

Heikki Seppänen

**Kotipuutarhurin vesiviljelyopas**

## TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Puutarhatalous, yritystoiminnan suuntautumisvaihtoehto

---

Heikki Seppänen  
Kotipuutarhurin vesiviljelyopas  
Dodo Ry  
Kevät 2015

Sivumäärä: 74

---

Kotipuutarhurin vesiviljelyopas työn tarkoitus on nimensä mukaisesti olla helppolukuinen ja kuitenkin riittävän laaja opaskirja vesiviljelystä kiinnostuneelle hiukan kokeneemmalle kotipuutarhurille. Aloittelijalle tietoa varsinkin ravinteista on paljon, mutta loppujen lopuksi asiat ovat yksinkertaisia. Työssä käydään läpi erilaiset laitteistot, ravinteet, kasvualustat, yleisimmät kasvintuhoojat, valaistus, ilmaston säätö ja veden kemiaa eli vesiviljelyyn oleellisesti liittyvät aihekokonaisuudet, jotta puutarhuri kykenee kotiooloissa tuottamaan herkullisia vihanneksia ja vaikkapa yrttejä. Kuitenkin pääpaino oppaassa on vesiviljelyssä itsessään, jättäen yleiset viljelytekijät vähemmälle huomiolle.

Opas on tehty kaupunkiviljelyn edistämistä tukevan Dodo Ry:n Oulun haaran tilauksesta levitettäväksi yhdistyksen kuuluville henkilöille, sekä muille vesiviljelystä kotiooloissa taikka kasvihuoneessa kiinnostuneille. Lähiruokainnoston on ollut muoti-ilmiöön verrattavissa ja kiinnostus sitä kohtaan on suurta, kuten siihen keskittyneiden yhdistysten ja yhteisöjen määrän lisääntyminenkin kertoo. Kotipuutarhurin vesiviljelyopas on tämän ilmiön myötävaikutuksesta kirjoitettu ja se pyrkii syventämään tietoa ja antamaan kotipuutarhurille lisää työkaluja oman viljelynsä vahvistamiseen ja levittämään tietoisuutta vesiviljelyn eduista ja sen helppoudesta. Opas on myös toiminut kirjoittajan ammatillisen kehityksen kannalta tunnetun tiedon uudelleen läpi käymisessä ja kokonaisuuden hahmottamisessa. Kirjoittajalla itsellään on kokemusta aiheen parista noin kymmenen vuoden ajalta.

Opasta kirjoitettaessa on tutkittu sekä ulkomaisia että kotimaisia kirjallisuuslähteitä kasvinviljelyyn liittyen. Tiedonlähteinä ovat myös toimineet lukuisat internetlähteet liittyen esimerkiksi veden fysikaalisiin ominaisuuksiin ja erilaisiin vesiviljelylaitteistoihin. Tätä tietoa on testattu myös käytännössä ja oppaan lopusta löytyykin esimerkkejä kolmesta erilaisesta viljelytyylistä kasvatuspäiväkirjan muodossa, joissa käytetyt laitteistot on kehitetty itse tätä opasta varten. Vaikka oppaan lähteet ovat usein ammattilajiljelyyn liittyviä, on opas kirjoitettu hiukan edistyneemmän kotipuutarhurin näkökulmasta syventämään teoriaa mutta kuitenkin se pyrkii käytännönläheisyyteen.

## **Kotipuutarhurin vesiviljelyopas**

Heikki Seppänen  
Kotipuutarhurin  
vesiviljelyopas  
syksy/2015  
Puutarhatalous  
Oulun ammattikorkeakoulu

<b>Sisällys</b>	<b>S.</b>
1 Johdanto	6
2 Vesiviljely	7
3 Lisäysmenetelmät	10
4 Kasvin mineraalienotto	13
5 Veden kemiaa	15
6 Kasvualustat	19
6.1 Aktiiviset (Orgaaniset) kasvualustat	
6.2 Inaktiiviset (Epäorgaaniset) kasvualustat	
7 Ravinteet ja lannoitepaketit	23
7.1 Epäorgaaniset vesiviljelyravinnepaketit	
7.1 Pääravinteet	
7.2 Sivuravinteet	
7.3 Mikroravinteet	
8 Kasvatuslaitteistot	38
8.1 Syvävesiviljely (Bubler)	
8.2 Ravinnekalvoviljely (NFT)	
8.3 Vuoksiluode (Ebb and flow)	
8.4 Tippukastelu (Drip feed)	
8.5 Aeroponinen viljely	
8.6 Aquaponinen viljely	

9 Valo ja valaisimet	46
9.1 Suurpainenatriumlamppu	
9.2 Monimetallilamppu	
9.3 LED-lamppu	
9.4 Energiansäästö- ja loisteputkilamppu	
10 Ilmastonsäätö	52
10.1 Hiilidioksidi	
10.2 Kanavapuhallin	
11 Yleisimmät kasvintuhoojat	56
11.1 Vihannespunkit	
11.2 Ripsiäiset	
11.3 Kirvat	
11.4 Juurimätä	
12 Omat kokemukset vesiviljelystä	59
12.1 Pihvitomaatin ravinnekalvoviljely	
12.2 Chilipaprikan syvävesiviljely	
12.3 Aquaponinen viljely kestävän kehityksen keskuksessa	

## 13 Pohdinta

## Lähteet

## 1 Johdanto

Opinnäytetyön taustalla tilaajana on kaupunkiviljelyn ja ympäristöasioiden parissa toimiva Dodo Ry, jonka periaatteisiin kuuluu, että jokainen on omilla teoillaan vastuussa ympäristöstään ja kykenevä siihen vaikuttamaan ja on näin ollen ympäristövaikuttaja. Dodo Ry pyrkii edistämään ihmisten tietoisuutta ympäristöasioista, järjestämällä erilaisia tapahtumia ja tiedotusta, kuten kaupunkiviljelyyn liittyviä ja sitä edistäviä tapahtumia. Näin ollen pyritään myös saamaan ihmisiä lähemmäs urbaania luontoa ja aikaansaamaan ruohonjuuritasolla muutosta ihmisten asenteisiin.

Opinnäytetyön tarkoitus on auttaa kotipuutarhureita vesiviljelyn aloittamisessa, ja ennen kaikkea syventää jo harrastuksen aloittaneiden tietoisuutta asiasta ja yksityiskohdista. Yrttien ja vihannesten viljely sisätiloissa taikka pienissä kasvihuoneissa on kasvava harrastus ja ihmiset ovat kiinnostuneita tuottamaan itse osan ruuastaan lähiruokabuumin myötävaikutuksesta.

Opinnäytetyön tietoperustan taustalla on 10 vuotta jatkunut omakohtainen harrastus ja asian tutkiminen. Tässä ajassa työni aiheesta on kertynyt laaja näkökulma ja paljon kokemusta yksityiskohdista. Tutkimusta olen tehnyt kokeilemalla läpi kaikki erilaiset vesiviljelytyylit ja laitteistot, joista muutamaa esittelen opinnäytetyöni loppupuolella. Aineistona työssä on käytetty internet lähteitä, foorumeista kaupallisiin sivuihin, esitteitä, sekä kirjoja, aloittelijan tasolta aina ammattiviljelijän näkökulmiin asti. Olen myös vierailut alan liikkeissä, sekä toiminut myyjänä puutarhavälineitä myyvässä yrityksessä. Näistä kaikista on kertynyt tietoa välineistä.

Päätulos on kattava opas vesiviljelystä kiinnostuneelle kotipuutarhurille. Viljelylaitteistojen testauksesta olen saanut lisää kokemusta viljelystä eri lajikkeilla, sekä muutamista ongelmakohtista. Opinnäytetyöni on hyödynnettävissä viljelyyn siirryttäessä ja jo sitä harrastettaessa. Viljelylaitteistoja voidaan vielä kehittää toimivuuden ja yksinkertaisuuden kannalta, jotta kotipuutarhurille olisi tarjolla kattavat valikoimat itse rakentaa taikka mahdollisesti ostaa tuotteita kaupallisilta toimijoilta. Jatkossa Dodo Ry jakaa opinnäytetyötäni levittääkseen tietoa vesiviljelystä ja tukeakseen kaupunkiviljelyn edistämistä.

## 2 Vesiviljely

Vesiviljely on kasvien kasvattamista ilman multaa. Keksintö on vanha ja sitä on käytetty Babylonian roikkuvissa puutarhoissa ja azteekkien kelluvissa puutarhoissa Meksikossa. Siitä on myös mainintaa egyptiläisissä hieroglyfeissä. Ensimmäisenä tieteellisen näkökannan vesiviljelyyn otti belgialainen Jan Van Helmont 1600-luvulla, joka kokeillaan todisti, että kasvit ottavat tarvitsemansa aineet veden kautta. Näiden aineiden tunnistaminen polki kauan paikallaan ennen kuin kemian tutkimus kehittyi 1800-luvulla. 1804 De Saussure ehdotti, että kasvit koostuvat kemiallisista elementeistä, jotka ne saavat vedestä, maasta ja ilmasta. Seuraavina vuosina saatiin selville eri tekijät, jotka vaikuttavat kasvien kasvuun, mutta vasta 1925 kasvihuoneteollisuus kiinnostui mullattoman viljelyn mahdollisuudesta. (Resh 2002, 27.)

1930 W.F. Gericke Kalifornian yliopistosta siirsi laboratoriokokeen asteella olevat tekniikat kasvien lannoituksesta kaupalliseen mittakaavaan kehittäen samalla sanan hydroponics, vesiviljely. Eli Hydroponic = vedentyö. Gericken sovellukset osoittivat toimivuutensa toisessa maailmansodassa, jossa amerikkalaiset kasvattivat vihanneksia joukoilleen kivisillä saarilla, joilla muunkaltainen viljely oli mahdotonta. 1950-luvulla tekniikka levisi nopeasti muihinkin maihin. Vesiviljelyllä on useita etuja tavalliseen viljelyyn verrattuna, parhaana esimerkkinä sadot. (Resh 2002, 27.) Katso taulukot 1 ja 2.

TAULUKKO 1. Vesiviljelyn edut (Resh. 2002,31,32).

Viljely ominaisuus	Multa	Vesiviljely
1. Väliaineen sterilointi	Hankalaa	Happo, nopea puhdistus
2. Ravinteiden saanti	Vaihtelee. Joskus huono maan rakenne tai ph. Hankala testata arvoja	Kontrolloitua. Melko tasaista. Tasalaatuista kaikille kasveille, pH kontrolli. Ravinteet valmiiksi kasvin tarvitsemassa muodossa. Helppo testata
3. Kasvien riviväli	Rajoittuu mullan ravinteiden ja valon mukaan	Rajoittuu vain valon määrän mukaan. Tehokkaampi tilan käyttö, joten enemmän satoa pinta-alalta
4. Rikkakasvikontrolli	Rikkakasveja saattaa ilmetä	Ei rikkakasveja
5. Taudit ja eliöt	Monia maalevintäisiä tauteja, hyönteisiä,	Oikein hoidettuna ei tauteja eikä tuholaisia
6. Vesi	Monesti vesistressiä mullan rakenteen, vedenpidätyskyvyn takia. Epätehokas veden käyttö	Ei vesistressiä. Tehokas veden käyttö
7. Hedelmien laatu	Mahdollisesti huonompilaatuisia kaliumin ja kalsiumin heikon saannin vuoksi. Heikompi säilyvyys ko. syistä	Pitkä säilyvyys. Joissain testeissa havaittu korkeampia A-vitamiini pitoisuuksia
8. Lannoitus	Suuria määriä multa. Ei yhtenäinen levitys. Iso osa ei päädy juurille.	Pieniä määriä yhteinäisesti levittyneenä kaikille kasveille. Ei mene hukkaan, tehokas lannoitus
9. Steriiliys	Orgaaniset jätteet kasvin syötävissä osissa aiheuttavat useita tauteja ihmisille	Ei biologisia tekijöitä ravinteissa.
10. Siirtoistutus	Multaa valmisteltava. Juurishokki siirrossa.	Siirtoshokki minimoitu. Nopeampi toipuminen
11. Täysikasvuisuus		Oikeissa valaistusolosuhteissa kasvit kasvavat nopeammin täysikasvuiseksi kuin mullassa.
12. Kasvualustan vaihto	Vaihdeettava satojen välillä, koska ravinteet ja rakenne häviävät.	Väliaineettomissa vesiviljelyjärjestelmissä ei tarvita kasvualustan vaihtoa
13. Sato tomaatilla	6,5-9 kg/kasvi	11,5-16 kg/kasvi



TAULUKKO 2. Keskimääräiset sadot mullassa ja vesiviljelyssä (Resh. 2002,33).

Kasvi	Sadot mullassa kilogrammaa	Sadot vesiviljelyssä kilogrammaa
Soija	675 kg	1750kg
Pavut	12,5 t	52 t
Vehnä	675 kg	4625 kg
Riisi	1135 kg	5625 kg
Kaura	1135 kg	2875 kg
Juurekset	10 t	30 t
Peruna	20 t	175 t
Kaali	15 t	20,5 t
Salaatti	10 t	23,8 t
Tomaatti	12,5-25t	150-750 t
Kurkku	8 t	31,8 t
Herne	2,5 t	22,5 t

## 3 Lisäysmenetelmät

### 3.1 Siemenlisäys

Monet siemenen sisäiset sekä ulkoiset tekijät vaikuttavat itämiseen. Tärkeimpiä sisäisiä tekijöitä ovat perimä ja emokasvin kasvuolot. Tärkeimmät ulkoisista tekijöistä ovat vesi, lämpötila ja happi. Ensimmäinen vaihe siemenen itämisessä on vedenotto, jossa siemen turpoo ja sen paino lisääntyy. Vedenotto riippuu siemenen omista ominaisuuksista, kuten esimerkiksi hydratoituvien ainesosien määrästä, siemenkuoren läpäisevyydestä ja siemenen koosta. Vedenottoon vaikuttavia ulkoisia tekijöitä ovat mm. lämpötila, happipitoisuus, sekä alustan kosteus ja koostumus. (Voipio, Ahonen & Rautio 1993. 26.)

Lämpötilalla on vaikutus kaikkiin itämisen ja taimettumisen vaiheisiin. Optimaaliset lämpötila-alueet itämisen kannalta vaihtelevat suuresti kasvilajista riippuen. Itäminen on mahdollista lajista riippuen lämpötila-alueella 0-43° C. Viileälle arat, yleensä tropiikista tai subtropiikista alunperin tulleet lajit voivat saada itämisen estäviä kylmänvaurioita jo lämpötilan alittaessa noin 10-15° C.(Voipio ym 1993, 28,29.)

Itämisen optimilämpöalueeksi kutsutaan aluetta, jossa siementen itäminen on täydellistä. Optimilämpöalueella on useilla kasveilla havaittavissa lämpötila tai kapea alue, jossa itäminen on nopeinta. Monien lajien itäminen ja taimettuminen ovat nopeimpia alueella 20 -30 °C. Siemenen kostumisen alkaessa hengitys kiihtyy ja se jatkuu voimakkaana koko itämisen ajan. Itävien siementen hapentarve on suuri, ja useimpien kasvilajien siementen itävyys viivästyy, jos ilman happipitoisuus on normaalia pienempi. Kasvualustan korkea hiilidioksidipitoisuus estää useimpien lajien itämisen.(Voipio, ym 1993, 30.)

Joidenkin kasvilajien siementen itäminen vaatii valoa, toisten itäminen voi estyä sen vaikutuksesta. Kasvilajit voidaan jakaa valoon suhtautumisen mukaan kolmeen ryhmään, valosta riippumattomiin, joiden itämiseen valolla ei ole vaikutusta, pimeässä itäviin, joiden itämistä valo ehkäisee, sekä valoa itämisessä tarvitseviin, jotka tarvitsevat valoa jo siemenen turpoamisen aikana. (Voipio, ym 1993, 30-

31.)

### 3.2 Kasvulliset lisäysmenetelmät

Kun halutaan tuottaa täsmälleen emokasvin kaltaisia jälkeläisiä, käytetään kasvullista eli vegetatiivista lisäystä. Heikkoutena perinteiseen siemenlisäykseen verrattuna on se, että mahdolliset kasvitaudit, kuten virukset voivat siirtyä eteenpäin tulevaan sukupolveen. Hyötynä luonnollisesti kasvuston tasalaatuisuus, koska pistokkaista kasvaneet kasvit ovat täysin emokasvin kaltaisia, jos kasvuolosuhteet ovat samat. Katso kuvio 3 (Koivunen 2003, 95.)



*KUVIO 1. Emokasvin kaltainen pistokas*

Kasvullisen lisäyksen mahdollistaa kasvisolujen totipotentsisuus eli kaikenkykyisyys. Kasvit kykenevät uudentumaan pienestä osastaan uudeksi kasviyksilöksi. Kasvin jokainen solu sisältää geneettiset ohjeet uuden kasviyksilön muodostumiseen. Erilaistuneet kasvisolut pystyvät palautumaan vielä kasvullisiksi. Kasvullista lisääntymistä tapahtuu myös luonnollisesti erilaisten kasvinosien, kuten itusilmujen, sivusipulien tai rönsyjen avulla. Menetelmänä suvuton lisäys on tärkeä koristekasveja sekä marja- ja hedelmäkasveja viljeltäessä. (Koivunen 2003, 96.)

Kasvullisesti lisättävästä kasviyksilöstä eli emokasvista irrotettua kasvinosaa kutsutaan pistokkaaksi. Erilaisia pistokastyyppejä ovat muun muassa ruohomaiset versopistokkaat, puolipuutuneet versopistokkaat ja lehtipistokkaat. Emokasvien, joista pistokkaita otetaan, tulee olla terveitä ja vapaita tuholaisista. Pistokkaat juurtuvat parhaiten, kun emokasvi on nuoruusvaiheessa, eli se ei kykene vielä kukkimaan. Joillakin lajeilla vegetatiivista kasvuvaihetta voidaan ylläpitää sopivalla päiväpituuskäsittelyllä, joka estää kasvien siirtymisen kukkimisvaiheeseen, esimerkiksi joulutähden pitäminen vegetatiivisessa vaiheessa pitkäpäivänolojen avulla. Joidenkin lajien kukkiminen voidaan estää runsaalla leikkaamisella ja latvomalla. Latvominen myös lisää kasvin uusien latvojen tuotantoa, joista voidaan ottaa uusia pistokkaita. (Koivunen 2003, 98.)

