

Tomaatin ja kurkun viherbiomassojen hyödyntäminen



Ylemmän ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Biotalousliiketoiminnan kehittäminen

Hämeenlinna, kevät 2019

Sanna Niemi

Biotalous liiketoiminnan kehittäminen (YAMK)
Hämeenlinna

Tekijä	Sanna Niemi	Vuosi 2019
Työn nimi	Tomaatin ja kurkun viherbiomassojen hyödyntäminen	
Työn ohjaaja/t	Tuija Pirttijärvi, Maritta Kymäläinen	

TIIVISTELMÄ

Työn tavoitteena oli selvittää tomaatin ja kurkun kasvihuoneviljelyn viherbiomassojen hyödyntämistä. Työssä koottiin yhteen jo olemassa oleva tutkimustieto ja selvitettiin, mitä eri vaihtoehtoja hyödyntämiselle on. Työssä esitellään potentiaalisin toimenpide-ehdotus ja arvoanalyysi.

Opinnäytetyö on osa Puutarhatuotannon uusi kiertotalous –hanketta (ArvoBio). Hankkeessa on tavoitteena tuottaa lisäarvoa ja uutta liiketoimintaa kehittämällä innovatiivisia ratkaisuja puutarhatuotannon hävikin vähentämiseksi ja sivuotteiden hyödyntämiseksi. Hankkeessa on HAMK:in lisäksi mukana Luonnonvarakeskus ja ProAgria. Hanketta rahoittaa Manner-Suomen maaseudun kehittämisohjelma 2014–2020.

Työ sisältää kirjallisuusselvityksen olemassa olevista hyödyntämismahdollisuuksista ja hyödyntämisen haasteista. Sen lisäksi toteutettiin viljelijöiden haastatteluja sekä sähköpostikysely, joiden avulla nykytilaa selvitettiin.

Viherbiomassojen potentiaalisimmaksi hyödyntämistavaksi nousi biokaasun tuotanto. Kyselyn ja haastattelujen perusteella eniten käytössä oleva tapa käsitellä viherbiomassoja on kompostointi omalla maalla, mutta komposti jää pääasiassa hyödyntämättä, koska se sisältää usein viljelyssä käytettävät muoviosat. Haastattelujen ja kyselyn perustella, suurin haaste viherbiomassojen tehokkaalle hyödyntämiselle on viljelyssä käytettävät muoviset tuentatarvikkeet.

Avainsanat Sivuvirrat, biomassa, kasvihuonetuotanto, hyödyntäminen

Sivut 79 sivua, joista liitteitä 3 sivua

Bioeconomy Business Development (Master's programme)
Hämeenlinna

Author	Sanna Niemi	Year 2019
Subject	Utilization of green biomass from tomatoes and cucumber production	
Supervisors	Tuija Pirttijärvi, Maritta Kymäläinen	

ABSTRACT

The aim of this thesis was to find out how biomass from tomatoes and cucumbers can be utilized. Existing information was collected and different alternatives to use biomass was discussed. In the thesis the most potential proposal and corresponding value analysis were presented.

The thesis is part of the project Circular economy in horticulture – new value and business opportunities. (ArvoBio). In the project the aim was to generate added value and new business by developing innovative solutions to reduce the loss of horticulture and find out use for by-products. In addition to Häme University of Applied Sciences also the Natural Resources and ProAgria are taking part to this project.

Thesis includes a literature study of existing possibilities for using biomass as well as different challenges with those. A survey focusing on current practices at Finnish farms was done by interviewing farmers and using an e-mail inquiry.

The most potential solution to utilize biomass was to biogas production. Based on the email inquiry and interviews, the most commonly used way of handling biomass was composting in their own site, but mainly the compost is not used afterwards. The biggest challenge for the utilization of biomass is the plastic support material that is used in cultivation.

