieraassa ympäristössä. Pyydä heitä kirjoittamaan ajatuksensa työkirjaan. Keskustele aiheesta luokan kanssa ja pyydä oppilaita kertomaan ajatuksensa ja mielipiteensä.

Onko oppilailla ajatuksia siitä, mitä voitaisiin tehdä joidenkin Kuussa vallitsevien olosuhteiden voittamiseksi. Johdattele oppilaita kohti valvotun ympäristön käsitettä, kuten kasvihuonetta.

Keskustelu

Kun keskustele oppilaiden kanssa, tee selväksi, että Kuussa ei ole elämää. Tarkoitus on keskustella hypoteettisesta ajatuksesta, miten Maapallolta näihin erilaisiin olosuhteisiin tuodut kasvit voivat sopeutua. Pystyisivätkö ne silti kasvamaan? Olisivatko ne terveitä? Miten valvoisimme joitakin ympäristömuuttujia?

Seuraavassa on joitakin suurimmista haasteista, jotka liittyvät kasvien kasvattamiseen avaruusmatkoilla.

Mikropainovoima: Maapallolla olemme tottuneet kokemaan Maapallon vetovoiman, joka vetää meitä alaspäin. Yksi suurimmista eroista avaruudessa on, että painovoima vaihtelee riippuen siitä, missä olemme. Matkustaessaan avaruudessa astronautit tuntevat itsensä painottomiksi, ja Kuussa he taas kokevat 1/6:n Maapallon painovoimasta. Kasvit ovat tottuneet kasvamaan Maapallolla, ja niiden kuljettaminen paikkaan, jossa on erilainen painovoima, voi aiheuttaa tuntemattomia muutoksia niiden kasvuun.

Vesi: Kuussa nestemäistä vettä ei ole helposti saatavilla joista ja valtameristä kuten täällä Maapallolla. Kuussa on vähän jään muodossa olevaa vettä, mutta se tarkoittaa, että sen käyttö on hankalampaa ja kalliimpaa kuin Maapallolla.

Valo: Päivän ja yön kesto vaihtelee planeetan tai kuun pyörimisen mukaan. Kuussa vuorokaudet ovat erittäin pitkiä, 28 kertaa pitempiä kuin Maapallolla. Kasvien pitäisi sopeutua 14 vuorokautta kestävään valoisuuteen ja 14 vuorokautta kestävään pimeyteen.

Ilmakehä: Kuussa ei ole periaatteessa lainkaan ilmakehää. Siellä ei ole suojausta säteilyä vastaan, mikä voi vaikuttaa haitallisesti kasvien terveyteen.

Lämpötila: Useimmat kasvit kasvavat parhaiten 10–30 °C:n lämpötilassa. Koska ulkoavaruudessa on tyhjiö, lämpötilan vaihtelu on siellä erittäin suurta. Samanlaista vaihtelua esiintyy Kuussa, koska siellä ei ole periaatteessa lainkaan ilmakehää.

Maaperä: Kuussa maaperässä on hyvin vähän ravinteita, ja se voi olla jopa myrkyllinen kasveille joillakin alueilla.

Yhteenveto

Oppilaiden tulee lopuksi ymmärtää, että vaikka kasvit kasvavat Maapallolla lähes missä tahansa, ympäristöolosuhteet ovat erilaiset Kuussa ja sieltä puuttuvat jotkin tärkeimmistä olosuhteista, joita kasvit tarvitsevat kasvaakseen terveesti. Jotta kasvit voivat kasvaa avaruudessa, meidän pitäisi saada aikaan valvottu ympäristö erikoiskasvihuoneiden avulla.

→ ASTROFARMER

Opitaan kasvien kasvatukseen liittyviä olosuhteita

→ Tehtävä 1: Tarvitsevatko kasvit ilmaa?

Harjoitustehtävä

1. Täydennä seuraavat lauseet lisäämällä alla olevat sanat tyhjiin aukkoihin.

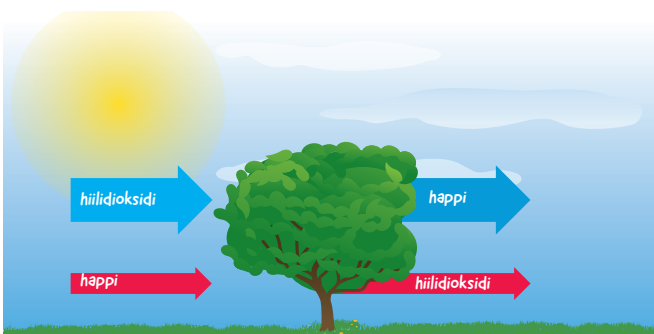
Kasvien fotosynteesiksi happea hiilidioksidia ilmakehän ilma

_____ on erilaisten kaasujen seos, joka sisältää typpeä (78 %) ja _____ (21 %). Muita kaasuja, kuten hiilidioksidia, on alle 1 % Maapallon ilmakehästä.