Pistokkaiden juurtumista on monien lajien kohdalla mahdollista tehostaa juurrutushormonien, kuten synteettisten auksiinien, IBA:n ja NAA:n avulla. Käytettäessä hormonia pistokkaan leikkauspinnat käsitellään hormonilla, esimerkiksi sekoittamalla hormonia asetoniin ja talkkiin, antamalla seoksen kuivahtaa, ja tämän jälkeen käsittelemällä pistokkaiden tyvet hormonipitoisella aineella. (Koivunen 2003, 101.)

Juurtuvien pistokkaiden nestejännityksen turvaaminen versossa ja lehdissä on juurten puutteen takia erityisen tärkeää. Tämän saavuttamiseksi pistokkaita säilytetään 90-100% suhteellisessa ilmankosteudessa. Suurilehtisten lajien lehtiä voidaan myös pienentää leikkaamalla, jotta niiden haihdutus vähenisi. Ruohomaisten pistokkaiden juurrutus suoritetaan 18-27 celsiusasteen lämpötilassa. Pistokkaat eivät tarvitse voimakasta valoa juurtumisvaiheessa, koska liian voimakas yhteyttämistuotteiden kerääntyminen lehtiin juurten puutteessa voi hidastaa juurtumista. Pistokkaiden sumutusveteen ei suositella lisättäväksi ravinteita, jotta ne eivät lisää levänkasvua kasvualustan valolle alttiina olevassa pinnassa. Juurrutusaluestaan voidaan toisinaan lisätä hallitusti liukenevia ravinteita. (Koivunen 2003, 102.)

## 4 Kasvin mineraalienotto

Normaalisti kasvit ottavat veden ja mineraalit maasta. Vesiviljelylaitteiston on tarjottava samat kriittiset ominaisuudet kuin mullankin. Siksi on tärkeää ymmärtää kasvin kasvua mullassa, ymmärtääksemme kasvin kasvua vesiviljelyssä. Multa tarjoaa neljä kasvien tarvitsemaa ominaisuutta, joiden on täytyttävä myös vesiviljelyssä. Veden, ravinteiden, hapen tarjonta sekä kasvin tukeminen ovat kriittisiä ominaisuuksia. Maa-aineksessa ravinteet ovat sekä liukenemattomassa että liukoisessa muodossa, mutta kuitenkin hajottajien toiminnan tuloksena niiden on hajottava pienempään yksinkertaisempaan muotoon, jotta ne olisivat kasvien käytettävissä. (Resh 2002, 38.)

Kun veteen lisätään epäorgaanisia suoloja, niiden rakenne hajoaa ja ne muuttuvat sähköisesti varautuneiksi yksiköiksi, joita kutsutaan ioneiksi. Mullassa ne ovat kasvien käytettävissä sekä maa kolloidien pinnalta että maan vesiliuoksesta. Positiivisesti varautuneet kationit kasvi ottaa maahiukkasista, kun taas negatiivisesti varautuneet anionit maanesteestä. (Resh 2002, 39.)

Maaneste on mullassa tärkein kasvin ravinteiden lähde. Koska se on melko laimeaa, kasvit kuluttavat siitä ravinteet nopeasti, joten niitä on korvattava maa-aineshiukkasista. Kiinteä maa-aines luovuttaa mineraalielementtejä maanesteeseen mineraalien ja orgaanisen aineksen hajoamisen kautta, sekä kationinvaihdon kautta. Negatiivisesti varautuneet savishiukkaset ja kiinteä orgaaninen aines pidättävät kationeja, kuten kalsium  $\text{Ca}^{++}$ , magnesium  $\text{Mg}^{++}$ , Kalium<sup>+</sup>, natrium<sup>+</sup>, alumiini  $\text{Al}^{+++}$  ja vety<sup>+</sup> ioneita. Anionit kuten nitraatti  $\text{NO}_3^-$ , fosfaatti  $\text{HPO}_4^-$ , sulfaatti  $\text{SO}_4^-$ , kloori  $\text{Cl}^-$  ja muut löytyvät yksinomaan maanesteestä. (Resh 2002, 40.)

Mullassa kasvatetun ja vesiviljellyn kasvin välillä ei ole fysiologisia eroja. Mullassakin orgaanisten ja epäorgaanisten komponenttien täytyy hajota epäorgaanisiksi ollakseen kasvin käytettävissä. Molemmassa, mullassa ja vesiviljelyssä ravinteidenotto toimii samalla tavalla. Juuren ollessa kontaktissa ravinneliuksen kanssa, ionit liikkuvat juureen soluseinien läpi diffuusion avulla, suuremmasta pitoisuudesta pienempään, eli kemiallisesti. Tätä kutsutaan passiiviseksi ravinteiden otoksi, koska se ei kuluta kasvin energiaa. Kuitenkin kun ionit kerääntyvät soluun, sen on tarjottava energiaa, jolla tämä kemiallinen erotus voitetaan. (Resh 2002, 41,43.)

Ionit liikkuvat soluun myös sähköisten varausten avulla. Sähköinen potentiaali kasvaa kun kationit diffundoituvat solukalvon läpi nopeammin kuin anionit, jolloin solun sisällä on positiivisempi varaus kuin ulkopuolella. Riippuen sähkökemiallisista tekijöistä ionin kuljetus on joko passiivista tai aktiivista. Joskus nämä molemmat tekijät vaikuttavat samaan suuntaan. Esimerkiksi joskus ionin konsentraatio voi olla solun sisällä suurempi kuin ulkopuolella, mutta sen liikuttaminen ei vaadi energiaa, jos sähköinen potentiaali solun sisällä on tarpeeksi negatiivinen. (Resh 2002, 43.)

On monia teorioita kuinka selittää soluhengityksen ja aktiivisen kuljetuksen yhteys, mutta useimmat niistä sisältävät kuljettajamekanismin. Esimerkiksi, kun ioni on kontaktissa solukalvon ulkopuolen kanssa se saattaa neutraloitua ja liittyä solukalvossa olevan jonkin molekyylin kanssa. Ioni joka on kiinnittynyt tähän kuljettajaan, saattaa liikkua suoraan solukalvon läpi, vapautuen toisella puolella kalvoa. Kiinnittyminen saattaa tarvita energiaa ja se voi tapahtua vain toisella puolella solukalvoa, kun taas irrottautuminen toisella puolella. Ionin irrottautumisen jälkeen kuljettaja on jälleen valmis kuljettamaan uusia ioneita. Ionin valintaa kontrolloi kuljettajan tietty kyky muodostaa yhdistelmiä eri ionien kanssa. Esimerkiksi kaliumin otto estyy, mikäli kuljettajaan on sitoutuneena rubinium, joka ilmentää sitä, että kaksi ionia käyttää samaa kuljettajaa. (Resh 2002, 44.)

## 5 Veden kemiaa

Vesi yleisenä liuottimena mahdollistaa ravinteiden kuljetuksen kasville ja näiden juurille. Veden laatu on merkittävä tekijä, jotta kasvi pystyy toimimaan maksimaalisella potentiaalilla.

Kasvit ottavat hiiltä, vetyä ja happea ilmasta ja vedestä. Loput ravinteiksi kutsutut elementit kasvi saa vesiviljelyssä ravinneliuksesta, joka on vettä, johon on liuenneena ravinnesuoloja. Ravinneliuksen tulee olla oikeassa suhteessa eri elementtien osalta, jotta juuret kykenevät imemään ravinteita ja vettä tehokkaasti. (Van Patten 2004, 19.)

Tavallinen vesijohtovesi sisältää usein korkeita pitoisuuksia natriumia, kalsiumia, alkalisia suoloja, rikkiä sekä klooria. Veden pH voi olla liian korkea tai matala. Rannikkoalueilla vesi sisältää usein enemmän natriumia ja alueilla, joilla sateita saadaan alle 70 cm vuodessa, vesi saattaa sisältää runsaasti alkaalisia suoloja. (Van Patten 2004, 19.) Vesi joka sisältää enemmän kuin 50 ppm natriumkloridia on vesiviljelyyn kelpaamatonta. (Resh 2002, 27).

### Kova vesi ja puskurointi

Veden kovuutta mitataan karbonaatti-ionien ( $\text{HCO}_3^-$ ) pitoisuudella liuoksessa. Alueesta riippuen pohjavedet, jotka ovat kalkkisilta tai dolomiittisilta alueilta, sisältävät suuria määriä kalsiumia ja magnesiumkarbonaattia, jopa suurempia määriä kuin ravinneliuksissa käytetään. (Resh 2002,27.)

Kova vesi sisältää kalsiumkarbonaatti ja magnesiumsulfaattia. Sulfaatti ioni on tärkeä ravinne kun taas karbonaatti ei ole. Kuitenkin karbonaatti auttaa puskuroimaan veden pH vaihteluita. Karbonaatit ja bikarbonaatit aiheuttavat vedessä pH:n nousua ja näissä oloissa pH ei laske helposti. Tätä ilmiötä voidaan käyttää hyväksi pehmeissäkin vesissä lisäämällä ravinneliukseen 30-50ppm kaliumkarbonaattia taikka bikarbonaattia. (Resh 2002, 27.)

## Veden happipitoisuus

Kasvien tyytyväisyys ja kasvupotentiaali ovat riippuvaisia juuriston hapensaannista. Kasvit ovat kykeneväisiä kasvamaan vain niin hyvin kuin juuriston hyvinvointi sallii ja satoisuus on suoraan verrannollinen juurten kasvuun ja kokoon. Lämmin vesi pidättää vähemmän happea kuin kylmä vesi. Ravinneliuos ei saa kuitenkaan olla liian kylmää eikä kuumaa, eikä sen lämpötila saa missään tapauksessa vaihtua nopeasti monia asteita lämpöshokin välttämiseksi. Nolla-asteisessa vedessä happea on sitoutuneena 0,0014 % kun huoneenlämpöisessä noin 20 asteisessa vedessä happea on 0,0008 %. 30 asteisessa vedessä happea on enää 0,0005 %. (Winterborne 2005, 67-68.)

Juurten ravinneliuksesta ottama happi on vain 1% kasvin kokonaistarpeesta. Ravinneliuksen hapettaminen auttaa nostamaan happipitoisuutta, mutta isompi tekijä on veden sekoittaminen, jotta patogeenit kuolevat ja ravinneliuos pysyy tuoreena ja käyttökelpoisena pidempään. Veden lämpötila on ratkaiseva tekijä happipitoisuudessa. Mikäli laitteistosta riippuen on mahdollista, kastelussa käytetään jaksotusta, jotta juuret saavat enemmän happea. Tämän voi hoitaa yöaikaan. Korkea happipitoisuus vaikuttaa myös sähköjohtavuuteen ja näin ollen ravinteiden imeytymiseen. Mitä korkeampi happipitoisuus, sitä pienemmällä energialla ravinteiden otto toimii. Hyvin hapetetussa ravinneliuksessa happipitoisuus on 0,0008 %. (Winterborne 2005, 69-70.)

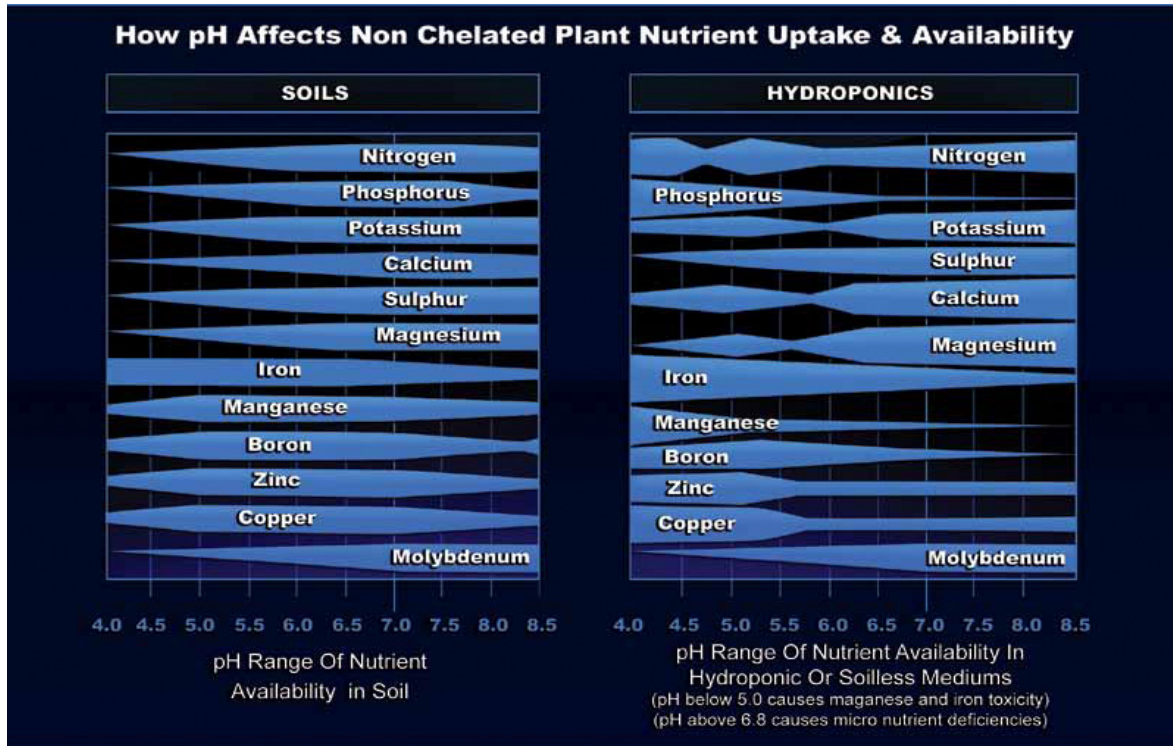
## Veden happamuus

pH mittaa veteen liuenneiden hydronium ionien  $H_3O^+$  määrää. Se perustuu kaavaan 0-14 ja se on logaritminen, joten jokainen yksikön muunnos tarkoittaa kymmenkertaista muutosta happamuudessa tai emäksisyydessä. Puhtaassa vedessä pH on 7. Sitä alempi luku on hapan ja suurempi emäksinen. (Generalhydroponics 2015, viitattu 18.5.2015.)

pH:n mittaaminen on erittäin tärkeää terveen puutarhan aikaansaamiseksi, sillä liian hapan tai emäksinen liuos vaikeuttaa ravinteiden saantia. Katso kuvio 2. Useimmat hydroponisesti kasvatetut kasvit tulevat parhaiten toimeen pH-arvon ollessa 5,5-6,5. Juuret ottavat ravinteita eri määriä mikä



aiheuttaa sen, että pH muuttuu, joten ravinneliuoksen puskurointi on tarpeellista. pH:ta testataan elektronisella mittarilla taikka tippatestillä. Katso kuvio 3. pH:n säädössä happamampaan käytetään yleensä fosforihappoa ja pH:n säädössä emäksiseen suuntaan käytetään yleensä kaliumhydroksidia. (Van Patten 2004, 20,21.)



KUVIO 2. pH:n vaikutus ravinteiden saatavuuteen. (Organta 2015, viitattu 16.9.2015).

## Johtokyky

Johtokyky mittaa liuoksen kykyä kuljettaa sähkövirtaa. Liuoksessa positiivisesti tai negatiivisesti varautuneet ionit kuljettavat sähkövirtaa. Liuoksen kyky kuljettaa sähkövirtaa riippuu muun muassa ionien pitoisuudesta, ionien liikkuvuudesta, ionien varausluvusta, lämpötilasta. (Koski 2010, viitattu 18.5.2015.)



*Kuvio 3. Sähkönjohtokyky mittari sekä pH- tippatesti*

Liuenneiden ravinteiden määrää mitataan ravinneliuoksen kyvyllä johtaa sähköä, sillä puhdas vesi ei johda sähköä ollenkaan. Mitä enemmän ravinneliuoksessa on ravinteita, sitä paremmin se johtaa sähkövirtaa. Johtokyky kertoo liuokseen liuenneiden ravinteiden pitoisuuteen, mutta se ei kerro mitä ravinteita liuokseen on liennut, eikä niiden suhteita. Sähkönjohtokykyä mitataan elektronisella johtokyky mittarilla. Katso kuvio 3. (Van Patten 2004, 22.)

## **6 Kasvualustat**

### **6.1 Aktiiviset (Orgaaniset) kasvualustat**

Orgaanisilla kasvualustoilla on fyysisiä ja kemiallisia ominaisuuksia, jotka tekevät niiden käyttämisestä erilaista verrattuna epäorgaanisiin kasvualustoihin. Esimerkiksi turve sekä kompostoitu männynkuori pidättävät ravinteita ja vettä, joten ne käyttäytyvät viljelyssä mullan kaltaisesti. Näitä ominaisuuksia ei löydy epäorgaanisista materiaaleista, kuten sorasta, hiekasta, perliitistä tai kivivillasta. Nämä orgaaniset kasvualustat toimivat aktiivisina, ja niillä on puskurointikykyä toimiessaan eräänlaisina varastoina tärkeille elementeille, kuten vedelle ja ravinteille. (Benton Jones 2005, 154.)

#### **Kookoskuitu**

Kookoskuitu on kookoksen kuorta, joka on jauhettu kahvin tapaiseksi rouheeksi murskaimella. Kuorta ei siivilöidä kuiduista, mikä lisää sen huokoisuutta ja näin ollen se takaa paremman ilmavuuden kuin turve. Monet yritykset myyvät kookoskuitua puristettuna, jolloin se pitää imeyttää veteen. pH vaihtelee 5,7-6,3. (Resh 2002, 361.)