Keywords Side streams, biomass, greenhouse production, utilization

Pages 79 pages including appendices 3 pages

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	TYÖN TAVOITE JA MENETELMÄT	3
2.1	Tutkimuskysymykset	3
2.2	Tutkimusmenetelmät	3
3	TOMAATIN JA KURKUN VIJELYN NYKYTILA.....	5
3.1	Tomaatin viljely	5
3.2	Tomaatin viherbiomassojen syntyminen	7
3.3	Kurkun viljely	10
3.4	Kurkun viherbiomassojen syntyminen	11
4	TOIMINTAYMPÄRISTÖN KUVAUS.....	14
4.1	Tomaatin tuotanto Suomessa	14
4.2	Kurkun tuotanto Suomessa	16
4.3	Tomaatin ja kurkun tuotannon sijoittuminen alueellisesti Suomessa.....	18
4.3.1	Tuotannon jakaantuminen valtakunnallisesti	18
4.3.2	Tomaatin ja kurkun tuotanto Närpiön alueella.....	22
4.4	Viherbiomassojen hyödyntämisen tila Suomessa	23
4.5	Hyödyntämisen haasteet	25
5	TOMAATIN JA KURKUN VIHHERBIOMASSOJEN OMINAISUUDET	26
5.1	Tomaatin viherbiomassan koostumus	26
5.2	Kurkun viherbiomassan koostumus	26
6	VIHERBIOMASSOJEN HYÖDYNTÄMISVAIHTOEHTOJA.....	28
6.1	Rehu	29
6.2	Biokaasu ja muut biopolttoaineet.....	30
6.3	Kosmetiikkateollisuus.....	35
6.4	Kompostointi	36
6.5	Biohiili	37
6.6	Kuituvalmisteet	40
6.6.1	Pakkauksia valmistava monialayritys The Greenery	41
6.6.2	Jätehuolto-yritys Renewi.....	43
6.7	Ligniinituotteet	45
7	HAASTATTELUIJEN JA KYSELYN TULOKSET	47
7.1	Teemahaastattelut	47
7.1.1	Kurkkutila 1.....	47
7.1.2	Tomaattitila 1	48
7.1.3	Tomaattitila 2	51
7.2	Sähköpostikysely	53
7.3	Käytännöt Kiipulan puutarhalla ja Lepaan kasvihuoneessa.....	55

8	PÄÄTELMÄT VIHHERBIOMASSOJEN HYÖDYNTÄMISEN VAIHTOEHDOIKSI.....	58
8.1	Kompostointi	58
8.2	Biokaasun tuotanto	59
8.3	Pakkausmateriaalien valmistus	61
9	JOHTOPÄÄTÖKSET	63
9.1	Vastaukset tutkimuskysymyksiin	63
9.2	Biokaasun tuotannon arvoanalyysi	64
10	POHDINTA.....	67
	LÄHTEET	70

Liitteet

Liite 1 Sähköpostikysely

1 JOHDANTO

Tomaatti ja kurkku ovat suomalaisten suosikki vihanneksia. Vuonna 2017 tomaattia ja kurkkua tuotettiin suomalaisissa kasvihuoneissa yhteensä yli 82 miljoona kiloa. Tomaatin ja kurkun tuotannosta syntyy sadon lisäksi sivuvirtoja, kuten lehtiä ja varsia. Nämä sivuvirrat eli viherbiomassat jäävät tällä hetkellä pääosin hyödyntämättä.

Tomaatin ja kurkun kasvihuoneviljelyn sivuvirtoina syntyvä viherbiomassa sisältää ravinteiden lisäksi arvojakeita kuten kuituja, proteiineja ja bioaktiivisia yhdisteitä. Nykyisin käytössä olevilla tekniikoilla nämä arvojakeet olisi mahdollista ottaa talteen. Kasvihuonetuotannon viherbiomassat voivat olla arvojakeiden ohessa hyödyntämätöntä energiapotentiaalia, joko suoraan tai arvojakeiden erottamisen jälkeen. (Kymäläinen ym., 2017.)

Viherbiomassoja syntyy esimerkiksi tomaatin viljelyssä lehtien muodossa säännöllisesti viikoittain sadon alkaessa noin seitsemän viikon jälkeen. Lehtimassan lisäksi samaan aikaan syntyy hankaversoja eli ns. varkaita. Viljelykauden päättyessä poistetaan koko kasvusto eli varsiosa ja loppuvaiheen lehdet. (ArvoBio, 2016.)