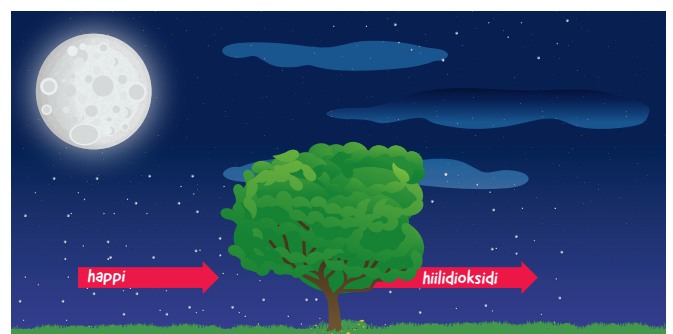
_____, kuten kaikkien elävien olentojen, on hengitettävä pysyäksensä elossa. Hengityksessä sokeri ja happi muuntuvat energiaksi vapauttaen tässä prosessissa _____ ja vettä.

Suurin osa kasveista ei pysty elämään täysin pimeässä, sillä ne tarvitsevat valoa tuottaakseen sokereita, joita ne puolestaan tarvitsevat saadakseen kasvuun tarvittavaa energiaa. Tätä prosessia sanotaan _____, ja siinä hiilidioksidi ja vesi muuttuvat valon avulla sokereiksi ja hapeksi. Fotosynteesi on _____ tärkein hapen lähde.

2. Alla olevissa kuvissa olevat nuolet kuvaavat kasveissa tapahtuvaa kahta prosessia: fotosynteesiä ja hengitystä. Väritä alla olevat ruudut samalla värillä, jolla kuvan prosessit on kuvattu: punaisella tai sinisellä.



Hengitys



Fotosynteesi eli yhteyttäminen

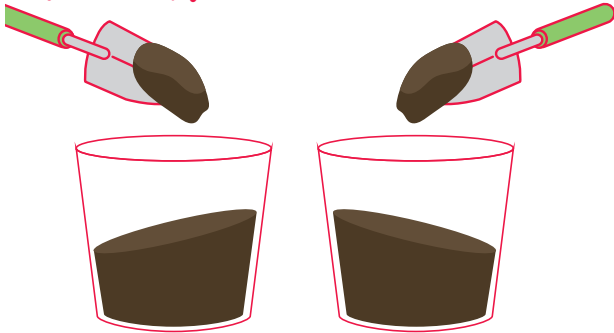


→ Tehtävä 2: Tarvitsevatko kasvit valoa?

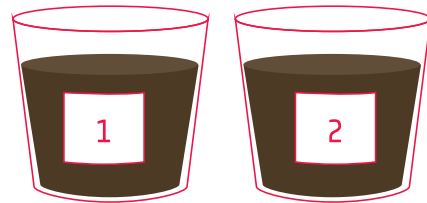
Tässä tehtävässä tutkitaan, mitä kasveille tapahtuu, kun ne eivät saa auringonvaloa.

Harjoitustehtävä

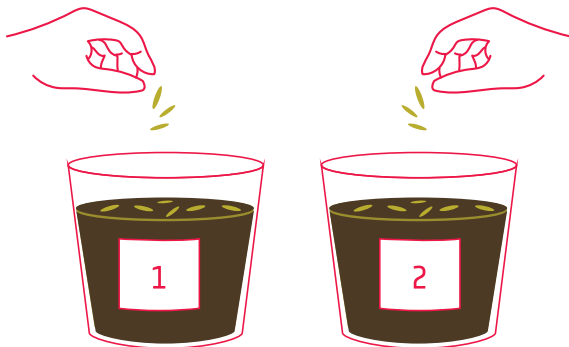
1. Laita multaa kahteen samanlaiseen ruukkuun.



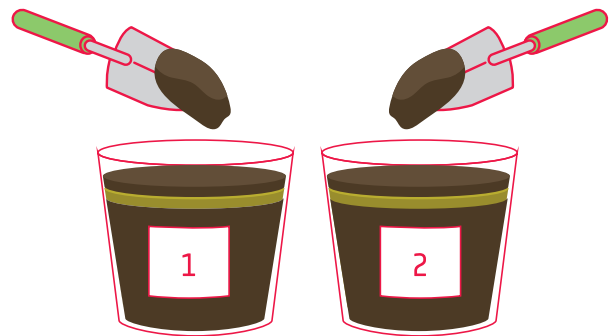
2. Merkitse ruukut numeroilla 1 ja 2.