Kookoskuidulla on korkea kapillaarikyky, sekä veden ja ravinteiden pidätyskyky. Kookoskuitu voidaan sekoittaa perliittiin eri suhteissa, jolla saadaan vedenpidätyskyvyltään vaihtelevia kasvualustoja. Tuotteiden partikkeli koko saattaa vaihdella ja ne saattavat sisältää haitallisia suoloja, kuten natriumia. (Benton Jones 2005, 154.)

#### **Turve**

Turve sisältää melkein maatonutta suokasvillisuutta. Turpeen ominaisuudet vaihtelevat suuresti maatumisasteen ja happamuuden osalta riippuen siitä, mistä se on peräisin. (Resh 2002, 356). Vesiviljelyssä turvetta käytetään yleensä siemenien idätyksessä ja ruukutus- ja kasvualustana. Turve voi kyllästyä täysin vedestä ja normaalisti se sekoitetaan muihin materiaaleihin, jolloin kasvualusta vaihtelee kemiallisilta ja fysikaalisilta ominaisuuksiltaan. (Benton Jones 2005, 154.)

## **Kompostoitu männynkuori**

Männynkuorta käytetään yleensä ruukutuksessa turpeen vaihtoehtona. Se täytyy olla kompostoitua haitallisten aineiden hävittämiseksi. Korkeat mangaanitasot voivat vaikuttaa typen imeytymiseen. Kompostoidulla männynkuorella on kyky ehkäistä juuriston sairauksia. (Benton Jones Jr 2005, 154.)

## **Sahanpuru**

Tuore, kompostoitamaton sahanpuru on hyvä lyhytaikaiseksi kasvualustaksi. Sillä on melko hyvät ominaisuudet vedenpidätyskyvyn ja ilmavuuden osalta, mutta sahanpuru kompostoituu vetisissä olosuhteissa helposti, mistä aiheutuu ongelmia pitkäaikaisessa käytössä. (Benton Jones 2005, 154.)

## **Riisinkuoret**

Riisinkuoret ovat vähemmän tunnettu ja käytetty kasvualusta. Sillä on perliitin kaltaisia ominaisuuksia. Vesi valuu vapaasti läpi eli sillä on matala vedenpidätyskyky. Tuotteen myyjästä riippuen riisinkuoret saattavat sisältää ei toivottuja kemikaaleja ja saattavat vaatia kasvualustan sterilointia. (Benton Jones 2005, 154.)

## **Rahkasammal**

Maatumaton rahkasammal on yleinen materiaali monissa mullattomissa kasvualustoissa. Alkuperästään riippuen rahkasammal vaihtelee sekä fyysisten että kemiallisten ominaisuuksien osalta. Se on erittäin hyvä siementen idätykseen ja sitä käytetään verkkoruukuissa ravinnekalvoviljelyssä. Rahkasammal kyllästyy helposti vedestä mutta sillä on jonkin verran kykyä ehkäistä juuriston sairauksia. (Benton Jones 2005, 154.)

## **Komposti**

Kompostia käytetään orgaanisena materiaalina hydroponisissa systeemeissä. Kompostilla on vaihtelevia fyysisiä ja kemiallisia ominaisuuksia ja se sisältää kasvien tarvitsemia ravinteita orgaanisessa muodossa. Se kyllästyy helposti vedestä ja parhaimmillaan se on muihin kasvualustoihin sekoitettuna. (Benton Jones 2005, 154.)

## **6.2 Inaktiiviset (Epäorgaaniset) kasvualustat**

### **Kivivilla**

Kivivilla on puhdas, steriili, kuivana kevyt ja korkean vedenpidätyskyvyn (80 %) omaava kasvualusta. Sillä on hyvä ilmavuus (17 %), mutta ei puskurointikykyä. Kivivillalla on hyvät ominaisuudet, sekä siementen idätykseen että kasvin pidempiaikaiseen kasvatukseen. (Benton Jones 2005, 144.)

### **Vermikuliitti**

Vermikuliitti on kiilteinen mineraali, joka lämmitysprosessissa laajenee ja rikkoo rakenteensa muodostaen huokoisia rakeita. Vermikuliitilla on puskurointikykyä ja kationin vaihtokapasiteetti, jonka lisäksi se pidättää ravinteita. Se sisältää myös jonkin verran magnesiumia ja kaliumia. (Resh 2002, 357.)

Ulkomuodoltaan vermikuliitti on huokoinen, steriili, kevyt, ja sillä on korkea vedenpidätyskyky (jopa 5 kertaa oma paino). Kuitenkin se kyllästyy helposti vedestä, joten yleensä se sekoitetaan kasvualustaan jolla on parempi ilmavuus. (Benton Jones 2005, 144.)

## **Perliitti**

Perliitti on tuliperäinen laavasta louhittu kasvualusta. Raakalaava murskataan ja siivilöidään, jonka jälkeen se lämmitetään uunissa noin 760 asteeseen, jolloin se laajenee entisestään. Se pidättää vettä 3-4 kertaa oman painonsa ja on yleensä raekooltaan 1,5-3,1 mm. Se on neutraali pH-arvoltaan, mutta sillä ei ole puskurointikykyä eikä kationin vaihtokapasiteettia. Perliittiä käytetään yleensä tuottamaan kasvualustaan hyvä ilmavuus. (Resh 2002, 357.)

Perliitti on piimainen, steriili, sienimäinen, todella kevyt kasvualusta. Vermikuliittiin sekoitettuna se on erinomainen siementen idätykseen. Pöly voi aiheuttaa hengitysongelmia. (Benton Jones 2005, 144.)

## **Sora ja metallilastut**

Partikkeli koon ollessa 5-15mm halkaisijaltaan soralla ei ole vedenpidätyskykyä ja se painaa paljon, joka voi olla eri tilanteissa joko hyvä tai huono ominaisuus. Sora ja metallilastut on myös mahdollisesti steriloitava ennen käyttöä. (Benton Jones 2005, 144.)

## **Hiekka**

Hiekan ideaali koko vesiviljelyssä on halkaisijaltaan 0,6-2,5 mm. Hiekka sisältää usein savea tai hiesua, jolloin se on huuhdeltava ennen hydroponista käyttöä. Hiekkalla on korkea paino ja sitä on usein lisätty orgaanisiin mullattomiin sekoituksiin parantamaan veden läpäisykykyä. (Benton Jones 2005, 144.)

## **Lecasora**

Lecasora on kevyttä, reagoimatonta, pH neutraalia ja uudelleen käytettävää. Ilmahuokoset pyöreän pelletin sisällä sekä kestävä keraaminen pinta luovat erinomaisen kasvualustan, joka pidättää hyvin ravinneliuosta ja ilmaa. Pyöreä muoto mahdollistaa suuren määrän ilmaa partikkeleiden väleissä, mikä stimuloi ravinteiden ottoa ja luo hyvän salaojituksen. (Van Patten 2004, 38.)

## **7 Ravinteet ja lannoitepaketit**

Ravinnesekoitusten ja jauheiden yhdistelmät saattavat aluksi kuulostaa monimutkaiselta ja hankalalta, mutta niiden käyttö perustuu kuitenkin samaan kemiaan. Usein vaikuttaa siltä, että valmistajat haluavat saada kasvattajan ostamaan jokaisen ravinne- ja vitamiinivalmisteeseen ja kuluttamaan mahdollisimman paljon rahaa, kaikilla mahdollisilla keinoilla, jotta kasvit voisivat paremmin kuin ne jo voivat. Todellisuudessa monet hienolta kuulostavat tehosteliuokset ovat suurimmaksi osaksi vettä. (Winterborne 2005, 51.)

Kuitenkin ravinteet ovat absoluuttisen kriittisiä kasvin täyden kasvupotentiaalin saavuttamisen kannalta. Ravinteet voidaan jakaa kuuluviksi kolmeen ryhmään, joita ovat pääravinteet, sivuravinteet ja mikroravinteet. Pääravinteita tarvitaan kasvin kasvun kannalta eniten, kun taas sivu- ja mikroravinteita tarvitaan pienempiä määriä. (Winterborne 2005, 51.)

Nämä ryhmät voidaan jakaa vielä kahteen eri ryhmään eli helposti liikkuviin ja heikosti liikkuviin ravinteisiin. Typpi, fosfori, kalium, magnesium ja sinkki ovat liikkuvia ravinteita. Tämä tarkoittaa sitä, että ne pystyvät liikkumaan kasvissa paikasta toiseen niiden tarpeen mukaan. Heikosti liikkuvat ravinteet ovat kalsium, boori, kloori, koboltti, kupari, rauta, mangaani, molybdeeni, pii ja rikki. Tämä tarkoittaa sitä, että vajauksen sattuessa ne eivät kykene vaihtamaan paikkaa kasvissa ja tyydyttämään puutosta. (Winterborne 2005,51.)

### **7.1 Epäorgaaniset vesiviljelyravinnepaketit**

#### **Yksiosaiset ravinnepaketit**

Yksiosaiset ravinnepaketit ovat suosittuja oletetun helpon käytettävyyden vuoksi. Pohjimmiltaan ne kuitenkin ovat kaksi tai kolmeosaisia ravinnepaketteja, jotka sisältävät ravinnepullon kasvin vegetatiiviseen kasvuun, kukintaan ja yleensä kolmas osa on tarkoitettu kukinnan tehostamiseen. Käytännössä kukitusvaiheessa käytetään kaksiosaista ravinnepohjelmaa vaikkakin niitä markkinoidaan

yksiosaisena ravinnepakettina. Ravinteita on laimennettu niin paljon että eri ravinteet eivät aiheuta keskenään sekoitettuna sakkaantumista. (Winterborne 2005, 62.)

Vaikka yksiosaisia ravinteita on laimennettu tarpeeksi, ne silti muodostavat helposti ristiriitoja pääravinteiden ja mikroravinteiden osalta, mikä johtaa kasvupotentiaalin heikkoon hyötysuhteeseen. Vuosia parhaat ravinnevalmistajat ovat valmistaneet kaksi tai kolmeosaisia ravinnesettejä eivätkä ne tekisi niin, mikäli se ei olisi tarpeellista kasvun optimoinnissa. (Winterborne 2005, 62.)

### **Kaksiosaiset ravinnepaketit**

Kaksiosaiset ravinnepaketit ovat yleisesti käytettyjä ravinnesettejä. Niitä kutsutaan kaksiosaisiksi ravinneseteiksi, mutta oikeasti ne ovat neljäosaisia settejä, joissa on kaksi ravinnepulloa vegetatiiviseen kasvuun ja kaksi ravinnepulloa kukintavaiheen kasvuun. Nämä ravinnepaketit ovat yksinkertaisia käyttää ja takaavat hyvän kasvun. (Winterborne 2005, 64.)

Näiden ravinnesettien käyttö on yksinkertaista. Vegetatiivisessa vaiheessa käytetään yhtä paljon vegetatiiviseen kasvuun tarkoitettuja A- ja B-seosta. Ne sisältävät enemmän typpeä suhteessa fosforiin ja kaliumiin. Kukinta- ja hedelmien tuottovaiheessa vaihdetaan vain ravinteet kukintavaiheeseen tarkoitettuihin A- ja B-ravinneseoksiin, joita käytetään myös yhtä paljon molempia. Ne sisältävät suhteellisesti vähemmän typpeä. Syy miksi ravinteet on jaettu kahteen osaan molempien kasvun osien osalta, on se että varmistetaan oikeiden ravinteiden saatavuus molemmissa kasvuvaiheissa ja ehkäistään sakkaantumista. Nämä ravinteet ovat myös sisällöltään väkeviä, joten ne kestävät kauemmin käytössä ja ostettaessa niitä, tulee ostaneeksi vähemmän vettä. Näissäkin seteissä on suositeltavaa käyttää viimeisten viikkojen aikana kukinnan tehostajaa. (Winterborne 2005, 64.)

### **Kolmeosaiset ravinnepaketit**

Kolmeosaiset ravinnepaketit sisältävät nimensä mukaisesti kolme pulloa ravinnesekoituksia: kasvu, kukinta ja mikropulot. Kasvuravinne sisältää NPK-suhteessa enemmän typpeä, mikro nimensä



mukaisesti mikroravinteita ja kukitusravinnepullo NPK-suhteessa enemmän fosforia ja kaliumia. Tarkoituksena tässäkin on estää mahdollisia ristiriitoja, ravinnelukkoja ja sakkautumista. (Winterborne 2005, 6.)

Vegetatiivisen kasvun aikana käytetään kaikkia pullojen sisältöjä, mutta enemmän kasvuravinnetta ja vähemmän kukitusravinnetta, kun taas kukitusjakson alussa enemmän kukitusravinnetta ja mikroa ja loppua kohden lopetetaan kasvuravinnepullon ja mikro pullon käyttö kokonaan, käyttäen pelkkää kukitusravinnetta. Näin voidaan taata kasvien ravinteiden saanti juuri niin kuin ne haluavat. Näiden ravinnepakettien käyttö on monimutkaisinta, mutta kun niiden käytön oppii, on niiden käyttö loppujen lopuksi hyvin yksinkertaista ja erittäin tehokasta. Nämä ravinnepaketit ovat sisällöltään väkeviä. (Winterborne 2005, 65.)

## **7.2 Bioponinen viljely ja orgaaniset ravinteet**

Bioponinen vesiviljely tarkoittaa vesiviljelyn yhdistämistä hallittuun bakteerikantaan. Pienimuotoisen biotoopin on tarkoitus muuttaa haitalliset yhdisteet ravinteiksi, samaan tapaan kuin typenkierto luonnossakin tapahtuu. Sen muodostaminen on helppoa ja kun se on kerran saatu toimimaan se parantaa ravinneliuksen säilyvyyttä merkittävästi. Bakteerikanta tarvitsee huokoista materiaalia, jossa se kykenee kasvamaan. Parhaaksi materiaaliksi tähän on havaittu laavakivi nimeltä Vulcaponic, joka sisältää myös silikaattia, joka ehkäisee juurimätää. Bakteerikanta muodostuu itsestään veden lämpötilan ollessa 22 °C, mikä muutenkin on yleinen kasvatuslämpötila. Ravinneliuossäiliötä voidaan lämmittää akvaarion lämmittimellä 28 °C lämpöiseksi, jolloin biotooppi muodostuu nopeammin. Ravinneliuksen hapettaminen on myös tärkeää, jotta bakteerikanta saa tarpeeksi happea elääkseen ja muodostuakseen. (Chiliwiki 2015, viitattu 18.5.2015.)

Kun haluttu bakteerikanta halutaan muodostaa nopeasti, veteen lisätään kahden viikon ajan muutama millilitra merileväuutetta kymmentä litraa kohti ja siitä eteenpäin puolet tästä kymmentä litraa kohti. Noin viikossa biotooppi on muodostunut ja nitriitti (NO<sub>2</sub>) pitoisuus laskee nolnaan bakteerien

muuttaessa sen nitraatiksi, joka on kasville ravinne. Bakterikanta on samankaltainen kuin mullassa toimivat bakteerit ja ne hajottavat esimerkiksi kuolleen juurimateriaalin takaisin ravinteiksi ja aikaasaavat ravinteiden kierron veteen. **”Jätteet”-> ammoniumi -> nitriitti -> nitraatti -> kasvit ja levät -> ”jätteet” -> jne..** pH on bioonisessa viljelyssä 5,5-7,5 eikä pH:ta tarvitse säätää ellei se nouse yli 7,5. Kuitenkin pH arvon ollessa alle 6,5 bakteerien uusiutuminen hidastuu. Ravinteina bioonisessa järjestelmässä voidaan käyttää normaaleja vesiviljelyravinteita. Koska vesiä ei vaihdeta, on EC-mittari välttämätön. Yleensä kasvu on hiukan nopeampaa kuin normaalissa vesiviljelyssä, sillä ravinteet ovat helpommin saatavilla eikä myrkyllistä nitriittiä esiinny. Järjestelmän tuottaessa nitraattia myös typpiravinteen määrää voidaan yleensä laskea noin 10 %. Bioonisessa viljelyssä ei saa myöskään käyttää vetyperoksidia, sillä se tappaa bakterikannan nopeasti. (Chilifoorumi 2015, viitattu 18.5.2015.)

## **Orgaaniset ravinteet**

Orgaaniset ravinteet vesiviljelyssä sisältävät liukoista orgaanista ainesta ja luonnollisia muokkaamattomia kivennäisaineita, kuten kalkkikiveä. Toimiakseen ravinteiden tulee olla liukoisia ja valmiiksi käytettävissä. Tasapaino ravinteiden välillä vaatii kokemusta ja yksityiskohtien huomioimista, sillä johtokykyttarilla ei saada oikeita tuloksia orgaanisista ravinteista. Kokeilemalla kuitenkin oppii muodostamaan hyvän sekoituksen ja tuottamaan hyvän makuisia orgaanisia kasvituotteita. (Van Patten 2004, 25.)

## **7.3 Pääravinteet**

### **Typpi (N)**

Typen osuus lehden kuiva-aineksesta voi vaihdella 2-5 %. Optimaalinen typen hyötysuhde vaihtelee eri kasvilajeilla, mutta tyypillisesti typen osuus lehden kuivapainosta on suurimmillaan kasvun alkuvaiheessa ja sitten vähenee kukinnan aikana. (Benton Jones 2005, 38.)

Typpi on tärkeä aminohappojen ja proteiinien rakenneosana, joka toimii pääasiassa roolissa kasvien kasvussa. Typen rooli on todennäköisesti suurin verrattuna muihin tärkeisiin ravinteisiin, kun ajatellaan kasvin kasvua, sadontuottoa ja laatua sekä suhteutetaan se typen vajaukseen taikka liialliseen pitoisuuteen ravinneliuoksessa. (Benton Jones 2005, 38.)

Typpeä esiintyy kahdessa eri ionimuodossa. Ammoniumtyppi  $\text{NO}_3^-$  ja nitraattityppi  $\text{NH}_4^+$ . Näiden keskinäinen suhde on tärkeää, sillä tämä vaikuttaa myös pH-arvon vaihteluun. Mikäli nitraattityppeä on liuoksessa enemmän, sen otto liuoksesta nostaa pH-arvoa, kun taas ammoniumtypen ollessa suhteellisesti hallitseva, sen otto laskee pH-arvoa. Normaali tilanteessa nitraattityppi on helpommin kasvin käytettävissä happamissa olosuhteissa kun taas ammoniumtyppi on helpommin käytettävissä emäksisissä oloissa. pH-arvon ollessa 6,8 eri typpienotto on tasapainossa. (Benton Jones 2005, 40.)