Tomaatin ja kurkun taimet tarvitsevat viljelyn aikana tukemista. Taimet tuetaan tukinaruihin muovisia klipsejä apuna käyttäen, latvan kasvaessa ylös, valoa kohti. Osa viljelijöistä käyttää myös muita muoviosia kuten erilaisia tartuntatukia ja tertiitukia. Suurin osa viljelijöistä käyttää tuentaan muovisia naruja ja kipsejä, koska biohajoavat narut ja klipsit ovat kalliita ja niiden käyttöön liittyy ainakin ympärivuotisessa viljelyssä epävarmuutta kestävydestä ja käytettävyydestä.

Muoviset narut ja klipsit aiheuttavat haasteita viherbiomassojen hyödyntämiselle. Tällä hetkellä suurin osa tomaatin ja kurkun viherbiomassoista päätyy viljelijöiden omiin komposteihin tai läjälle joko kokonaisina taimina tai silputtuna muoviosien kanssa viljelykauden päätyttyä. Kompostointi voi olla hallitsematonta, jolloin syntyy ravinnevalumia. Kompostointiin käytettävät alueet alkavat ajan kuluessa täyttyä, kun huonolaatuiselle kompostille ei ole jatkokäyttöä. Muoviosien lisäksi hyödynnettävyydelle oman haasteensa antaa tomaatin ja kurkun varsien ja lehtien suuri kosteuspitoisuus.

Vuonna 2016 astui voimaan kaatopaikka-asetus, jolla rajoitetaan biohajoavan tai muun orgaanisen aineksen sijoittamista tavanomaisen jätteen kaatopaikalle. Aikaisemmin kaatopaikoille sijoitettu tämänkaltaisen orgaaninen jäte hyödynnetään nykyisin pääasiassa energiana. (Ympäristöministeriö, 2018.) Kompostien täyttyessä ja asetusten muuttuessa on huomattu, että viherbiomassojen käsittelylle olisi löydettävä jokin ratkaisu.

Opinnäytetyö on osa hanketta Puutarhatuotannon uusi kiertotalous (ArvoBio). Hankkeessa on tavoitteena tuottaa lisäarvoa ja uutta liiketoimintaa kehittämällä innovatiivisia ratkaisuja puutarhatuotannon hävikin vähentämiseksi ja sivuotteiden hyödyntämiseksi. Hankkeessa on HAMK:in lisäksi mukana Luonnonvarakeskus ja ProAgria. Hanketta rahoittaa Manner-Suomen maaseudun kehittämisohjelma 2014–2020.

2 TYÖN TAVOITE JA MENETELMÄT

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää vaihtoehtoja kasvihuonetuotannon viherbiomassojen hyödyntämiselle kokoamalla yhteen jo olemassa olevaa tutkimustietoa asiasta. Samalla kartoitettiin mahdollisia haasteita biomassojen hyödyntämiselle. Kirjallisuusselvityksen jälkeen toteutettiin teemahaastattelu sekä sähköpostikysely, jolla selvitettiin viherbiomassojen käsittelytapoja. Kirjallisuusselvityksen, haastattelujen sekä kyselyn jälkeen esitellään potentiaalisin toimenpidevaihtoehto ja tehdään arvoanalyysi.

Opinnäytetyön aihe on rajattu käsittelemään vain kasvihuonetomaatin -ja kurkun viherbiomassoja. Aiheen rajausta perustuu ArvoBio -hankkeeseen kuuluvien aiheisiin.

2.1 Tutkimuskysymykset

1. Mitä ominaisuuksia tomaatin ja kurkun viherbiomassoilla on?
2. Minkälaisia erilaisia tapoja viherbiomassojen käsittelyyn/hyödyntämiseen on?
3. Mitkä ovat viherbiomassojen hyödyntämisen suurimmat haasteet?
4. Toimenpide-ehdotus; miten viherbiomassojen hyödyntäminen saadaan tuottamaan lisäarvoa?

Tutkimustavoitteen mukaiset tutkimuskysymykset ovat suunnanneet ja rajanneet aineiston hankintaa sekä ohjanneet analyysiä.