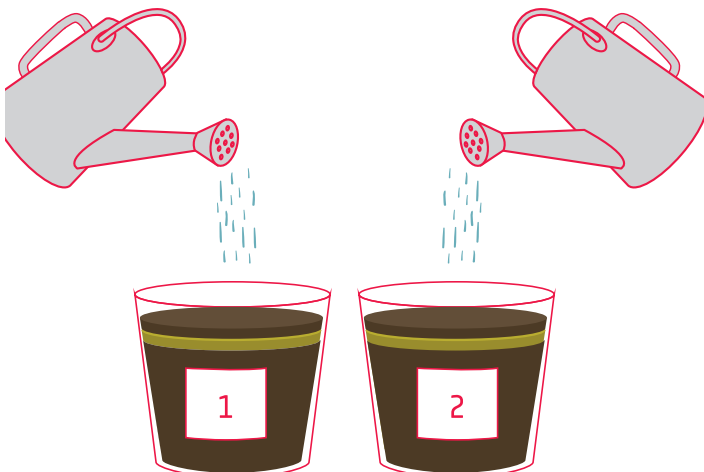
3. Istuta suunnilleen sama määrä vihanneskrassin siemeniä jokaiseen ruukkuun.



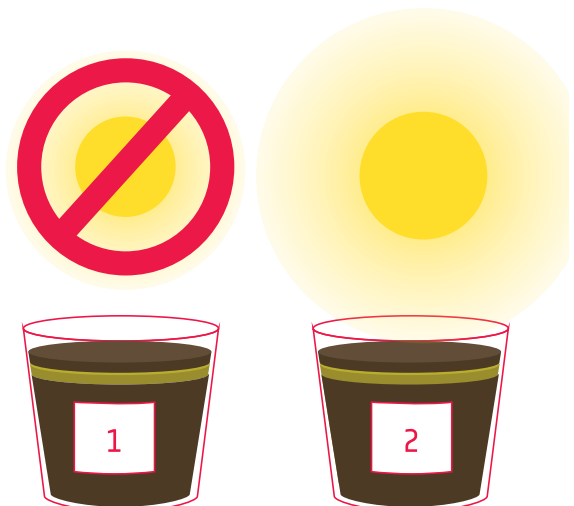
4. Peitä vihanneskrassin siemenet pienellä määrällä multaa.



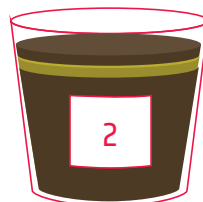
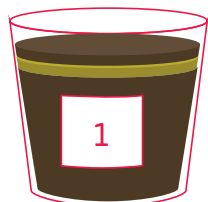
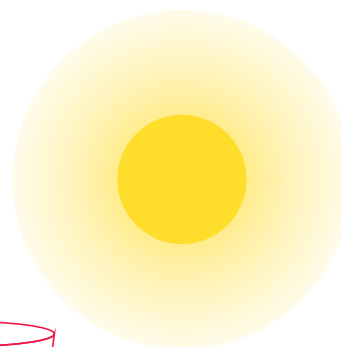
5. Kastele kumpaakin kasvia samalla määrällä vettä.



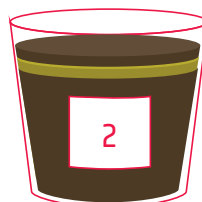
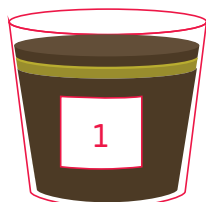
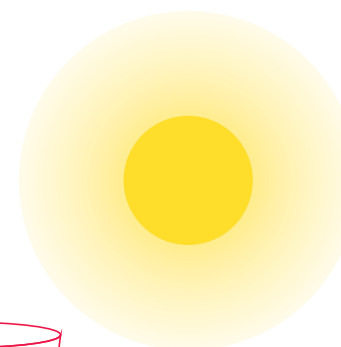
6. Laita toinen ruukku pimeään ja toinen valoisaan.



1. Ennusta, mitä kahdelle ruukullesi tapahtuu. Kirjoita ennusteesi alle ja piirrä, miltä kasvit mielestäsi näyttävät.



2. Tarkastele kasveja **viikon** kuluttua. Piirrä, miltä kummassakin ruukussa oleva vihanneskrassi näyttää. Merkitse väri ja korkeus muistiin.