Kuitenkaan optimaalista kasvua haettaessa ammoniumtypen osuus ei saisi ylittää 50 % ja paras suhdeluku olisi typpien osalta 75% nitraattityppeä ja 25% ammoniumtyppeä. Ammoniumtyppi voi olla kasveille toksista, mikäli sen osuus tyypestä on liian suuri aiheuttaen hidastuneen kasvun ja sisäänpäin kupristuvat lehdet, koska se vaikuttaa kalsiumin imeytymiseen, joka taas vaikuttaa kasvissa soluseinämien olomuotoon. Voimakkaassa valaistuksessa esimerkiksi tomaatilla tämä ilmenee voimakkaammin kun taas heikossa valaistuksessa eroa ei välttämättä huomaa. Tomaatti ja paprikat, kuten chili ovat erityisen herkkiä ammoniumtypelle. (Benton Jones 2005, 40.)

Kun ammoniumtyppeä on ravinneliuoksessa paljon, juuristo kasvaa karkeaksi ja juuret paksuiksi, kun taas nitraattitypen korkea pitoisuus aikaansaa juuriston lyhyemmän kasvun, sekä juurikarvojen määrällisen vähenemisen. Valmiina myytävissä ravinnepaketeissa nitraattitypen ja ammoniumtypen suhdelukujen olisi oltava kolmen tai neljän suhde yhteen. (Benton Jones 2005, 40.)

### **Typen vajauksen oireet**

Typen vajaus näyttäytyy lehtien vaalenemisena suhteessa terveen kasvin ulkonäköön. Koska typpi on liikkuva ravinne, oireet näkyvät ensimmäisenä vanhemmissa lehdissä, jotka vaalenevat ja myöhemmin

kellastuvat. Typen vajoaus aikaansaa hidastuneen kasvun, aikaistuneen kukinnan ja nopeutuneen kasvurytmin. Typen vajoaus saa kasvissa aikaan sen resurssien siirtymisen juuristoon, mutta vajoaus on nopeasti hoidettavissa laittamalla kasvualustaan jonkin muotoista typpeä. Ajanjaksot jolloin typen pitoisuus ei ole ollut suotuisalla tasolla vaikuttavat kasvuun, ulkonäköön ja ennen kaikkea satoon huomattavasti ja varsinkin silloin kun se tapahtuu kasvun kriittisissä vaiheissa. (Benton Jones 2005, 38.)

Typen oikean pitoisuuden määrittäminen tapahtuu helpoiten silmämääräisesti mutta siihen on olemassa myös klorofyllimittareita. Rikkivajauksen voi joskus sekoittaa typen vajakseen, mutta se näyttäytyy koko kasvissa, kun taas typenvajoaus vanhemmissa lehdissä. (Benton Jones 2005, 39.)

### **Liiallisen typpipitoisuuden oireet**

Typen liiallisessa annostelussa on yhtä suuri vaara kuin vajauksessakin. Varsinkin kun kyseessä on hedelmiä tuottavat kasvit. Liiallinen typpipitoisuus ilmenee tummanvihreänä lehvästönä ja tällaiset kasvit ovat herkempiä tuholaisille, taudeille ja muille ympäristön muutoksille. (Winterborne 2005, 53.)

Ylenmääräinen typpi hedelmää tuottavissa kasveissa haittaa kukintaa ja myös heikentää hedelmien laatua. On mahdotonta paikata tilannetta muilla hedelmän tuottamiseen osallistuvilla ravinteilla, kuten kaliumilla ja boorilla, jos ravinneliuoksessa on ylenmääräisesti typpeä. Liiallinen typen määrä on myös kasville vahingollisempi kuin typenvajoaus. (Benton Jones 2005, 39.)

### **Fosfori**

Fosforipitoisuus kasvin kuiva-aineksesta vaihtelee 0,2-0,5%. Fosforipitoisuus nuorissa kasveissa on yleensä suhteellisen korkea (0,5-1%), mutta kasvin vanhetessa vähenee. Fosforin otto kasvaa hedelmien tuottamisen aikaan, jonka jälkeen se laskee nopeasti. (Benton Jones 2005, 41.)

Biokemiallisesti fosforilla on avainasema kasvin energianvälityssysteemissä ollen yksi elementeistä adensiini trifosfaattissa ATP, adensiini difosfaattissa ADP, sekä fosforikreatiinissa, jotka luovuttavat

molekyylin hajotessa sidoksistaan energiaa kasvin aineenvaihdunnan ylläpitämiseen. Fosforin puutos hidastaa kasvua nopeasti myös, koska se on nukleotidi happojen eli DNA:n ja myös solun pintalipidien rakennusaine. (Benton Jones 2005, 42.)

Ravinteissa fosforia sisältävät yleensä ammonium- ja kaliumyhdisteet, joko monovetyfosfaatteina  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  ja  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  taikka divetyfosfaatteina  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  ja  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ . Nykyään on alettu käyttää myös fosforihappoa  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , mikäli halutaan myös tämän hapottavaa vaikutusta, kuten pH-säätelyssä on tapana. Ravinneliuoksen sisältäessä kalsiumia Ca ja magnesiumia Mg nämä saostuvat helposti muodostaen suolasakkaa, käytetään sitten aktiivisia taikka inaktiivisia kasvualustoja. (Benton Jones 2005, 43.)

#### Fosforivajauksen oireet

Fosforivajauksen ensimmäinen oire on hidastunut kasvu. Vajauksen pitkittyessä vanhemmat lehdet värittyvät tumman violeteiksi, jonka kaltainen väritys saattaa tosin johtua myös liian alhaisesta lämpötilasta, joko ilmassa taikka juuristossa. Koska fosforinotto on siis sidoksissa lämpötilaan saattaa lämpötilojen nosto korjata tilanteen itsestään. (Benton Jones 2005, 42.)

#### Fosforin yliannostuksen oireet

Fosforipitoisuuden ylittäessä 1 % kasvin kuivapainosta puhutaan fosforin yliannostuksesta. Fosfori yliannostus vaikuttaa muiden elementtien, kuten raudan Fe, mangaanin Mn ja sinkin Zn imeytymiseen, joista sinkin imeytyminen havaitaan ensimmäisenä. Yleensä fosforin liikalannoitusta esiintyy kuitenkin vain silloin, kun kasvi tarvitsisi oikeastaan vain typeä taikka kaliumia taikka molempia. (Benton Jones 2005, 42.)

### **Kalium**

Kalium on hallitseva epäorgaaninen elementti kasveissa, sen pitoisuuden ollessa 1,25-3 % kuiva-aineksesta. Joissakin kasveissa, kuten banaaneissa, sen pitoisuus voi olla jopa 10 %. Hedelmiä tuottavat

kasvit, kuten tomaatti, kurkku ja paprikat tarvitsevat enemmän kaliumia kuin muut kasvit. Kuten typen ja fosforin myös kaliumin pitoisuus kasvissa on aluksi suuri, mutta se vähenee iän myötä. Juuristo ottaa kaliumia vastaan helposti enemmän kuin sen fysiologinen tarve muuten olisi. Tätä tilaa kutsutaan nimellä luksusotto. (Benton Jones 2005, 44.)

Kaliuminotto on korkealla tasolla kasvin vegetatiivisessa vaiheessa laskien dramaattisesti hedelmien tuoton jälkeen. Hedelmiä tuottavilla kasveilla, kuten tomaatilla ja joillakin kukkia tuottavilla kasveilla kaliumin tarve on korkea ja sen saanti vaikuttaa paljon hedelmien ja kukkien laatuun. Sen pitoisuus ravinneliuoksessa voi olla korkeampi kuin kasvi fysiologisesti tarvitsisi, joten yliannostuksen vaara on pieni. Yleensä kalium esiintyy ravinteissa kalium nitraatin  $\text{KNO}_3$  taikka kalium sulfaatin  $\text{K}_2\text{SO}_4$  muodossa. (Benton Jones 2005, 44.)

Kalium on välttämätön elementti kasvissa ionibalanssin ylläpidon kannalta ja sen uskotaan vaikuttavan ratkaisevasti hiilihydraattien synteesissä ja liikunnassa. Se on myös välttämätön monien entsyymien aktivoinnissa ja kaliumioni  $\text{K}^+$  on tärkeä tekijä osmoottisen potentiaalın ylläpidossa soluissa, sekä ilmarakojen toiminnassa. (Benton Jones 2005, 44.)

### **Kationeiden välinen tasapaino**

On kriittistä ylläpitää tasapainoa kalium  $\text{K}^+$ , kalsium  $\text{Ca}^+$  ja magnesium  $\text{Mg}^+$  ionien välillä. Kun kaliumin tasot ovat korkeat suhteessa muihin ioneihin, magnesiumvajaus yleensä ilmaantuu ensimmäisenä. Joissain tapauksissa myös kalsiuminvajaus on mahdollinen. Yleensä tämä tapahtuu kun kalium lannoitus on liian suurta. Vaikka kaliumin ja magnesiumin vuorovaikutus on havaittavissa helpommin, on näiden kolmen tekijän välisestä balanssista pidettävä huolta. Esimerkiksi tomaatin laatu on parhaimmillaan kun kaliumin ja kalsiumin pitoisuus vanhemmissa lehdissä on sama. (Benton Jones 2005, 45.)

## Kaliumin vajauksen oireet

Koska kalium on liikkuva ravinne, sen puutos voidaan havaita nopeasti vanhemmissa kasvinosissa. Puutoksesta kärsivillä kasveilla nestejännitys laskee ja ne kuihtuvat nopeasti, koska kaliumin vajaus sulkee ilmarat ja näin ollen aikaansaa fotosynteesitoiminnan sammumisen. Vajauksen jatkuessa vanhemmat lehdet muodostavat kloroosia ja ne näyttävät palaneen reunoistaan. (Benton Jones 2005, 44.)

## 7.4 Sivuravinteet

### Kalsium

Kalsiumin määrä kasvin lehdissä vaihtelee 0,5-3 % kuiva-aineksesta. Kriittinen määrä vaihtelee riippuen kasvilajista. On myös sanottu että 0,08 %:ia matalammat pitoisuudet vaikeuttavat muiden kationeiden myrkyttömäksi tekemistä erityisesti raskasmetallien, kuten mangaanin, kuparin ja sinkin. Kalsiumin otto pysyy melko tasaisena kasvin eliniän, mutta vanhemmiten sen liikkuminen rajoittuu. Kalsiumin otto on myös riippuvainen muiden ionien määrästä ravinneliuoksessa, sen ollessa suurimmillaan kun nitraatti-ioneita on liuoksessa myös. Kalsium on merkittävä tekijä solun seinämissä, joissa se pitää yllä solukalvon rakennetta. (Benton Jones 2005, 45-46.)

### Kalsiumin vajauksen ja yliannostuksen oireet

Kalsiumin vajaus vaikuttaa pääsääntöisesti lehtien ulkonäköön, vaikuttaen niiden muotoon ja muuttaen lehden kärjen ruskeaksi tai mustaksi. Uusilla lehdillä ulkomuoto vaikuttaa reunoistaan revenneeltä. Kalsiumvajaus vaikuttaa myös juurten ulkonäköön, muuttaen ne rusehtaviksi. Yksi suurimmista vaikutuksista on hedelmiin ilmestyvät musta mätänevä laikku. Kalsiumin vajaus tai yliannostus ilmenee kun kalium- ja magnesiumkationeiden välinen suhde ei ole kohdillaan. Ravinneliuoksissa, joissa ammoniumtyppi  $\text{NH}_4^+$  on pääsääntöinen typpi, vaikuttaa ammoniumioni kuten kalium, joten se vaikuttaa myös kalsiumin imeytymiseen. Kalsiumin yliannostus on harvinainen paitsi silloin, kun se vaikuttaa kalium ja magnesiumkationeiden suhteeseen, jolloin saattaa ilmetä kaliumin tai magnesiumin

vajaus. Yleensä ensin havaitaan magnesiumin vajaus. (Benton Jones 2005, 46.)

## **Magnesium**

Magnesiumin määrä lehtimateriaalissa vaihtelee 0,2-0,5 % kuiva-aineksesta. Magnesiumin vajaus hydroponisissa systeemeissä johtuu yleensä kalsium-, kalium-, ammoniumtyppi- ja magnesium kationeiden välisestä balanssista. Magnesiumia löytyy jokaisesta klorofyllimolekyylistä keskimmäisenä atomina. Fotosynteesi tapahtuu klorofylleissä. (Benton Jones 2005, 47; Winterborne 2005, 55.)

Magnesium on myös entsyymi stimulantti, monissa energiinsiirto prosesseissa. Siksi vajaus vaikuttaa suuresti kasvunopeuteen. Magnesiumin otto pysyy melko tasaisena kasvin iän, kuten kalsiuminkin, mutta magnesium on liikkuvampi, pystyen liikkumaan sekä nilassa että jällessä. Kalsium liikkuu vain jällessä. (Benton Jones 2005, 47-48.)

Magnesiumin vajuksen ja yliannostuksen oireet

Magnesiumin vajaus näkyy lehden sisempien osien kloroosina, joka esiintyy vanhemmissa lehdissä. Magnesiumin vajausta on hankala korjata sen ilmestyessä, varsinkin jos se esiintyy kasvin keski-ikässä. Vajaus ilmenee kalium-, magnesium-, kalsium- tai ammoniumtyppi ja magnesiumin kationeiden epätasapainossa. Magnesiumkationi on näistä heikoiten kilpaileva. Magnesiumin vajaus altistaa kasvin sienitaudeille. Normaaleissa olosuhteissa magnesiumin yliannostusta ei ilmene, mutta joidenkin tutkimusten mukaan magnesiumin määrä ei saisi ylittää kalsiumin määrää ravinneliuoksessa. (Benton Jones 2005, 48.)

## **Rikki**

Rikin määrä lehtimateriaalissa vaihtelee 0,15-0,5 % kuiva-aineksesta. Rikki on kahden aminohapon, kystiinin ja tiamiinin rakenneosaa. Herne -ja ristikukkaiskasveilla rikin tarve on suurempi kuin muilla kasveilla. Kasvit ottavat rikkiä vastaan  $\text{SO}_4^{2-}$  anionin muodossa. (Benton Jones 2005, 49.)



Rikin vajauksen oireet

Rikin vajauksen oireet ovat samankaltaisia kuin typen vajauksen oireet, jolloin ne on helppo sekoittaa keskenään. Kuitenkin rikin vajaus aiheuttaa vihreän värin häviämisen koko kasvissa, kun taas typen vajaus ilmenee ensimmäisenä vanhoissa lehdissä. (Benton Jones 2005, 50.)

## 7.5 Mikroravinteet

### Boori

Tehokas boorin määrä lehtimateriassa vaihtelee 10-50mg/kg kuiva-aineksesta riippuen kasvilajista. Boori kerääntyy 5-10 kertaista lehtien reunoihin verrattuna koko lehtilapaan. Siitä syystä boorin määrä vaihtelee helposti analyysissä testauskohdasta riippuen. Boori on tärkeä hiilihydraattien synteesissä ja liikuttamisessa kasvissa. Se on tärkeää myös siitepölyn kehittymisessä ja solunjakautumisessa, kypsymisessä, aikuistumisessa, hengityksessä ja kasvussa. (Benton Jones 2005, 52.)

Boori vajauksen oireet

Boorin vajaus näkyy kasvissa monella ulkoisella tavalla. Hidas kasvuisuus on ensimmäisiä merkkejä boorin vajauksesta, jota seuraa kasvukärkien kuoleminen. Kasvi itsessään vaikuttaa hauraalta, johtuen soluseinämien heikentymisestä. Lehtiruodit ja lehtivarret irtoavat helposti päävarresta, sekä hedelmien tuotto häiriintyy, taikka on olematonta. Boorin vajauksen päästyä pahaksi juuretkin kuolevat. (Benton Jones 2005, 52.)

Boorin ylilannoituksen oireet

Boorin ylilannoituksen oireet näkyvät ensimmäisenä lehden reunoissa, jotka ensin menettävät värinsä, jonka jälkeen ne kuolevat. Boorin liikalannoitus eroaa kalsiumin vajauksesta siinä että se näkyy lehden reunoissa koko matkalla, toisin kuin kalsiumin vajaus, joka esiintyy vain lehden kärjissä. (Benton Jones

2005, 52.)

## **Kloori**

Kloorin määrä vaihtelee 20mg/kg- kriittiseen 100mg/kg, joka tosin nuoressa kasvissa on normaalia. Kloorin puutoksesta kärsivät kasvit lakastuvat helposti ja eritoten nuoret viljat tulevat alttiiksi sienitaudeille kloorin pitoisuuden ollessa matala. Koska kloori-ioni Cl<sup>-</sup> on yleisesti kontaminoinut kasteluedet, sen vajausta esiintyy harvoin. (Benton Jones 2005, 53.)

Enemmän huomiota tulisi kiinnittää kloorin yliannostukseen, joka aikaansaa lehtien kärkien palamisen, kellastumisen ja lopulta lehtien enneaikaisen tippumisen. Kloorin lisäämistä ravinneliuokseen kalium (KCl) ja kalsium (CaCl<sub>2</sub>) kloridin muodossa suuria määriä tulee välttää, koska kloorianioni syrjäyttää muiden anionien ottoa, erityisesti nitraattianionin NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. (Benton Jones 2005, 53.)

## **Kupari**

Kuparin riittävyys lehtikudoksessa vaihtelee välillä 2-10 mg/kg kuiva-aineksesta ja joissakin kasveissa vaihteluväli vajuksen ja yliannostuksen välillä on kapea, yliannostuksen esiintyessä jo 15 mg/kg. Kuparilla on rooli elektronin siirrossa fotosynteesiprosessissa. Se on viherhiukkasten rakenneosa ja on tunnettu myös entsyymien aktivaattorina. (Benton Jones 2005, 54.)