2.2 Tutkimusmenetelmät

Opinnäytetyössä tutkimusmenetelmänä käytettiin teemahaastattelua sekä täydentävää sähköpostikyselyä. Ennen kyselyn ja haastattelun toteuttamista tehtiin kirjallisuusselvitys, jossa perehdyttiin jo tehtyihin tutkimuksiin ja selvityksiin.

Teemahaastattelut toteutettiin paikan päällä ja haastateltavina ovat tilojen omistajat. Teemahaastatteluun osallistuvat tilat sijaitsevat Närpiön seudulla, Pohjanmaalla. Sähköpostikysely toteutettiin täydentämään teemahaastattelua. Täydentävä sähköpostikysely toteutettiin teemahaastattelujen jälkeen, jotta saataisiin kattavampi kuva alueen viherbiomassojen käsittelystä.

Teemahaastattelut ja vierailut tiloilla toteutettiin 19.7.2018. Haastatteluun osallistui kolme tilaa, joista yhdellä tilalla viljeltiin ympärivuotisesti kasvihuonekurkkua, yhdellä kesäviljelynä kasvihuonetomaattia ja yhdellä tilalla ympärivuotisesti kasvihuonetomaattia. Vierailtavat kohteet järjesti ÖSP:n (Österbottens svenska prodcentförbund) puutarha-asiamies Johanna Smith.

Sähköpostikysely toteutettiin ruotsin kielelle käännettyinä kysymyksin. Kyselyn kohdentamisessa hyödynnettiin ÖSP:n Johanna Smithin viljelijäkentän tuntemusta sekä ProAgria ÖSL:n (Österbottens Svenska Lantbrukssällskap) Kaisa Hagan kontakteja.

Kysely toteutettiin sähköpostin välityksellä, jotta tavoitettaisiin mahdollisimman laaja joukko vastaajia. Koska suurin osa Närpiön alueen tomaatin ja kurkun viljelijöistä ovat ruotsinkielisiä, lähetettiin kysymykset ruotsiksi. Kontaktit viljelijöihin saatiin ÖSP:n Johanna Smithin kautta. Tästä syystä kyselyn lähettäminen toteutettiin myös Johanna Smithin toimesta. Kysely lähetettiin 91 sähköpostiosoitteeseen, vastausaikaa kyselyyn oli kaksi viikkoa heinä-elokuussa 2018. Viljelijöitä muistutettiin kyselyyn vastaamisesta. Kyselyyn vastasi neljä viljelijää. Kysely lähetettiin uudelleen helmikuussa 2019 ProAgria ÖSL:n Kaisa Hagan kautta. Kyselyn sai noin sata viljelijää. Helmikuussa vastaajia pyydettiin lähettämään vastaukset mahdollisimman pian. Uusia vastauksia saatiin kuusi. Yhteensä sähköpostikyselyyn siis vastasi kymmenen viljelijää.

Vastausten saaminen sähköpostikyselyyn osoittautui vaikeaksi. Yrityksistä huolimatta, vastaajatavoitteeseen ei päästy.

3 TOMAATIN JA KURKUN VIJELYN NYKYTILA

Ympärivuotisen, tekovalon käyttöön perustuvan tuotantotekniikan voimakas kehittäminen alkoi 1990-luvulla ja se jatkui aina 2000-luvun ensimmäiselle vuosikymmenelle asti. Kehittäminen painottui leikkokukkiin, tomaattiin ja kurkkuun. Moderneimmissa kasvihuoneissa sadot kasvoivat 2–3 kertaiksi entiseen verrattuna. Merkittäviä 2010-luvun kehityskohtia ovat olleen lannoituksen ja kasvualustan uudet ratkaisut, suljettu kasvihuone sekä kasvihuoneviljelyyn soveltuvat LED-valot ja niiden mukanaan tuomat viljelymenetelmien muutokset. Viimeisten vuosikymmenien aikana kasvihuoneviljely on kokenut merkittäviä biologisia ja teknisiä uudistuksia. Näiden uudistusten ansiosta nykyaikaisimmassa viljelytekniikassa Suomessa saadaan maailman korkeimpia satoja vihanneksilla ja leikkokukilla. (Tahvonen, 2015, 3.)