Vihanneskrassin korkeus: _____ cm Vihanneskrassin korkeus: _____ cm

Väri: _____ Väri: _____

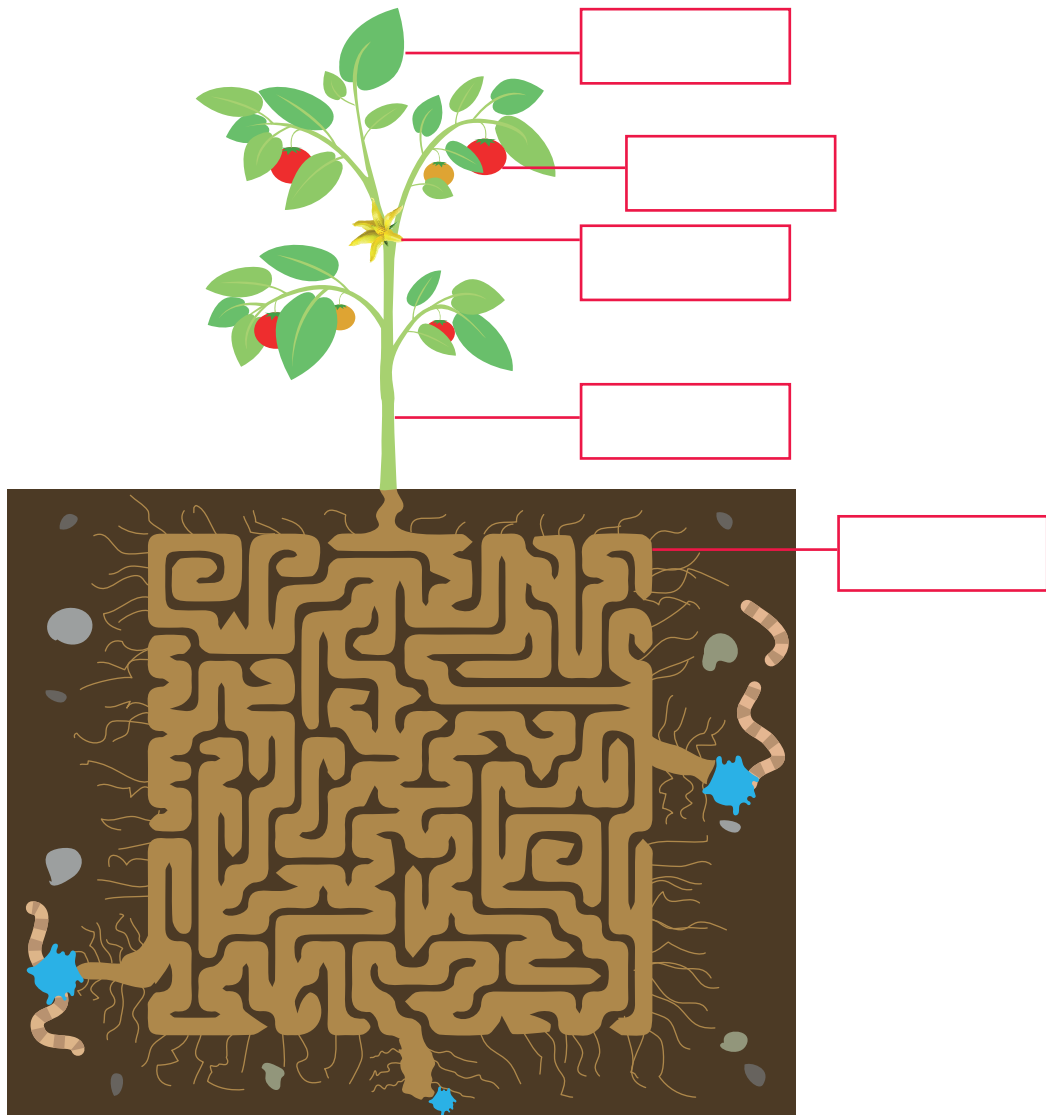
3. Mistä nämä erot mielestäsi johtuvat?

→ Tehtävä 3: Tarvitsevatko kasvit vettä?

Vesi on olennaisen tärkeää kaikille eläville olennoille, myös kasveille. Kasvit saavat vettä maaperästä juurien kautta ja kuljettavat veden kasvin ylempiin osiin.

Harjoitustehtävä 1

1. Nimeä kasvin eri osat.

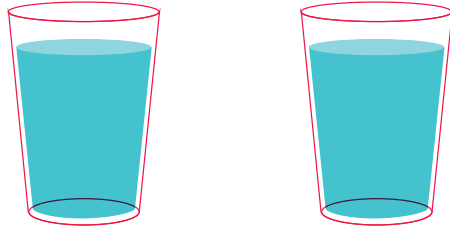


2. Auta kasvia löytämään paras reitti labyrintin läpi veden kuljettamiseksi juurista lehden kärkeen. Piirrä reitti sinisellä.
3. Nimeä juurien kolme eri tehtävää.

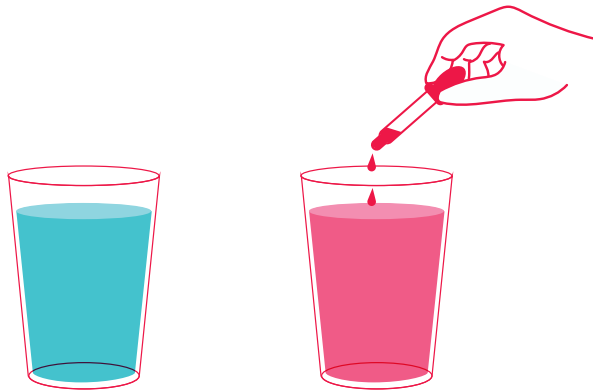
Harjoitustehtävä 2

Tutkimme, miten vesi kulkee kasvin läpi. Noudata alla olevia ohjeita:

1. Täytä kaksi lasia vedellä.



2. Lisää väriainetta toiseen lasiin ja sekoita.



3. Aseta kukka kumpaankin lasiin ja odota yksi vuorokausi.



1. Mitä mielestäsi tapahtuu värjättyssä vedessä olevalle valkoiselle kukalle?

2. Toteutuivatko ennusteesi? Mitä tapahtui väriainetta sisältävässä vedessä olevalle valkoiselle kukalle?

3. Olisiko lopputulos sama, jos kasvissa olisi vielä juuret?

→ Tehtävä 4: Tarvitsevatko kasvit multaa?