Kuparin vajuksen ja yliannostuksen oireet

Kuparin vajuksessa kasvi on kitukasvuinen ja kloroosi kehittyy vanhempiin lehtiin. Lievässä vajuksessa kasvin lehdet ovat tummanvihreitä ja kasvu hidasta. Hedelmiä tuottavissa kasveissa hedelmät ovat pieniä ja ne ovat muodostuneet epäsymmetrisiksi. Kasvukärjen ja hedelmän alun kuolema on myös oireena kuparin puutoksessa. Hydroponisessa viljelyssä kuparin yliannostus aiheuttaa merkittävän juuristotuhon, jos kuparin pitoisuus ylittää 0,1mg/litra. (Benton Jones 2005, 54.)

## Rauta

Raudan pitoisuus kasvin lehtimateriaalissa vaihtelee välillä 5-100mg/kg kuiva-aineksesta. Yli 75% raudasta on sijoittunut viherhiukkaseen. Rauta on kasveissa varastoitunut ferrofosforiproteiinina, jota kutsutaan fytoferriiniksi. Rautaa varastoituu kasveihin ilman merkittäviä vahinkoja, vaikka pitoisuudet olisivat todella suuriakin. Rauta on merkittävässä roolissa monissa energian kuljetusmetodeissa kasveissa, johtuen helposta valenssivaihdosta ( $\text{Fe}^{2+}=\text{Fe}^{3+} + \text{e}^-$ ). Raudalla on myös merkittäviä tehtäviä fotosynteesissä ja klorofyllimolekyylin muodostuksessa. (Benton Jones 2005, 55.)

### Raudan vajauksen oireet

Yksi raudan puutoksen oireista on kasvin vihreän värin häviäminen, johtuen klorofyllien häviämisestä. Vaikka raudanpuutos on helppo sekoittaa magnesiumin puutokseen, ne kuitenkin eroavat siinä suhteessa, että raudan puutos ilmenee ensimmäisenä nuorissa lehdissä, kun taas magnesiumin puutos ilmenee vanhemmissa lehdissä. Raudan puutoksen oireet eivät yleensä ole kuitenkaan niin selkeitä ja se saatetaan sekoittaa rikin, mangaanin taikka sinkin puutokseen. (Benton Jones 2005, 55.)

Kun raudan puutos ilmenee kasvissa, sitä on vaikea enää korjata. On todisteita siitä että raudanpuutos saattaa olla geneettisesti ohjelmoitu joissakin kasviyksilöissä, joten raudan lisääminen ravinneliuokseen ei tästä johtuen korjaa puutosta. Jotkut kasvilajit ja kasviyksilöt voivat reagoida rautaköyhään ravinneliuokseen vapauttamalla juuristostaan  $\text{H}^+$  vetyioneja, jotka hapattavat liuosta. Vaikka rauta on liikkuva ravinne, silti se liikkuu kasvissa hitaasti, joten nopeasti kasvavissa kasveissa, kuten tomaatissa, puutos saattaa aluksi ilmetä ja vanhemmiten hävitä. (Benton Jones 2005, 56.)

## Mangaani

Hyötysuhteeltaan tehokas mangaanin pitoisuus lehtimateriaalissa vaihtelee 20-100mg/kg kuiva-aineksesta. Kasvilajit, jotka ovat herkkiä mangaanin puutokselle, ovat yleensä myös herkkiä sen yliannostukselle. Mangaani kerääntyy lehtien reunoihin ja sen pitoisuus niissä saattaa olla 2-5-

kertainen verrattuna lehtilapoihin. Mangaanin toiminta kasvissa on samankaltainen kuin raudan toiminta. Mangaani on yhteydessä hapettumisen vähentämiseen, fotosynteettisessä elektronin siirto systeemissä. Mangaani voi toimia magnesiumin sijaisena entsyymaattisissa reaktioissa, joten sen puutos vaikuttaa samankaltaiselta kuin magnesiumin puutos, vaikkakin se esiintyy nuoremmassa kasvukudoksessa, kun taas magnesiumin puutos ilmaantuu vanhempiin lehtiin. (Benton Jones 2005, 57-58.)

#### Mangaanin vajauksen oireet

Mangaanin puutos ilmenee ensimmäisenä nuoremmissa lehdissä ja aiheuttaa kloroosia lehtiruodeissa. Pieni puutos hidastaa kasvua vain vähän, mutta pahaksi päästyään puutos lamauttaa kasvun. Puutos on helposti korjattavissa lisäämällä liukoista mangaania kasvualustaan taikka ravinneliuokseen. (Benton Jones 2005, 58.)

#### Mangaanin yliannostuksen oireet

Mangaanin yliannostuksen oireet ovat erilaisia kuin sen vajauksen oireet. Yliannostus ilmenee ruskeina laikkuina vanhemmissa lehdissä ja mustina laikkuina varsissa taikka hedelmissä. Myöskään ei ole erikoista, että raudan puutoksen oireet ilmaantuvat, kun mangaanin yliannostus on suurta. Fosfori parantaa mangaanin ottoa, jolloin sen korkea pitoisuus kasvualustassa saattaa joko korjata vajauksen taikka aiheuttaa yliannostuksen. Kompostoitu männynkuori sisältää paljon mangaania ja näin ollen se voi tarjota koko kasvin tarvitseman mangaanin, mikäli sitä käytetään kasvualustassa. (Benton Jones 2005, 58.)

### **Molybdeeni**

Molybdeenin tarve kasvissa on todella matala 0,5-1 mg/kg lehtimateriaalin kuiva-aineksesta, mutta sitä voi esiintyä huomattavasti enemmänkin ilman yliannostuksen oireita.

Molybdeeni on tärkeä tekijä kahden entsyymin toiminnassa, jotka säätelevät typen aineenvaihdunta. Typen kiertoon liittyvän bakteerin toiminta vaatii molybdeeniä ja nitraatin vähentämiseen tähtäävän

entsyymien toiminta vaatii myös molybdeeniä. Tästä syystä kasvit, jotka saavat tarvitsemansa typen ravinneliuoksesta ammoniumtypen  $\text{NH}_4^+$  muodossa tarvitsevat vähän taikka ei ollenkaan molybdeeniä. (Benton Jones 2005, 59.)

#### Molybdeenin vajuksen oireet

Molybdeenin vajuus ilmenee typen vajuksen muodossa ja kasvu, sekä kukkiminen estyvät. Ristikukkaislajit ovat herkempiä molybdeenin vajukselle, kuin muut kasvilajit. Kukkakaali on tunnetuin molybdeenin puutoksesta kärsivä kasvi. (Benton Jones 2005, 59.)

#### **Sinkki**

Tehokas sinkin määrä lehtimateriaalissa on 20-50mg/kg kuiva-aineksesta. Sinkin minimimäärä on kasveilla yleisesti 15mg/kg. Sinkki on entsyymi aktivaattori ja liittyy samoihin entsyymitoimintoihin kuin mangaani ja magnesium. (Benton Jones 2005, 59-60.)

#### Sinkin vajuksen ja yliannostuksen oireet

Sinkin vajuksen oireet ilmenevät kloroosina uusien lehtien sisemmissä osissa muodostaen juovikkaita kuvioiteja. Kasvin kasvu ja myös lehtien kasvu heikkenee. Sinkin vajuksen päästyä vakavaksi lehdet kuolevat. Lievän vajuksen oireet voidaan sekoittaa magnesiumin, raudan tai mangaanin vajuukseen. Useimmat kasvit ovat kestäviä suurillekin annoksille sinkkiä. Kuitenkin ne kasvilajit, jotka ovat herkkiä sekä raudalle että sinkille, saattavat muodostaa raudan vajuksen oireita, kun sinkkiä on ylenmäärin. (Benton Jones 2005, 60.)

## 8 Kasvatuslaitteistot

### 8.1 Syvävesiviljely (Bubler)

Syvävesiviljely on yksinkertaisin vesiviljelymuoto. Tekniikka on halpa ja se toimii hyvin vaikkakaan sen ylläpito ei ole niin helppoa. Syvävesiviljelyssä kasvin juuret kasvavat suoraan vedessä. Kasvi pysyy pystyssä kevytsoran ansiosta, joka sijaitsee verkkoruukussa sen ollessa kiinnitetty vesisäiliön kanteen. Katso kuvio 4. Vesipumppu taikka vaihtoehtoisesti ilmapumppu hapettaa ravinneliuosta astiassa. Juuret imevät helposti juuri oikean annoksen ravinneliuosta, mikäli liuos on hapettunut kunnolla. (Van Patten 2004, 43.)



*KUVIO 4. Syvävesiviljelyjärjestelmä*

Etuina systeemissä on helppo valmistus, koska ajastimia ei tarvita, pumpun ollessa päällä 24 tuntia

vuorokaudessa. (Van Patten 2004,43) Viljelysysteemi ei myöskään tarvitse erillistä ravinneliuossäiliötä, sillä juuret kasvavat suoraan siinä. Ongelmana syvävesiviljelyssä on se, että suurin osa juurista on koko ajan veden alla, joten pumpun on todellakin oltava päällä koko ajan, jotta juuret saavat happea. Ravinneliuossäiliöksi kannattaa valita mahdollisimman suuri säiliö, sillä suuret kasvit imevät jopa 5 litraa liuosta päivässä, mikä aiheuttaa liuoksen loppumisvaaran. Tämä aiheuttaa myös sen että pH ja ravinnearvot saattavat heitellä nopeasti ja suuresti, jolloin päivittäinen huolto on pakollista. Syvävesiviljely on kuitenkin erinomainen valinta aloittelevalle tai edistyneemmälle kasvattajalle nopean kasvun ja halvan hinnan vuoksi. (Van Patten 2004,43; Winterborne 2005, 45.)

## 8.2 Ravinnekalvoviljely (Nutrient film technique NFT)

Ravinnekalvoviljely on tarkoitettu edistyneemmille kasvattajille. Kun taimi on kasvattanut hiukan juuria, ne sijoitetaan kasvatusputkeen taikka pöydälle, johon pumpataan ravinneliuosta alapuolisesta ravinnesäiliöstä. Vesi hapettuu matkalla, kiertäessään putken tai pöydän kautta takaisin säiliöön. Katso kuvio 5. (Van Patten 2004, 50.)



*KUVIO 5. ravinnekalvoviljelyjärjestelmä*

Vedenkierto ei ole nopeaa vaan vesi vain pidetään koko ajan liikkeessä, joten pöytä taikka putki on

sijoitettu lievään kulmaan ravinneliuksen kiertämisen helpottamiseksi. (Winterborne 2005, 39).

Kastelu on normaalisti päällä 24 tuntia vuorokaudessa, jonka ansiosta juuret saavat tarvitsemansa hapen sekä ravinteet. Hyvin suunnitellussa systeemissä kasvu on nopeaa, mutta pumpun pettäminen aiheuttaa kasveille nopean kuivumisen ja kuoleman, sillä juuret eivät kasva väliaineessa, joka sisältäisi ravinneliuosta. Samalla ravinnekalvosysteemin puskurointikyky ravinnearvojen ja pH-arvon suhteen on olematon johtuen kasvualustan puutteesta. (Van Patten 2004, 50.)

Ravinneliuosta tulisi olla pöydällä taikka putkessa aina 1-3mm ja juurten tulisi kasvaa sekä veden pinnan alla että sen yläpuolella. Huonona puolena ravinnekalvoviljelyssä on se, että osa juurista on kokoajan veden pinnan alapuolella, mikä heikentää juuriston hapenottoa. Toinen juurten veden alla kasvamiseen liittyvä huono puoli on että kasvit ovat alttiimpia juurimädälle. Kolmas ravinnekalvoviljelyyn liittyvä huono puoli on se että raskaita hedelmiä tuottavat kasvit kaatuvat helposti johtuen juurten horisontaalisesta kasvusta, jolloin kasveja on tuettava. (Winterborne 2005, 39.)

### **8.3 Vuoksi-luode -kastelujärjestelmä (Ebb and Flow)**

Vuoksi-luode vesiviljely on helppo huoltaa ja käyttää. Se ei kuitenkaan ole niin yksinkertainen rakentaa kuin ravinnekalvo taikka syvävesiviljely. Yksittäiset kasvit on sijoitettu pöydälle taikka kasvatuspedille, jonka reunojen ansioista ravinneliuksen korkeus voi kohota muutaman tuuman. Ravinneliuosta pumpataan jaksoittain alapuolisesta säiliöstä pedille, jonka jälkeen se valuu takaisin ravinneliuossäiliöön. Katso kuvio 6. (Van Patten 2004, 44.)





*KUVIO 6. Vuoksiluodejärjestelmä*

Pöytä on tavallisesti täytetty väliaineella, josta ravinneliuos pakottaa happiköyhän ilman pois täyttäessään pöydän vedellä samalla kun kastelee väliaineen luoden petiin hengityksen kaltaisen toiminnan. Kun ravinneliuoksen korkeus saavuttaa tavoitellun korkeuden, ylivuotoputki valuttaa ylimääräisen liuoksen takaisin ravinneliuossäiliöön. Pöytä tyhjenee pumpun kautta sen sammussa ajastimella säädetyn ajanjakson jälkeen. Laskeva liuos imee väliaineella täytetyn pöytä täyteen happirikasta ilmaa, jolloin juuret saavat tarvitsemansa hapen. Sykli toistuu usein päivän aikana kasvien koosta riippuen. Tämä vesiviljelylaitteisto on ideaalinen monen matalan kasvin kasvatukseen. (Van Patten 2004, 44.)

## **8.4 Tippukastelu (Drip feed)**

Tippukastelusysteemissä ravinneliuos pumpataan alapuolisesta astiasta yläpuoliseen tippuletkun kautta. Valuessaan pitkin väliaineen täyttämää yläpuolista astiaa, ravinneliuos hapettuu ja kastelee yläpuolisen astian väliainetta ja juuria. Väliaineena käytetään tavallisesti kivivillaa, hydrosoraa taikka komposiitista valmistettua hydroponiseen viljelysystemiin sopivaa väliainetta. (Van Patten 2004, 46.)

Suuret kasvit kasvavat parhaiten paljon väliainetta sisältävissä systeemeissä, joissa on juurille paljon tilaa kasvaa. Pienet astiat ovat hyviä pienemmille kasveille. Tippukastelu voidaan järjestää kahteen

päällekkäin sijoitettuun astiaan, pitkään kastelupetiin taikka kastelupöydälle. (Van Patten 2004, 46) Tippukastelusysteemit ovat verrattain halpoja ja helppoja rakentaa. Tippusysteemit voidaan myös valmistaa monissa eri variaatioissa, yksittäisten kasvien astioista kivivillalevyihin. Ongelmia tippukastelussa koetaan, kun tippusuutin menee tukkoon. Ravinnesuolat myös kertyvät väliaineeseen, jota on ajoittain huuhdeltava, jotta pH- ja ravinnearvot pysyvät samoina ravinneliuostankissa sekä väliaineessa. Pumpun hajoaminen ei kuitenkaan ole niin nopeasti ongelmia aiheuttavaa kuin esimerkiksi ravinnekalvoviljelyssä, koska väliaine pidättää ravinneliuosta jonkin verran. Tippukastelu tarvitsee kuitenkin päivittäistä tarkkailua pH- ja ravinnearvojen vuoksi. (Winterborne 2005, 41.)

## 8.5 Aeroponinen viljely

Aeroponisessa vesiviljelyssä ei käytetä ollenkaan väliainetta ja se tarjoaa nopeimman mahdollisen kasvun. Juuret on sijoitettu pimeään kasvatusastiaan, missä niitä ruiskutetaan ohuella, happirikkaalla ravinneliuoksella. Kosteus astiassa on hyvin lähellä 100 %, jonka ansiosta juurilla on maksimaalinen potentiaali imeä itseensä ravinteita ja happea. Vain ilma ja ravinneliuossumu täyttävät kasvatusastiaa. Tavallisesti kasvit on tuettu verkkoruukkuihin, jotka on sijoitettu kasvatusastian kanteen. (Van Patten 2004, 52.)



*KUVIO 7. Aeropumppu ja suuttimet*

Aeroponinen vesiviljely vaatii systeemeistä eniten huolenpitoa ja tarkkailua, koska väliaineen puutteen

vuoksi systeemissä ei ole vesi/ravinnepankkia. Systemi on siis herkkä pumpun toiminnan kannalta. Pumpun hajotessa juuret kuivuvat nopeasti ja kasvu häiriintyy tai kasvi saattaa jopa kuolla. Aeroponinen systemi käyttää sumusuuttimia, jotka ovat herkkiä tukkeutumiselle. Katso kuvio 7. pH ja ravinnearvoiltaan tasapainottamaton ravinneliuos aiheuttaa myös nopeasti ongelmia väliaineen puutoksen vuoksi. (Van Patten 2004, 52.)

## 8.5 Aquaponinen viljely

Aquaponinen vesiviljely on yhdistelmä kalanviljelystä ja kasvien vesiviljelystä. Tässä symbioottisessa suhteessa kalojen jätökset tuottavat ravinteet kasvaville kasveille ja kasvit puhdistavat vettä luonnollisesti kalojen tarpeisiin. Tämä ekosysteeminen viljelymuoto on tulossa nopeasti suosituksi vaihtoehdoksi vesiviljelylle, koska se kierrättää ravinteita kaloilta kasveille. Parasta tässä viljelymuodossa on se, että kaikki tuotettu on orgaanista eikä kemiallisia aineita tarvita, joten se on ympäristöystävällinen. Selkeät kustannussäästöt veden ja ravinteiden käytössä ovat aikaansaaneet sen suosion tasaisen kasvun. (Van Patten 2004, 53.)