3.1 Tomaatin viljely

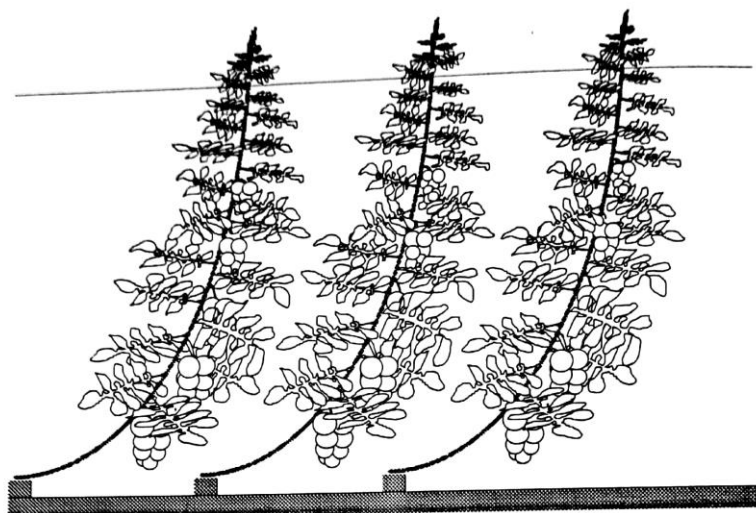
Tomaatit istutustiheys on tyypillisesti 2,2–2,5 tainta neliömetrille. Kasvualustana suositetaan yleensä inaktiivisia, epäorgaanisia kasvualustoja, kuten kivivillaa tai perliittiä. Pitkässä viljelyssä eli keinovaloa hyödyntävässä viljelyssä istutus tapahtuu yleensä syksyllä elokuu–lokakuu välisenä aikana, mutta osa viljelijöistä istuttaa taimet jo aikaisemminkin. Viljelykauden aikana taimia ei vaihdeta, vaan samoja kasveja viljellään koko kauden ajan, eli noin 11 kuukautta. Lyhyessä viljelyssä, eli luonnonvaloviljelyssä taimet istutetaan keväällä helmi–maaliskuun aikana. Ainoastaan luonnonvaloa hyödynnettäessä viljely päättyy lokakuun tietämällä. (Haga, 2018; Murmann, 1996, 25 65.)

Tomaatit istutetaan kasvihuoneeseen paririveihin. Paririvien väliin jäävä käytävä on noin 110–130 cm leveä, jotta käytävällä pääsee liikkumaan hoitovaunun kanssa. Tomaatin latvat tuetaan ylöspäin narujen avulla. Kasvun kannalta on edullisinta, että taimien latvat saavat kasvaa koko ajan ylöspäin. Tällöin kasvin yhteyttävät lehdet, kukkatertut ja kehittyvä sato ovat koko ajan parhaissa mahdollisissa valo-olosuhteissa. (Murmman, 1996, 66.)