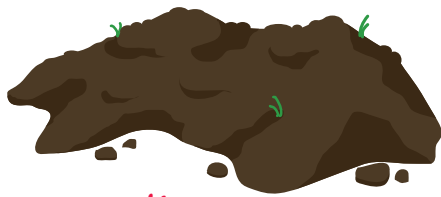
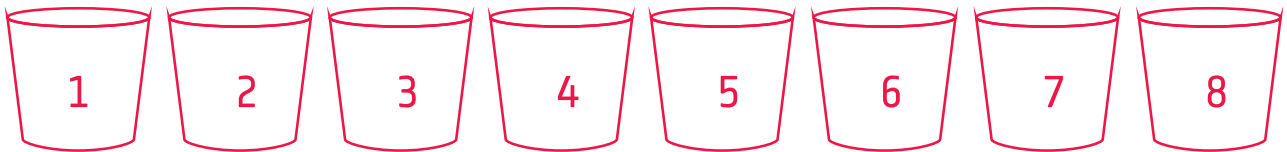
Harjoitustehtävä

1. Voivatko kasvit mielestäsi kasvaa ilman multaa? Perustele vastauksesi.

2. Alla on kahdeksan tyhjää ruukkua.

- Ruukut 1 ja 2 täytetään mullalla.
- Ruukut 3 ja 4 täytetään hiekalla.
- Ruukut 5 ja 6 täytetään pumpulilla.
- Ruukut 7 ja 8 täytetään talouspaperilla.
- Kaikkiin **parillisella** numerolla merkittyihin ruukkuihin on lisättävä kasviravinnetta.

Yhdistä alla olevat aineet ja ruukut viivalla.



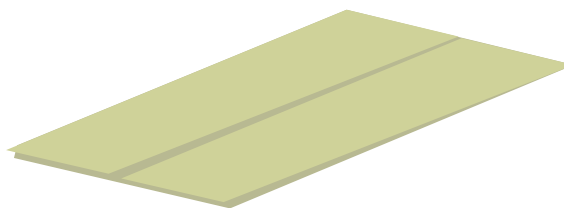
multa



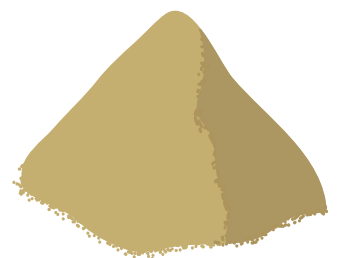
kasviravinne



pumpuli



paperipyyhe



hiekkä

3. Miksi mielestäsi lisäämme joihinkin ruukkuihin kasviravinnetta?

4. Ovatko tulokset mielestäsi erilaisia ruukuissa, joihin lisätään kasviravinnetta, verrattuna ruukkuihin, joihin sitä ei lisätä?

5. Onko tämä mielestäsi kontrolloitu testi?

6. Missä ruukussa kasvi mielestäsi kasvaa parhaiten? Miksi?

7. Onko sellaisia ruukkuja, joissa kasvi ei mielestäsi pysty kasvamaan? Miksi?



Odota viikko, kunnes siemenet alkavat kasvaa.