*KUVIO 8. Aquaponinen järjestelmä*

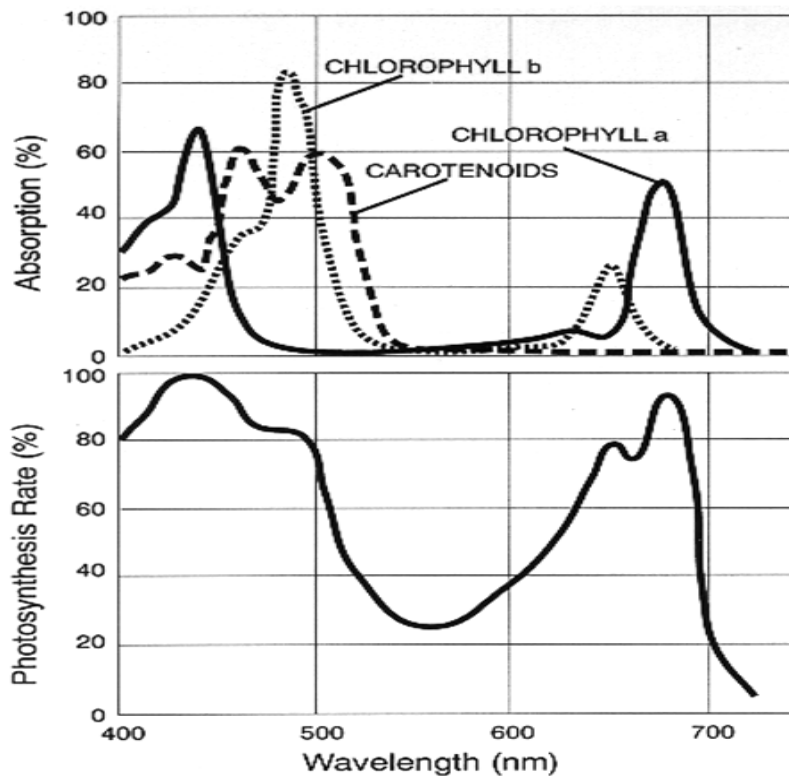
Kotiakvaario joko koristeellisilla tai syötävillä kaloilla on helppo muuntaa aquaponiseksi viljelysysteemiksi lisäämällä siihen hydroponinen viljelysysteemi, jossa voi kasvattaa yrtejä, vihanneksia taikka kukkia. Katso kuvio 8. Ihmiset ovat rakentaneet takapihoilleen myös laitteistoja, joilla voidaan tuottaa tarpeeksi kalaa jopa perheiden tarpeisiin. (Van Patten 2004, 53.)

Aquaponisen järjestelmän typenkiertotoiminta perustuu kalojen jätteistä syntyviin ammoniumyhdisteisiin, jotka ovat suurina määrinä myrkyllisiä kaloille. Perinteisessä kalanviljelyssä vettä on tämän vuoksi vaihdettava, mutta aquaponisessa viljelyssä Nitrosomonas-bakteerit hajottavat ammonium yhdisteet ensin nitriiteiksi, jonka jälkeen nitrobakteerit hajottavat nitriitit nitraateiksi. Kasvit käyttävät syntyneen nitraatin ravinteinaan, jonka jälkeen vesi palaa puhdistuneena kalojen käyttöön. (Aquaponics Finland 2015, viitattu 18.5.2015.)

Uutta aquaponista systeemiä asennettaessa on otettava huomioon että bakteerikantojen muodostuminen kestää 8-10 viikkoa ennen kuin kaloja voidaan istuttaa. Bakteeri kannan muodostuminen tapahtuu käytännössä itsestään, koska niitä on runsaasti ilmassa, vedessä, kasvien juurissa ja väliaineissa. Bakteerikannan muodostumista voidaan nopeuttaa merileväuutetta lisäämällä. Optimaalinen bakteerikanta syntyy veden oikeasta lämpötilasta ja happamuudesta. Nitrosomonas-bakteereiden optimaalinen pH on välillä 6-9 ja lämpötilä 20-30 astetta. Nitrobakteerien optimaalinen happamuus puolestaan on 7,3-7,5 pH, sekä lämpötila nolasta aina 49 asteeseen. Kuitenkin pH aquaponisessa viljelyssä on usein 6-7, jossa molemmat bakteerit viihtyvät. Akvaariossa tulee olla tarpeeksi bakteereiden kasvulle sopivaa pintaa, esimerkiksi laavakiveä. Laavakivi on huokoista ja siinä on tilavuuteen nähden paljon kasvupinta-alaa. Myös hydrosora toimii jos laavakiveä ei ole saatavilla (Akvaariotietopankki 2012, viitattu 18.5.2015.)

## 9. Valo ja valaisimet

Yksinkertaisesti ilmaistuna valo on kasvien ruokaa. Kaikki muu mitä annamme kasveille tähtää valon hyödyntämiseen ja mitä enemmän käytämme valoa, sitä enemmän satoa kasvi tuottaa. Lumen on mittayksikkö, joka mittaa valon intensiteettiä. Kuitenkin valon laatu on ratkaiseva tekijä, kun kasvin klorofyllit pystyvät vastaanottamaan vain sinistä ja punaista valon aallonpituutta. Katso kuvio 9. (Winterborne 2005, 148.)



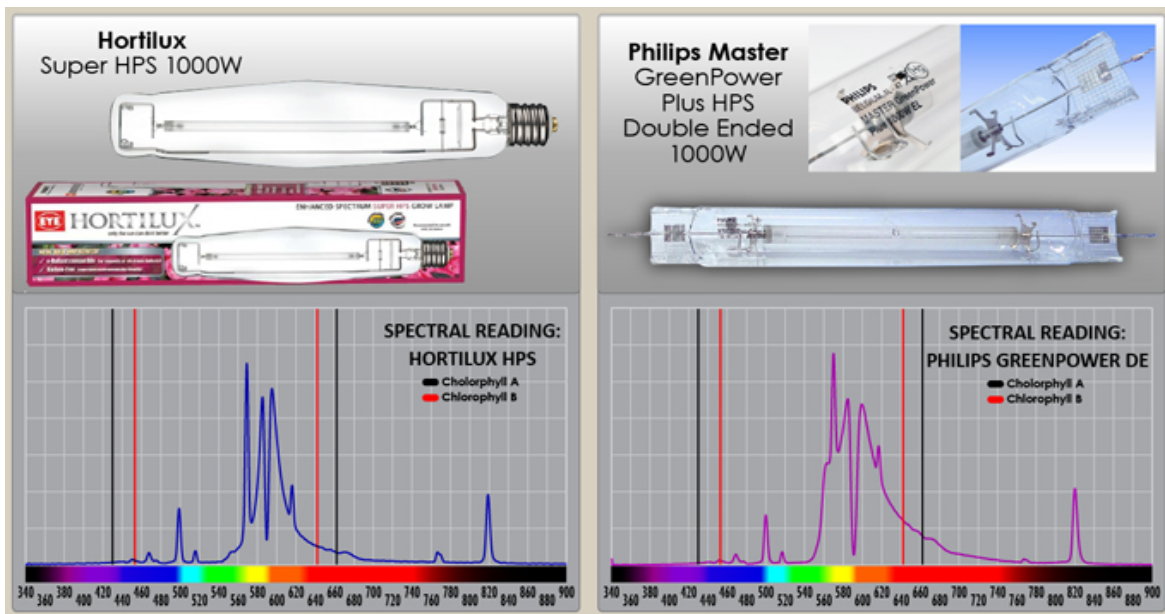
*KUVIO 9. Kasvien käyttämät valon aallonpituudet*

(Wikipedia 2015, viitattu 16.9.2015).

Kasvun vegetatiivisessa vaiheessa kasvit tarvitsevat enemmän sinertävää valoa, kun taas kukintavaiheessa punertavaa. Kuitenkin on todistettu, että käytettäessä molempia klorofyllien vastaanottamia aallonpituuksia kummassakin kasvuvaiheessa, se tuottaa parhaan mahdollisen tuloksen. (Winterborne 2005, 148.)

## 9.1 Suurpainenatriumlamppu

Suurpainenatriumlamput tuottavat kellertävää valoa ja valaisin koostuu kolmesta osasta, lampun kannasta, lampusta ja yleensä yhdistetyistä kondensaattorista ja tai kuristimesta. Niitä myydään eri tehoisina 70-1000w välillä. (Van Patten 2004, 12.)



KUVI  
O 10.  
Suurp

ainenatriumlampun spektri (Growershouse 2015, viitattu 16.9.2015)

Suurpainenatriumlamput tuottavat oranssiin/keltaiseen vivahtavaa valoa, eli suurin osa tuotetuista aallonpituuksista ei osu klorofyllien aallonpituuksille. Katso kuvio 10 ja 9. Kun lamppu laitetaan päälle, ne tarvitsevat hetken lämmitäkseen ja täysi valoteho saavutetaan 3-10 minuutin kuluessa. Ne tarvitsevat myös samanpituaisen jakson viilentyäkseen ennen uudelleen sytytystä. Lamppua ei tule koskaan kääntää pois ja päälle nopeassa tahdissa. (Winterborne 2005, 138.)

Tämän tyyppiset lamput ovat parhaita, kasvatettaessa nopeakasvuisia ja kukkivia kasveja. 250 W lamppuja käytetään yleensä kun tila on rajallinen ja lampun tuottama lämpö pitää johtaa ulos kasvatustilasta. 400W ja 600W valaisimet ovat suosituimpia. 1000W valaisimia käyttävät yleensä kasvattajat, jotka käyttävät lamppussa lampun liikuttajaa. Monet 1000W lampun käyttäjät kokevat

vaikeuksia korkean säteilylämmön tuotannon vuoksi. (Winterborne 2005, 139.)

Suurpainenatriumlamppu tuottaa valoa hyötysuhteeltaan vain 65 % käyttämästään energiasta. Loppu on lämpöä, joka on tuuletettava ulos kasvatustilasta. (Winterborne 2005, 150.)

Suurpainenatriumvalaisimet ovat käytetyin valaisin kasvien kasvatuksessa ja myös valmistajat ovat kehittäneet niitä. Myynnissä on kasvatukseen tarkoitettuja lamppeja, joita on muokattu tuottamaan enemmän sinertävää valoa, jolloin molemmat klorofyllipisteet saavat maksimaalisen määrän säteilyä. Jotkut kasvattajat käyttävät vegetatiivisessa vaiheessa monimetallilamppua, vegetatiivisesta vaiheesta kukintaan siirryttäessä spektritasapainotettuja lamppeja ja kukinnan lopussa normaalia suurpainenatriumlamppua maksimoidakseen sadontuoton. (Winterborne 2005, 140.)

## **9.2 Monimetallilamppu**

Monimetallilamppuja on myynnissä 250W aina 2000W saakka. Kuitenkin 2000W lamppu tuottaa lämpöä niin paljon, että se on sisäkasvattajalle käytännössä hyödytön, valontuoton hyötysuhteen ollessa 55 % käytetystä energiasta. Loppu muuntuu lämmöksi. Monimetallilamppuja käytetään yleensä kasvun vegetatiivisessa vaiheessa niiden tuottaman sinertävän valon takia. Monimetallilamppu ei saa kuumana ikinä joutua kosketuksiin veden kanssa, sillä se rikkoutuu ja vapauttaa ilmaan raskasmetalleja, jotka ovat terveydelle vaarallisia. (Winterborne 2005, 138.)

Monimetallilamppuja ei saa sammuttamisen jälkeen kytkeä päälle ennen viilenemistä, kuten ei suurpainenatriumlamppuakaan. Monimetallivalaisimen ikään sopivat myös samat määritelmät kuin suurpainenatriumlamppuun. 9 kk käytön jälkeen noin 30 % valaisutehosta on kadonnut, joten lamppu on syytä vaihtaa. (Winterborne 2005, 138.)



*KUVIO 11. Monimetalli/suurpainenatriumlamppu. Huomaa MH/HPS merkintä*

Monimetallipolttimo käy samaan muuntajayksikköön kuin suurpainenatrium mikäli siinä on merkintä MH eli metalhalide. Katso Kuvio 11. (Chilifoorumi 2015, viitattu 18.5.2015).

### **9.3 LED-lamppu**

Tavalliset kasvilamput, kuten suurpainenatriumlamppu, monimetallilamppu tai loistelamppu tuottavat selkeän valon spektrin ja aallonpituuksia, jotka ovat kyllä toimivia, mutta niitä ei välttämättä ole optimoitu kasvin kasvuun. LED-valaistus taas kykenee tuottamaan juuri kasvin tarvitsemia aallonpituuksien yhdistelmiä kasvien tarpeisiin, kuten sinistä (450-470 nm), punaista (660 nm) ja joskus kaukopunaista (730nm). LED-valaistuksella voidaan muuttaa kasvin fotosynteesin aikaista energiankäyttöstrategiaa muuttamalla valon spektriä. Tarjoamalla esimerkiksi salaatile vain sinistä valoa, saadaan se tuottamaan paljon vihreää biomassaa, kun taas ruusut saadaan kukkimaan vaihtamalla valaistus punertavammaksi. LED-valaisimet ovat pitkäikäisiä, kuluttavat vähemmän sähköä ja muodostavat todella vähän säteilylämpöä ja lämpöä muutenkin, koska niiden hyötysuhde on parempi.



Ne ovat myös ympäristöystävällisiä, eivätkä sisällä haitallisia kemikaaleja, kuten elohopeaa.



*KUVIO 12. LED-lamppu punaisella spektrillä*

Punaisia, sinisiä ja viileän valkoisia LED-kasvilamppuja on laajasti saatavilla, hinnan ja laadun vaihdellessa suuresti. Katso kuvio 12. Koska LED-lamput tuottavat vain vähän lämpöä, ne voidaan sijoittaa lähelle kasveja, mikä lisää valon intensiteettiä. LED-lamput tuottavat käyttämästään energiasta vain 30-40% valoa. Valon spektri on kuitenkin juuri oikea, vaikka loppu muuttuu lämmöksi. (Valoya 2015, viitattu 18.5.2015.)

#### **9.4 Energiansäästö- ja loisteputkilamppu**

Energiansäästölamput ja loisteputket toimivat samalla tekniikalla. Molemmissa valon syntyminen perustuu sähkövirran johtamiseen lampun sisällä olevan matalapaineisen kaasun läpi, joka johtaa sähkövarauksen purkautumiseen ja näin ollen valontuottoon. Energiansäästölamput sanotaan loistelamppua, jossa on sisäänrakennettu sytytinlaitteisto ja kierrekanta. Katso kuvio 12. (Lampputieto 2015, viitattu 18.5.2015.)



*Kuvio 12. Energiansäästölamppu Oulun yliopistolla*

Ennen loisteputkilamput olivat sisäkasvattajan yleisin kasvivalo, mutta nykyään niitä käytetään lähinnä taimikasvatuksessa ja pistokkaille heikon valotehon vuoksi. Tähän käyttöön loisteputkilamput ovat hyviä valon spektrin ollessa hyvä ja lämmöntuotto on pientä. Yleensä niiden tuottama valo on spektrin sinertävästä päästä, mutta niitä on myynnissä monissa värilämpötiloissa. Viileä valkoinen tai sininen ovat suosituimpia kasvinlisäyksessä. (Winterborne 2005, 141.)

Loisteputkilamput tarvitsevat kaasupurkauslamppujen tavoin kuristimen ja sytyttimen. Toisin kuin kaasupurkauslamppuissa, kuristin tuottaa suurimman osan valaisimen tuottamasta lämmöstä ja usein kasvin lehdet voivat jopa koskettaa polttimoa ilman vaurioita, koska ne ovat melko viileitä. Ne voidaan sijoittaa hyvin lähelle kasvia, mikä auttaa heikohkon valotehon hyväksi käyttämisessä. Ajan kuluessa myös loistelamppujen valontuotto vähenee ja nekin olisi korvattava 9 kuukauden välein uusilla. Loistelamppujakaan ei saisi sytyttää ja sammuttaa nopeissa sykleissä. (Winterborne 2005, 142.)

## 10 Ilmastonsäätö

Kasvatuksessa on tarkoitus jäljitellä ja tehostaa luonnollista ympäristöä. Hiilidioksiditasoa voidaan kuitenkin nostaa tavallisesta, sillä se on voimakkaan kasvun kannalta avaintekijöitä. Kasvit pitävät yleensä 23-24 celsiusasteen lämpötilasta, ilmankosteuden ollessa vähintään 50 %. Pistokkaat ja taimet pitävät jopa 70- 90 % ilmankosteudesta. Pimeäjakson lämpötilan ei tulisi olla enempää kuin 10% pienempi kuin päivälämpötilan, jolloin kasvit välttävät lämpöshokkia. Mikäli pimeäjakson lämpötila putoaa dramaattisesti, kestää jopa 4-6 tuntia ennen kuin kasvit lähtevät uuteen kasvuun lämpötilan palattua takaisin siedettävälle tasolle. Voidaan kuvitella, että kasvit jotka eivät kasva kuuteen tuntiin, 18 tunnin päiväjaksostaan, hidastuvat koko elämänsä aikana jopa kolmanneksella, ellei tapahdu vielä jotain muutakin epämiellyttävää hidastuneen kasvun lisäksi. (Winterborne 2005, 71.)

Kuten eläimet myös kasvit hengittävät 24 tuntia vuorokaudessa pysyäkseen hengissä. Valaistuksen ollessa päällä kasvit tuottavat happea jatkuvasti fotosynteesissään. Kasvin sisäinen happi valmistuu kun kasvit halkovat vetyä vedestä valmistaakseen sokereita, jolloin molekyylin sisältämä yksi ylimääräinen happiatomi vapautuu ympäristöön. Pimeäjakson aikana kasvien hengitys laskee ylläpidon tasolle, koska kasvit eivät halua käyttää valojakson aikana muodostettuja sokereita nopeammin kuin on tarpeellista. Pimeäjakson aikainen hengitys määräytyy ilman lämpötilan mukaan. On tärkeää taata kasveille tarpeeksi raikasta ilmaa, sillä kasvunopeus on suoraan verrannollinen hengitysnopeuteen. (Winterborne 2005, 70.)