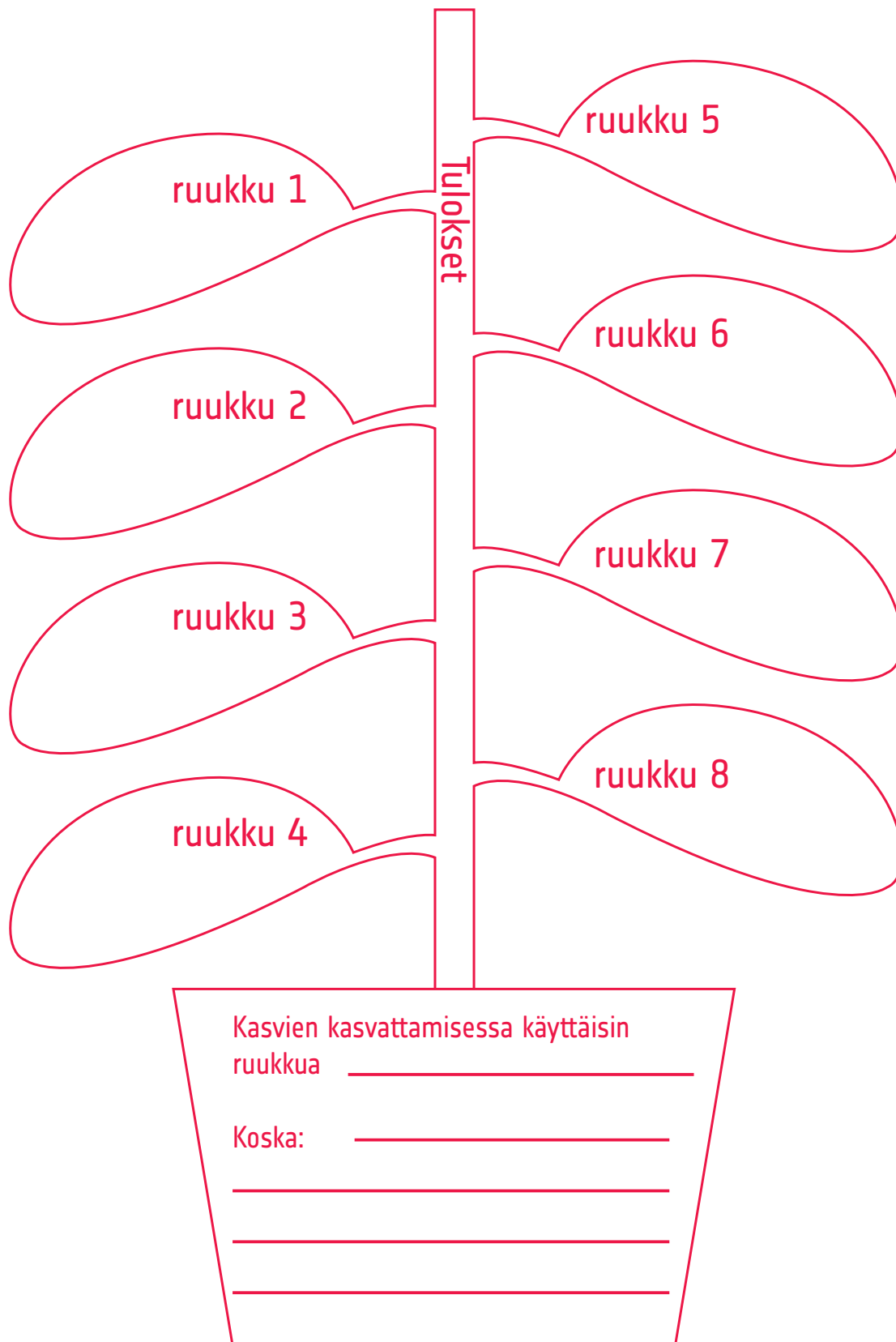
Tiesitkö, että...

Astronautit ovat jo syöneet avaruudessa kasvatettua ruokaa. Elokuussa 2015 kansainvälisellä avaruusasemalla olevat astronautit söivät ensimmäisen avaruussalaattinsa – punaista roomansalaattia. Se oli kasvatettu erityisessä kasvien kasvatuslaitteessa nimeltä Veggie, joka antaa kasveille valoa ja ravinteita. Kuvassa näkyy kasvamassa oleva salaatti.



8. Tarkastele jokaista ruukkua viikon päästä. Lisää alla olevaan kasviin kommenttisi taimien kasvusta, taimien korkeudesta, miten terveiltä ja vihreiltä ne näyttävät ja kuinka paljon lehtiä niissä on.

Valitse paras ruukku kasvien kasvattamiseen.

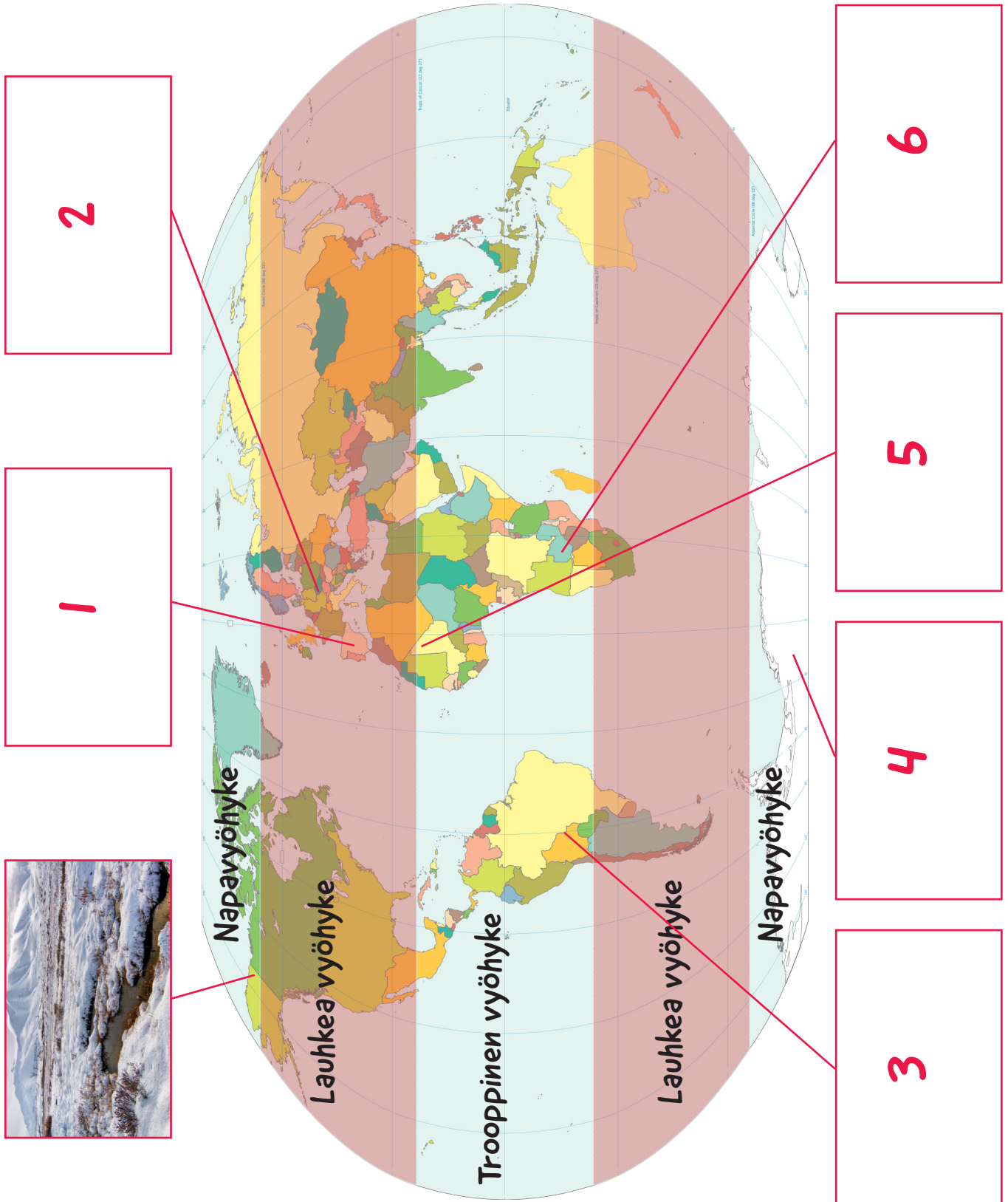


→ Tehtävä 5: Tarvitsevatko kasvit leudon lämpötilan?

Kasveja on lähes kaikkialla Maapallolla, mutta ne ovat hyvin erilaisia. Kasvit pystyvät sopeutumaan ympäristöönsä – jotkin kasvit esimerkiksi kasvavat lämpimillä alueilla ja toiset taas kylmemmässä lämpötilassa.

Harjoitustehtävä

1. Alla olevassa kartassa on kuvattu Maapallon tärkeimmät ilmastovyöhykkeet. Katso seuraavalla sivulla olevia kuvia ja sijoita ne karttaan.





A



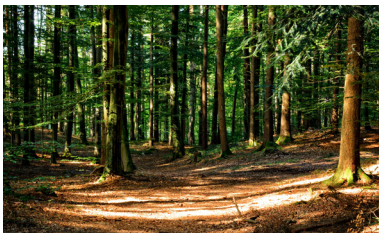
B



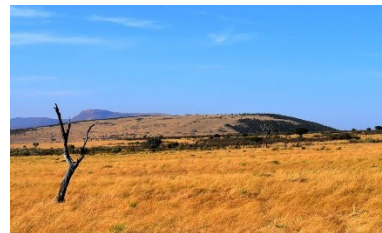
C



D



E



F

2. Kuvissa A ja B ei ole lainkaan kasveja. Selitä syy kummankin kuvan osalta.

A. _____

B. _____

Tiesitkö, että...