### 10.1 Hiilidioksidi

Hiilidioksidia (CO<sub>2</sub>) on normaalisti ilmassa 300-400 ppm ja se on avaintekijä kasvien kasvussa. Yksinkertaisesti ilmaistuna hiilidioksidi diffusoituu ilmarakojen kautta lehtiin, jossa se liittyy valon avulla hajotettuun vesimolekyyliin muodostaen hiilihydraatteja. Prosessia kutsutaan fotosynteesiksi. (Benton Jones 2005, 298.)

90 % kasvista on hiiltä, vetyä ja happea. Esihistorialliset kasvit kasvoivat ympäristössä, jossa

hiilidioksidia oli ilmakehässä enemmän ja evoluution kautta kasvit ovat säilyttäneet kykynsä käyttää enemmän hiilidioksidia kuin ilmakehässä tänä päivänä on. Hiilidioksidipitoisuus on yhtä merkittävä tekijä kasvin kasvun kannalta kuin valonkin. Kasvit kasvavat vain niin suuriksi ja nopeasti kuin hiilidioksidipitoisuus antaa ympäristössä myöden. Sitä suurempi määrä valoa menee hukkaan. Hiilidioksidia tarvitaan vain päiväaikaan, ei pimeäajaksolla. Kasvit kuten eläimetkin uloshengittävät hiilidioksidia, mutta päiväaikaan kasvit käyttävät hiilidioksidin sokereiden muodostukseen ja uloshengittävät vain happea. Fotosynteesi tarvitsee noin 10 ftonia luodakseen tarpeeksi elektroneja ja näin ollen energiaa, hajottaakseen yhden hiilidioksidimolekyylin hiileksi ja hapeksi, muodostaakseen hiilihydraattia eli sokeria. (Winterborne 2005, 75,76.)

Hiilidioksidin lisäys on tiedetty 1920-luvulta asti, mutta sitä on alettu käyttää vasta 1960-luvulta asti. Suljetussa tilassa kasvi käyttää nopeasti hiilidioksidivarannot ja pitoisuudet alkavat laskea, jolloin myös kasvu hidastuu. Tästäkin syystä kasvatustilan tuuletus ja ilman sekoittaminen kasvien latvustoissa on tärkeää. Tomaatilla hiilidioksidipitoisuus latvustossa laskee jo muutamassa minuutissa 50ppm, suorassa valaistuksessa.200 ppm pitoisuudessa kasvu hidastuu. (Benton Jones 2005, 299.)

Korkeaenergiset kasvit kykenevät käyttämään jopa 1500-2000 ppm pitoisuuksia, kun valoa on runsaasti, mutta sisäkasvatuksessa hiukan heikommassa valaistuksessa tarve on noin 1000-1500 ppm. Yleinen harhaluulo on, että kasvin juuret tarvitsivat hiilidioksidia. On totta, että juuret hyötyvät lehtien ottamasta hiilidioksidista, mutta juuret tarvitsevat happea, eivät hiilidioksidia. Hiilidioksidi kuitenkin tukehduuttaa juuriston. (Winterborne 2005, 77.)

Pullotettua hiilidioksidia lisäämällä saadaan tarkka määrä lisäystä, eivätkä pullot tuota mitään muuta. Laitteistot ovat kuitenkin kalliita ostaa ja käyttää. Laitteistoja on myynnissä hyvissä vesiviljelyliikkeissä taikka teollisuuden tarpeisiin käytettäviä laitteistoja. Yleensä hiilidioksidipullot vuokrataan. (Winterborne 2005, 79.)

Toinen mahdollisuus on käyttää sokeria, hiivaa ja vettä alkoholiksi, jolloin sivutuotteena syntyy hiilidioksidia. (Aquaweb 2015, viitattu 18.5.2015).

## 10.2 Kanavapuhallin

Toimivan ilmastonhallinnan järjestäminen on helppo ja melko halpa järjestää. Se tulee asentaa huoneen tai kasvatusteltan korkeimpaan nurkkkaan, jotta vanha ja kuuma ilma puhalletaan pois kasvatustilasta ja sisälle muodostuu alipaine, joka imee tilaan uutta, raikasta ilmaa. Korvausilma tulee toimittaa tilan alalaidasta, jotta koko kasvatustilan ilma vaihtuu ja kasveille saadaan toimitettua riittävästi hiilidioksidia ja ylimääräinen lämpö saadaan poistettua kasvatustilasta. Kuumen ilman imeminen ulos kasvatustilasta on 4 kertaa tehokkaampaa kuin ilman puhaltaminen sinne. Kanavapuhallin poistaa myös kasvien haihduttamaa kosteutta ja valaisimen tuottamaa lämpöä. Mikäli ilmaa ei tuuleteta, kuuma ilma kerääntyy kasvatustilaan kuin uunissa ja lämpötila saattaa karata liiallisiin lukemiin. Oikea lämpötila voidaan saavuttaa lisäämällä tuuletukseen termostaatti, jolloin ilman päästessä liian kuumaksi, kanavapuhallin käynnistyy ja kun saavutetaan sopiva lämpötila, se pysähtyy taikka hiljenee, termostaatista riippuen. Kanavapuhallimen tehokkuutta mietittäessä on otettava huomioon että kaiken ilman olisi vaihdettava 5 minuutissa. Tästä syystä kasvatustilan mitat on oltava tiedossa jotta oikean kokoinen kanavapuhallin osataan hankkia ja asentaa. Katso kuvio 13. (Winterborne 2005, 71-72.)



*KUVIO 13. Kanavapuhallin*

On myös huomioitava että mitä enemmän valaisutehoa kasvatustilaan asennetaan, sitä enemmän energiaa tilasta on poistettava. Vain valaisimen käyttämällä energiamäärällä on merkitystä, sillä energiansäilyvyyslain mukaisesti käytetty teho lämmittää tilaa aina saman verran. Isompi puhallin on äänekkäämpi, mutta siihen voidaan asentaa äänenvaimennin. Myös aktiivihiilisuodatin hiljentää ilmavirran ja puhaltimen ääntä, samalla kun se poistaa ilmasta mahdolliset epämiellyttävät hajut. (Winterborne 2005, 72-73.)

## **11 Yleisimmät kasvintuhoojat**

### **11.1 Vihannespunkki**

Vihannespunkki on tavallisin kotipuutarhurin vihollinen. Se vioittaa rikkomalla suosillaan lehtien alapuolen pintasoluja ja imemällä niistä nesteet. Punkin tuhot näkyvät lehdistä pieninä kellertävän vihreinä täplinä. Vioituksen jatkuessa myös punkkien seittiä ilmestyy lehtien ympärille. Voidaan myös havaita lehtien alapinnalla olevia punkkien munia, jotka ovat hyvin pieniä n.0,14 mm halkaisijaltaan. Vihannespunkki itse on yleensä vihreä tai joskus karminpunainen ja se on kooltaan 0,3-0,5 mm. (Kasvinsuojeluseura 2000, 4.)

Vihannespunkin torjuntaan suositellaan käytettäväksi Ansaripetopunkteja (*Phytoseiulus persimilis*). Ansaripetopunkin ravinnoksi kelpaa kaikki vihannespunkin elinkierron vaiheet mutta se ei tule toimeen pitkään ilman ravintoa. Ennakkotorjuntaan suositellaan levitettäväksi 1-2 ansaripettoa neliömetrille joka toinen viikko, mutta paha saastunta tarvitsee enemmän, vähintään 20-50 ansaripettoa / m<sup>2</sup> viikoittain. (Biotus 2015, viitattu 15.5.2015.)

Vihannespunkin vioitusalan yltäessä 40% lehtipinta-alasta sato alkaa vähentyä ja suositellaan kemiallista torjuntaa sadon pelastamiseksi. Punkkien ilmaannuttua biologiseen torjuntaan on alettava välittömästi. (Kasvinsuojeluseura 2000, 4.)

### **11.2 Ripsiäiset**

Ripsiäiset ovat noin 1-2 mm:n mittaisia, nopeasti liikkuvia hyönteisiä. Aikuisilla ripsiäisillä siipiä on kaksi paria ja ne ovat kapeita. Ripsiäisen väritys on yleensä musta, mutta kalifornianripsiäinen on ruskea, jota tupakkaripsiäinen muistuttaa väritykseltään, vaikka onkin hieman pienempi.

Tupakkaripsiäisen vioitus alkaa kasvin alalehdiltä kun taas kalifornianripsiäisen vioitus alkaa yläpuolisesta lehdistöstä. (Biotus 2015, viitattu 15.5.2015.)

Ripsiäislajit aiheuttavat kaikki samankaltaista vioitusta kasveille. Suosillaan ne rikkovat lehtien soluja ja imevät ne tyhjiksi solunesteistä aiheuttaen lehtiin hopeanhohtoisia laikkuja ja laikkujen ympäriltä

saattaa löytää mustia ulostejämiä. Kukissa saattaa esiintyä värivikoja ripsiäisten vaurioituksesta, jonka lisäksi ne levittävät virustauteja. (Biotus 2015, viitattu 15.5.2015.)

Ripsiäisen elämässä on kuusi eri vaihetta, jotka ovat muna, 2 toukkavaihetta, 2 kotelovaihetta sekä lentävä aikuinen. Kasvu-aika täysi-ikäiseksi vaihtelee lajin, kasvin ja muiden ympäristötekijöiden mukaan. Tavalliset ripsiäiset lisääntyvät suvullisesti taikka suvuttomasti, mutta joillakin lajeilla, kuten kalifornianripsiäisellä hedelmöityminen määrää tulevan ripsiäisen sukupuolen. Hedelmöityneistä munista syntyy sekä koiraita että naaraita, kun taas hedelmättömistä munista vain koiraita. Riippuen lajista naaras munii 30-300 munaa. (Biotus 2015, viitattu 15.5.2015.)

Ripsiäisten torjunnassa käytetään *Amblyseius cucumeris*-petopunkkia sekä vihanneksilla että kukilla. Petopunkkeja käytetään myös mansikkapunkin torjuntaan. Aikuinen ripsiäispetopunkki saa tapettua päivässä 2-3 ripsiäistä. Petopunkkeja on myynnissä sekä pusseissa että pulloissa. Pussipunkit lisääntyvät pusseissa homepunkkiravinnon turvin ja ovat elinvoimaisia 4-8 viikkoa. Pussit sijoitetaan kasvuston sekaan. Pulloja käytetään kun ripsiäisiä havaitaan jo paljon, mutta myös heti istutuksen jälkeen, jos on odotettavissa, että ripsiäisiä ilmaantuu jo taimivaiheessa. (Biotus 2015, viitattu 15.5.2015.)

### **11.3 Lehtikirvat**

Kirvat ovat aikuisena 1,5-4 mm:n pituisia hyönteisiä. Joillakin yksilöillä on siivet, kun taas joillakin ei ole. Kirvat lisääntyvät nopeasti ja nuori yksilö näyttää aikuiselta vaikka onkin pienempi. Lisääntyminen tapahtuu usein neitseellisesti ja poikaset ovat syntyessään eläviä. Naaras synnyttää noin 60-100 poikasta, jotka kykenevät lisääntymään jo viikon kuluttua syntymästään. Kirvat luovat nahkansa kasvaessaan ja näitä nahkoja saattaa näkyä lehdillä. (Biotus 2015, viitattu 15.5.2015.)

Runsaina esiintyessään lehtikirvat saavat imennällään aikaan vahinkoa nuorissa lehdissä ja lehdet käpristyvät. Kasvupisteen vahingoittuessa kasvukin lakkaa. Kirvojen erittämässä mesikasteessa viihtyy hyvin home ja nokisienet, jotka vaikeuttavat kasvin valonsaantia likaamalla lehdet. Tärkein kirvoista on persikkakirva (*Myzus persicae*), mutta esiintyä voi myös kasvihuonekirvaa (*Aulacorthum*



circumflexum), koisokirvaa (*Aulacorthum solani*) tai Ansarikirvaa (*Maccrosiphum euphorbiae*). (kasvinsuojeluseura 2000,5.)

Kirvojen torjuntaan käy hyvin kirvavainokaiset, jotka ovat kirvojen sisäloisia. Ne kehittyvät kirvan sisällä ja kirva lopettaa syömisen jo parissa päivässä ja lopulta kuolee, jolloin uusi vainokainen kaivautuu ulos kirvan muumiosta. Yksi kirvavainokaisnaaras loisii noin 200-500 kirvaa.

Kirvavainokainen on hyvä eritoten ennakkotorjuntaan ja niitä levitetään 0,5-1 kirvavainokaista neliömetrille joka toinen viikko. Vainokaiset levitetään joko aikuisina tai koteloina lehdille tai kasvualustaan. (Biotus 2015, viitattu 15.5.2015.)

Kirvojen torjunnan kynnyksarvo saadaan kun poimitaan 10 lehdykkää sieltä täältä käsin kasvin kahdesta ylimmästä kolmanneksesta. Keskiarvon pitäisi pysyä alle 0,5 kirvaa per lehdykkä tai torjuntaeliöitä on lisättävä tai tehtävä paikalliskäsittely kemikaaleilla tai saippuavalmisteella. (Kasvinsuojeluseura 2000,5.)

#### **12.4 Juurimätä**

Juurimätä on sienitauti joka, aiheuttaa juurien muuttumisen valkoisista ruskeiksi ja siitä eteenpäin harmaan ruskeaksi soseeksi. Taudin edetessä lehtiin ilmestyy kloroosia ja vanhemmat lehdet lakastuvat, minkä jälkeen koko kasvi kuolee. Taudin etenemisen aikana kasvu pysähtyy ja kasvin varsi tummenee tumman ruskeaksi. Hoitamattomana aggressiivinen juurimätä valloittaa koko ravinneliuossäiliön, ja tarttuu jokaiseen kasviin systeemissä. Juurimätä on tavallinen kun juuret eivät saa tarpeeksi happea.(Winterborne 2005, 113.)

Juurimätä estetään helpoiten kun laitteisto puhdistetaan kunnolla kasvatuskertojen välissä. Uusi väliaine, ylläannoituksen välttäminen ja pH:n pitäminen 6-6,5 ehkäisee juurimätää. Trichoderma sienijauheen käyttö suojaa juuria taimivaiheesta asti käytettynä ja luo kasveille eräänlaisen immunitetin karaisten niitä juurimätää vastaan. Myös ravinneliuoksen ultravioletivalolla tehtävä sterilointi ehkäisee tautia. (Winterborne 2005, 114.)

## 12 Omat kokemukset vesiviljelystä

### 12.1 Pihvitomaatin ravinnekalvoviljely

Pihvitomaatin ravinnekalvoviljelyyn kasvatusputkeksi hankittiin 120mm halkaisijaltaan olevaa PVC-putkea. Putken pituus oli noin 1,5 metriä. Ravinneliuossäiliöksi ostettiin elintarvikemuovista valmistettu 80litran säilytyslaatikko. Kanneksi laatikkoon laitettiin 20mm vanerilevy, jotta valo ei pääse ravinneliuokseen. Ravinneliuoksen kierrättämiseen laitettiin 400litraa tunnissa pumpaava akvaariopumppu, jonka lisäksi noin kahden metrin pituinen pätkä puutarhaletkua. Ravinteina käytettiin General Hydroponics of Europe Grow, Micro ja Bloom, joka on kolmeosainen ravinnepaketti, jonka lisäksi ostettiin apteekista magnesiumsulfaattia rakeisessa muodossa. Katso kuvio 14.

**GHE Flora Series** ANWENDUNGSTABELLE AEROPONIK, KOKOSFASER, STEINWOLLE

ml / 10 L		18 Stunden Beleuchtung			12 Stunden Beleuchtung									
Woche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	...		
		Stecklinge			Veget.			Blüte						
EINFACH	FloraGro	2,5	2,5	7	15	15	5	5	5	5	5			
	FloraMicro	2,5	2,5	7	10	10	10	10	10	10	10			
	FloraBloom	2,5	2,5	7	5	5	15	15	15	15	15			
Ripen		Am Zyklusende (letzte 10 Tage) beschleunigte Blühförderung												
PROFI	Bio Roots	2			Wurzelsaktivator									
	Bio Protect	5 ml/l			5 ml/l			5 ml/l					Immunsystem-Aktivator, Blattsprühung, 1 mal wöchentlich	
	Bio Bloom	2												
	Diamond Nectar	20												
	Mineral Magic	Ein Teildünger um den Stängel herum gestreut. Erhöht den Wasserstand gegen Krankheiten und Insekten - stabilisiert den pH-Wert												

VOR GEBRAUCH GUT SCHÜTTELN (1 Schraubverschl. = 10 ml)

KUVIO 14. (Generalhydroponics of europe 2015, viitattu 16.9.2015).

PH ja johtokyky mittareina toimivat Hanna Instrumentsin pH -ja EC -mittarit. Ravinneliuossäiliöön laitettiin Lecasora verkko ruukkuun, joka päällystettiin palalla sukkahousukangasta. Tämä tehtiin Nitro-bakteerien kasvualustaksi, joka vähentää veden vaihtamistarpeen käytännössä nolnaan ja luo luonnollisen ravinteiden kierron ravinneliuossäiliöön. Tämän ansioista kuollut juurimateriaali ei jää pilaamaan ravinneliuosta vaan hajoaa ravinteiksi kasvien käyttöön. Kasvatuspaikkana toimi omakotitalon pihaan rakennettu pieni kasvihuone ja valona luonnonvalo.

Projekti aloitettiin leikkaamalla putkeen kaksi 50mm halkaisijaltaan olevaa reikää kahdelle pihvitomaatin taimelle. Kasvihuoneessa ravinneliuossäiliö sijoitettiin vasempaan reunaan huonetta sillä tavalla, että kasvatusputken pää tuli säiliön keskelle, johon porattiin myös reikä, jotta vesi pääsee valumaan putkesta takaisin laatikkoon. Putken toiseen päähän rakennettiin laudasta tuki ja putken toinen pää sijoittui siis vanerilevyn päälle, joka sijaitsi ravinneliuossäiliön päällä. Putken toinen pää sijoittui hieman korkeammalle kuin ravinneliuossäiliön puoleinen pää, joka helpotti ravinneliuoksen valumista takaisin säiliöön. Akvaariopumppu yhdistettiin letkuun putken mukana tulleella sovittimella ja pumppu asennettiin ravinneliuossäiliöön. Letkun toinen pää tuli putken toiseen päähän ja näin ollen vesi kiersi putkessa valuen takaisin laatikkoon.

Kasvatus itsessään käynnistettiin kesäkuun 1:nä, istuttamalla noin 20 senttimetriä korkeat valmiit pihvitomaatin taimet kasvatusputken reikiin. Ravinneliuossäiliö täytettiin vedellä, jonka jälkeen lisättiin veteen ravinteita suhteellisesti General hydroponics of European taulukon mukaisesti, jotta EC eli johtokykyluvuksi tuli 0.8 EC. PH asetettiin 6,5:teen nostamalla sitä hiukan kalium hydroksidilla. Jokaisessa vedenlisäyksessä pH säädettiin 6,5:teen. Magnesiumisulfaattia käytettiin koko kasvatuksen ajan noin T lusikallinen veden lisäyksen yhteydessä.



*KUVIO 15. Pihvitomaatti ravinnekalvoviljelyssä kesäkuun 3. viikolla*

Kesäkuun puolessa välissä juuret tulivat jo komeasti verkkoruukuista läpi, jolloin EC-arvo nostettiin 1,2:een edelleen kolmen komponentin GHE ravinteilla suhteessa 1:1:1. Toinen kasveista oli tässä vaiheessa pituudeltaan 60 cm kun taas toinen hiukan jäljessä 40 cm. Katso kuvio 15.

Tästä seuraavan viikon ajan kasvit kasvoivat normaalisti putkessa. Juuret kasvoivat paljon samoin kuin lehtimateriaali ja pituus kasveissa. Kasvit ottivat alkuvaiheessa selkeästi enemmän vettä kuin ravinteita, mikä kertoo siitä, että ravinnetaso oli hiukan liian korkea, mikä johti pH:n alenemiseen. Tämä vahvisti epäilystä hiukan liian korkeasta typpilannoitteen eli Grow ravinteen käytöstä. EC-arvo nostettiin tässä kohtaa 1.5:een ja Grow lannoitteen käyttöä vähennettiin hiukan suhteessa muihin ravinnepulloihin

Grow lannoitteen käyttö lopetettiin heinäkuun alussa kokonaan, sillä kasvit näyttivät tumman vihreiltä. Mikroravinnepullo sisältää myös typpeä, joten suunnitelman mukaisesti Grow ravinteesta voitiin luopua. Myös tomaatin alkuja oli ilmestynyt lupaavasti ja juuret olivat valkeita ja hyvinvoivia. Tässä vaiheessa EC-arvo pidettiin 1,5:ssä ja ravinteita lisättiin suhteella 1:1, Mikro ja Bloom.

Puolessa välissä heinäkuuta alettiin jo vähentämään myös mikroravinnepullon käyttöä tynen vähentämiseksi. Ravinteita lisättiin suhteella 1:2 EC-arvon ollessa noin 1,6 ja lisätyn ravinneliuoksen pH säädettiin 6,5:teen, kuten jokaisella kerralla. Varkaiden poistoa tehtiin runsaasti yhtä päälätvää suosien. Näin jatkettiin koko heinäkuu ja kasvu näytti hyvältä. Tomaatin alkuja oli tässä vaiheessa jo runsaasti. Katso kuvio 16.



*KUVIO 16. Pihvitomaatti ravinnekalvoviljelyssä heinäkuun 3.viikolla*

Elokuun alussa Mikroravinnepullon käyttöä vähennettiin edelleen ja ravinteiden suhteeksi tuli tässä vaiheessa noin 1:3. Tomaatin alkuja oli runsaasti ja myös muutamia jo valmiiksi kypsyneitä ilmestyi. EC-arvo pidettiin koko ajan 1,6:ssa ja lisätyn ravinneliuoksen pH säädettiin 6,5:teen



*KUVIO 17. Pihvitomaatti ravinnekalvoviljelyssä elokuun 2.viikolla*

Puolessa välissä elokuuta ilmat viilenivät jo huomattavasti, mutta tomaatteja oli runsaasti. Katso kuvio 17. Syyskuun alussa käynyt pakkanen lopetti kasvatuksen kasvien paleltuessa. Tomaatteja oli vielä vihreinä tässä vaiheessa runsaasti, mutta ne kypsytettiin sisällä pimeässä valmiiksi. Satoa kahden kasvin kasvatuksesta saatiin 5,5 kilogrammaa. Katso kuvio 18.



*KUVIO 18. Pihvitomaattisato 5.5 kg*

## 12.2 Chilipaprika syvävesiviljelyssä

Chilipaprikan syvävesiviljelyyn kasvatusastiaksi, joka samalla toimii ravinneliuossäiliönä, hankittiin 40 litran altakasteluruukku. Kansi rakennettiin vesivanerista ja siihen kiinnitettiin yksi iso verkkoruukku. Ravinneliuoksen hapettamiseen asennettiin 300litraa tunnissa pumppaava akvaariopumppu sillä tavalla, että pumpun virtaama rikkoi ravinneliuoksen pintakalvoa, jolloin juuriston ja ravinneliuoksen hapettaminen toimii tehokkaimmin. Kasvatustilana toimi omakotitalon pihaan rakennettu pieni kasvihuone ja valaistuksena toimi luonnonvalo. Ravinneliuossäiliöön laitettiin myös Lecasoraa verkkoruukkuun, joka päällystettiin palalla sukkahousukangasta. Tämä tehtiin Nitro-bakteerien kasvualustaksi, joka vähentää veden vaihtamisen käytännössä nolnaan ja luo luonnollisen ravinteiden kierron ravinneliuossäiliöön. Tämän ansioista kuollut juurimateriaali ei jää pilaamaan ravinneliuosta vaan hajoaa ravinteiksi kasvin käyttöön.



*KUVIO 19. Chilin istutus*

Kasvatus käynnistettiin kesäkuun ensimmäinen päivänä istuttamalla noin 20-senttimetriä korkea *Capsicum pubescens*-lajin chilipaprika verkkoruukkuun. Katso kuvio 19. Kasvi itsessään oli jo useita vuosia vanha ja todettu satoisaksi fenotyypiksi. Kasvin juuria ja vanhaa kasvustoa oli leikattu runsaasti uuden kasvun parantamiseksi. Ravinneliuossäiliö täytettiin vedellä, jonka jälkeen lisättiin veteen ravinteita General hydroponics of European taulukon mukaisesti, jotta EC eli johtokykyluvuksi tuli 0,8 EC. Samalla pH säädettiin 6,5:teen

Jo viikon kuluessa juuret kasvoivat läpi verkkoruukusta ja uutta kasvua oli selkeästi tapahtunut. EC-arvo nostettiin jo tässä vaiheessa 1.0 EC ravinteiden suhteen ollessa 1:1:1, Grow, Mikro, Bloom. Kesäkuun puolessa välissä EC-arvo voitiin nostaa jo 1,2 runsaan vedenkulutuksen vuoksi. Jokaisella ravinneliuoksen lisäys kerralla pH säädettiin 6,5:teen. Kasvi näytti imevän runsaasti vettä, mikä on tietenkin hyvä asia, mutta ilmentää sitä, että ravinneliuos voi olla hiukan laimeaa.





*KUVIO 20. Chili syvävesiviljelyssä heinäkuun ensimmäisellä viikolla*

Heinäkuun alussa Growravinteiden käyttö lopetettiin kokonaan ja siitä eteenpäin jatkettiin ravinteiden suhteella 1:1 Mikro ja Bloom. EC-arvo nostettiin myös 1,5:teen. Kukkia poistettiin noin 20%, jotta hedelmille riitti kasvuenergiaa. Katso kuvio 20.

Puolessa välissä heinäkuuta Mikroravinteiden käyttöä vähennettiin siten, että ravinteiden suhteeksi tuli 1:2 ja EC-arvo pidettiin 1,5:ssä. Rungas lehtimateriaalin kasvu viittasi siihen, että typpeä oli käytetty hiukan liikaa lannoituksessa, joten sen määrää pyrittiin vähentämään kukinnan tehostamiseksi. Kukkia ja hedelmien alkuja oli runsaasti. Heinäkuun lopussa Mikroravinteiden ja Bloomravinteiden suhteeksi määriteltiin 1:3 hedelmien kypsyttämiseksi.



*KUVIO 21. Chili syvävesiviljelyssä elokuun toisella viikolla*

Elokuun puoleen väliin ravinteiden suhde pidettiin samana, mutta puolessa välissä Mikroravinnepullon käyttö lopetettiin, jotta typpi ei hidastaisi lopullista kypsymistä. Juuret olivat valkeita ja hyvinvoivan näköisiä niin kuin koko kasvi itsekin. Kuitenkin vaikutti, että typpiravinnetta oli kesäkuussa käytetty suhteellisesti hiukan liikaa, sillä lehtimateriaalia oli niin runsaasti suhteessa hedelmien määrään. Katso kuvio 21.



*KUVIO 22. Kasvatuksen lopetus*



*KUVIO 23. Sato*

Syyskuun alussa käynyt pakkanen lopetti kasvatuksen. Katso kuvio 22. Kasvin juuristo ja lehvästö leikattiin ja se istutettiin multa talvehtimaan. Satoa kasvuksesta kertyi 1,1 kilogrammaa. Katso kuvio 23. Enemmänkin olisi voinut saada, jos typpeä olisi alkuvaiheessa käytetty alussa suhteellisesti hiukan vähemmän. Kasvatus oli kuitenkin ihan onnistunut sadon ja kasvun kannalta.

### **12.3 Aquaponinen vesiviljely kestävän kehityksen keskuksessa**

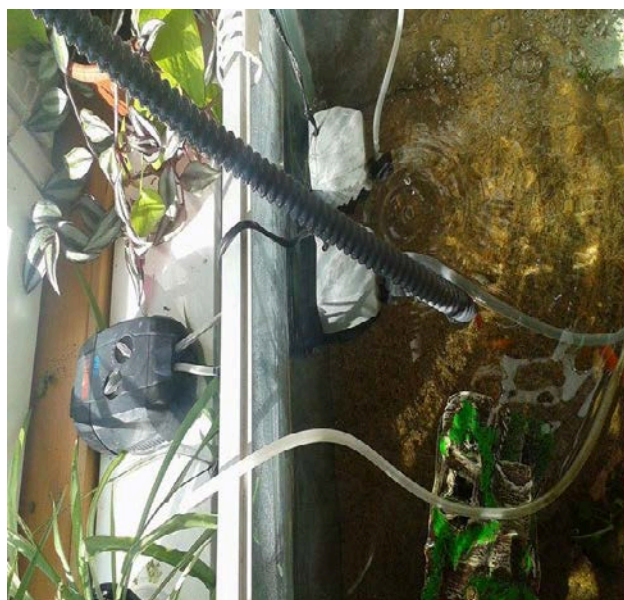
Kestävän kehityksen keskukseseen Oulussa päätettiin rakentaa kalan ja kasvinviljelyn yhdistävä Aquaponinen viljelylaitteisto, lähinnä koristekasvien kasvattamista varten. Kirjoittajaa pyydettiin asiantuntijaksi viljelylaitteiston kokoamiseen. Laitteiston rakentaminen aloitettiin täyttämällä akvaario vedellä ja lisäämällä sinne pohjahiekka. Tämän jälkeen akvaario vesineen sai olla rauhassa bakteerikantaa muodostaen 3 viikkoa, jonka jälkeen sinne lisättiin kalat. Kaloina akvaariossa on kultakaloja ja joitakin monneja. Katso kuvio 24.



*KUVIO 24. kultakala*



*KUVIO 25. Ravinnekalvoviljelyputket  
kestävänkehityksenkeskuksessa*



*KUVIO 26. Ilma ja vesipumput*

Akvaarioksi oli hankittu 250 litrainen akvaario, jonka lisäksi PVC-putkea, johon porattuihin reikiin kasvit ruukkuineen sijoitettiin. Katso kuvio 25. Järjestelmä toimii ravinnekalvoviljelyn tapaan. Tähän kasvatuslaitteistoon veden toimittaa akvaarivesipumppu. Katso kuvio 26.

Toisena laitteistona toimii neljä pystysuuntaan rakennettua tippukastelulaitteistoa, jotka saatiin lahjoituksena Oulun taidemuseon näyttelystä. Se oli rakennettu limsapulloista taiteilijan näkemyksen mukaisesti ja ollut käytössä lähinnä taidemuseon näyttelyn ajan. Ravinteiden kierrätykseen, bakteerien kasvualustaksi laitettiin kaksi viiden litran astiaa, jotka ovat täynnä Lecasoraa, jolla on laaja pinta-ala, jossa bakteerit kasvavat. Ilmapumppu nostaa vettä akvaariosta näihin, joista vesi tippuu laitteistoa pitkin takaisin akvaarioon. Katso kuvio 27.



*KUVIO 27. Tippukastelulaitteisto kestävänkehityksenkeskuksessa*

Rakennettu aquaponinen vesiviljelylaitteisto on käytössä tänäkin päivänä ja siihen istutetut viherkasvit ja kalat voivat hyvin. Kuitenkin kaloja olisi mahdollista lisätä hiukan lannoituksen toivossa. Akvaarion tilavuus sallisi lisäämisen ilman, että tila kävisi kaloille ahtaaksi.

## 13 Pohdinta

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa helppolukuinen, mutta runsaasti sisältöä tarjoava apuväline kotipuutarhurin käyttöön. Kokonaisuutena työ onnistui tehtävässään ja varsinkin ravinteiden osalta sisältöä on vähintäänkin riittävästi. Yleisimmät laitteistot ja ongelmat käydään työssä läpi huolellisesti ja kirjoittaja uskoo että aineistosta on apua viljelyä aloittelevalle, sekä siinä jo edistyneemmällekkin viljelijälle. Joiltain osin työn sisältö saattaa vesiviljelyä aloittavan kohdalta tuntua yksityiskohtaiselta, mutta tarkoitus olikin tuottaa sisältöä myös hiukan edistyneemmällekkin viljelijälle pysyttäessä kuitenkin pragmaattisella linjalla. Myös kokonaiskuva toiminnasta selkeytyi. Vesiviljelyopas kotipuutarhurille työtä tehdessä kirjoittaja sai itsekin kasvihuoneviljely kokemusta ja runsaasti materiaalia läpi käytyään syvennettyä myös omaa tietoisuutta asiasta. Työ tuotettiin kaupunkiviljelyä edistävälle Dodo Ry:lle, jonka kautta se pääsee myös laajempaan levitykseen.

## Lähteet

Akvaariotietopankki 2012, Viitattu 18.5.2015

<http://akvaario-tietopankki.blogspot.fi/2012/04/no2-nitriitti.html>

Aquaponics Finland 2015, Viitattu 18.5.2015

<http://www.aquaponics.fi/Site/Jarjestelma.html>

Aquaweb 2015, Viitattu 18.5.2015

<http://aqua-web.fi/forum/viewtopic.php?t=67697>

Benton Jones, J 2005. Hydroponics. A Practical guide for soilless grower. Toinen painos. London, New York, Washington D.C. : Crc press

Biotus 2015, Viitattu 15.5.2015

<http://www.biotus.fi/kasvintuhoojat>

Chiliwiki 2015, Viitattu 18.5.2015

[http://www.chiliwiki.fi/index.php?title=Bioponinen\\_vesiviljely](http://www.chiliwiki.fi/index.php?title=Bioponinen_vesiviljely)

Chilifoorumi 2015, Viitattu 18.5.2015

<http://chilifoorumi.fi/index.php?topic=6694.0>

Chilifoorumi 2015, Viitattu 18.5.2015

<http://chilifoorumi.fi/index.php?topic=6660.0>

Generalhydroponics 2015, Viitattu 18.5.2015

[http://generalhydroponics.com/site/index.php/resources/faqs/ph\\_dynamics\\_and\\_adjustment/](http://generalhydroponics.com/site/index.php/resources/faqs/ph_dynamics_and_adjustment/)

<http://www.eurohydro.com/publications/publications/APPLICATION%20CHARTS/FI/CHART-FLORA-SERIES-FI.pdf>

Growershouse 2015, Viitattu 16.9.2015

[http://growershouse.com/images/DE\\_TEST\\_2.jpg](http://growershouse.com/images/DE_TEST_2.jpg)

Kasvinsuojeluseura 2000, Kasvihuone tomaatin tasapainoinen kasvinsuojelu: Vammalankirjapaino oy.

Koivunen, T. 2003. Lisäysmenetelmät. Teoksessa T. Koivunen (toim.) Tehokkaasti kasvihuoneesta. Jyväskylä: Opetushallitus, 95-102.

Koski 2010, Viitattu 18.5.2015

<https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/14002/thesis.pdf?sequence=1>

Lampputieto 2015, Viitattu 18.5.2015

<http://www.lampputieto.fi/lamput/lampputyypit/energiansaastolamppu/>

Organica 2015, Viitattu 16.9.2015

<https://www.organicgardensupply.com/disease-pests/how-ph-affects-plant-nutrient-uptake-availability/>

Resh, Hm. 2002. Hydroponic food production. Kuudes painos. Santa barbara, California: Woodbridge press publishing company

Valoya 2015, Viitattu 18.5.2015

<http://www.valoya.com/plant-breeding/>, LED in horticulture

Van Patten, G. 2004. Hydroponics basics. USA: Estelle Cervantes

Wikipedia 2015, Viitattu 16.9.2015



[http://en.wikipedia.org/wiki/Photosynthetically\\_active\\_radiation#/media/File:Par\\_action\\_spectrum.gif](http://en.wikipedia.org/wiki/Photosynthetically_active_radiation#/media/File:Par_action_spectrum.gif)

Winterborne, J. 2005. Hydroponics. Indoor horticulture. Pukka press Ltd

Voipio, I., Ahonen S. & Rautio E. 1993. Puutarhakasvien siemenlisäys. Siemen, itäminen ja itämisen hallinta. Puutarhatieteen julkaisuja 22. Helsinki: Helsingin yliopiston kasvintuotantotieteen laitos