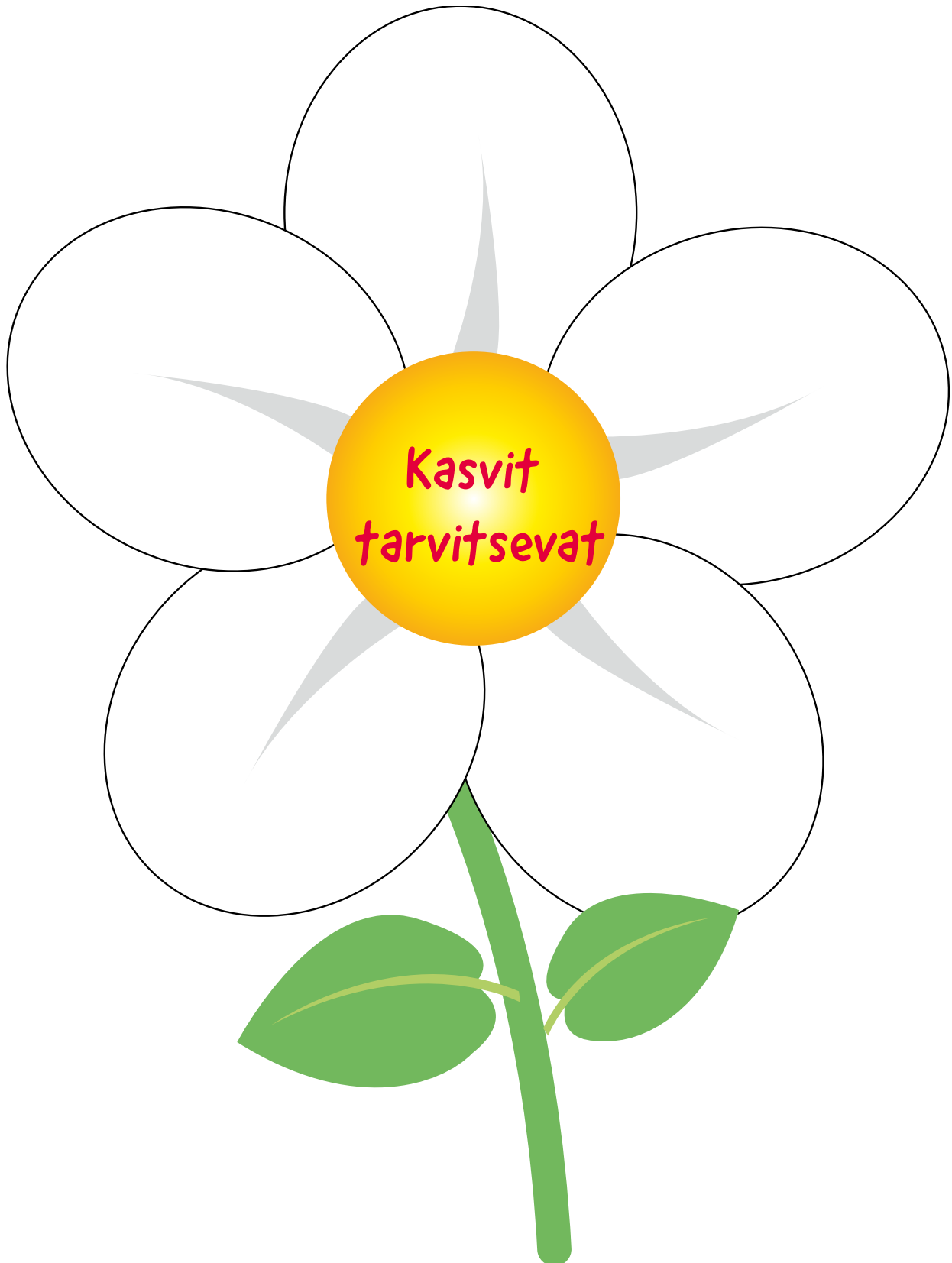
Useimmilla kasveilla fotosynteesin optimaalinen lämpötila on noin 25 °C. Lämpötilan vaikutus kasveihin vaihtelee suuresti niiden tyypin mukaan. Tomaatit ovat vaikeuksissa alle 13 °C:n tai noin yli 36 °C:n lämpötilassa. Kaktukset taas pystyvät selviytymään autiomaassa, jossa lämpötila vaihtelee alle nolasta jopa noin 70 °C:seen.



→ Tehtävä 6: Kasvit avaruudessa

Harjoitustehtävä 1

1. Piirrä, mitä kasvit tarvitsevat, jotta alla olevan kuvan kukan terälehdet ovat terveitä.



Harjoitustehtävä 2

Maa-planeetta on kehittynyt siten, että siellä on ihanteelliset olosuhteet kasvien kasvamiseen. Avaruusympäristössä olosuhteet ovat kuitenkin varsin erilaiset.

Tarkastele alla olevia faktatietoja Kuusta.



FAKTATIETOA KUUSTA

- **Valo:** Kuun päivä (valoisa aika) kestää noin 14 Maapallon vuorokautta, ja sitä seuraa Maapallon 14 vuorokauden mittainen yö (pimeä aika).
- **Vesi:** Vähän vesijäätä napa-alueilla. Ei nestemäistä vettä.
- **Ilmakehä:** Ei ole
- **Lämpötila:** $-233\text{ °C} - +123\text{ °C}$
- **Maaperä:** Ei ravinteita
- **Painovoima:** 1/6 Maan painovoimasta

1. Pystyvätkö kasvit mielestäsi kasvamaan Kuussa? Miksi?

2. Miten suosittelisit kasvattamaan kasveja Kuussa?

→ LINKIT

ESA:n resurssit

Moon Camp -haaste

esa.int/Education/Moon_Camp

Kuuaiheisia animaatioita elämän perusasioista Kuussa

esa.int/Education/Moon_Camp/The_basics_of_living

Paxi-animaatiot

esa.int/kids/en/Multimedia/Paxi_animations

ESA:n luokkaopetusresurssit

esa.int/Education/Classroom_resources

ESA Lapset

esa.int/kids

ESA:n avaruusprojektit

MELiSSA-projekti

esa.int/Our_Activities/Space_Engineering_Technology/Melissa

Vuosikymmen kasvibiologiaa avaruudessa

esa.int/Our_Activities/Human_Spaceflight/Research/A_decade_of_plant_biology_in_space

Lisätietoja

AstroPlant – kansalaistiedeprojekti kasvien kasvamisen opiskeluun

www.astroplant.io

Luonnontiedettä NASA:ssa: puutarhanhoitoa avaruudessa

youtube.com/watch?v=M7LslyCX7Jg