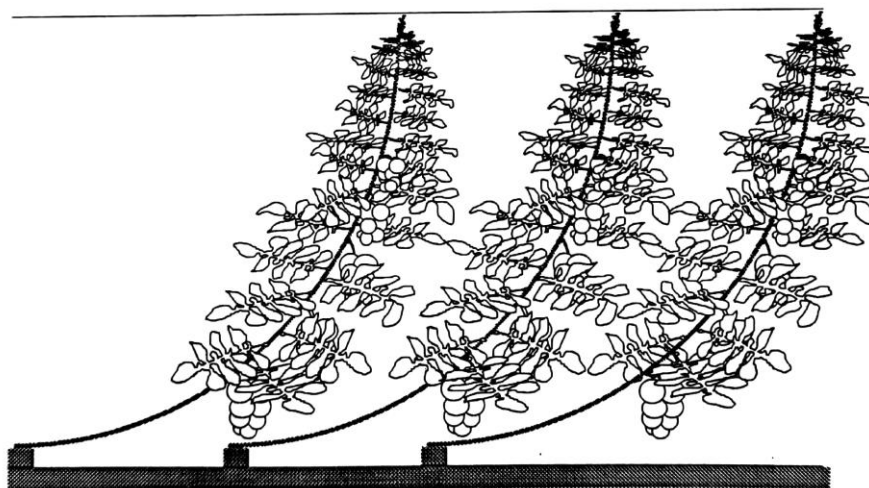
Tuentamenetelmänä käytetään nykyisin pääasiassa alaslaskumenetelmää. Tässä menetelmässä kasvin vartta lasketaan kasvualustapetien päälle vaakatasoon sitä mukaan, kun varresta on poistettu lehdet ja sato on kerätty. Nykyisin tuennassa käytetään apuna muovisia klipsejä, joilla latva kiinnitetään tukinaruun. Ennen narua kierrettiin latvan ympäri kasvun edistytessä. Jotta paras hyöty valo-olosuhteista saadaan käytettyä hyödyksi, on tukilangat alaslaskumenetelmässä pidettävä melko korkealla, noin kolmen metrin korkeudessa. Tällöin latvassa tehtävät tuenta ja hoitotyöt on tehtävä hoitovaunua käyttäen. Alaslaskumenetelmän etuina ovat kuitenkin, että sadonkorjuu tapahtuu aina samalta korkeudelta ja se on hyvin näkyvissä sekä lehtien poisto voidaan suorittaa hyvässä työasennossa. Ne varren osat, joista lehdet on jo poistettu, jäävät heikompiin valo-olosuhteisiin

lähelle maanpintaa, tomaatin varsissa oleva lehdistö suojaavat hedelmiä liialliselta auringon paahteelta. (Murmman, 1996, 66.)

Keinovaloa hyödyntävässä, pitkässä viljelyssä tomaatin varret kasvavat kauden aikana jopa 10–12 metrin mittaisiksi. Varren tukemiseen tarvitaan silloin pitkää noin 10–15 metrin mittaista tukinarua, jonka varaan vartta kasvukauden aikana tuetaan. Tukinarurulla kiinnitetään taimen kohdalle ylhäällä olevaan ylätukeen. Latvaa lasketaan narua vapauttamalla tarvittava määrä ja kasvanut latva kiinnitetään tukinaruun. Latvaa lasketaan, kun se on kasvanut edellisestä laskusta tukilankojen tasalle. Tomaatin varret tulevat tällöin yhä vinompaan asentoon ja varret laskeutuvat kasvu-alustapetien päälle tai tarkoitusta varten rakennetuille alaslaskutelineille. (Murmman, 1996, 67.) Kuvassa 1 on havainnekuva tomaatin alaslaskumetelmästä.



Kuva 21. Tomaattikasvusto ennen alaslaskua



Kuva 22. Tomaattikasvusto alaslaskun jälkeen

Kuva 1. Havainnekuva tomaatin alaslaskumenetelmästä (Kuva: Murmann, 1996, 68).

3.2 Tomaatin viherbiomassojen syntyminen

Kehittyvät hedelmät tarvitsevat lehtien yhteyttämistuotteita. Tomaatin varressa olevat nuorimmat lehdet toimittavat noin 30 % yhteyttämistuotteistaan alaspäin kasvissa ja loput ylöspäin verson, terttujen, kukkien ja hedelmien muodostamiseen. Sen sijaan vanhempien lehtien yhteyttämistuotteista 80–90 % kulkeutuu kasvissa alaspäin. Tästä johtuen, ei kasviin ole yleensä syytä jättää kovin paljoa lehtiä alimpien hedelmien alapuolelle. Viljelyn alussa lehtien poistossa perussääntönä on, että lehtiä ei poisteta niin kauan kuin ne ovat vihreitä. Tämä sääntö koskee erityisesti kasvulehdistä ensimmäisiä. Lehtien poisto aloitetaan yleensä, kun taimessa on 22 lehteä, mutta se voidaan aloittaa aikaisemminkin, jos kasvu on hyvin

rehevää. Tämän jälkeen lehtiä poistetaan kerran viikossa noin kolme lehteä kerrallaan, paitsi jos kasvu on rehevää, voidaan lehtiä poistaa enemmän. Myöhemminkin kasvukaudella on tärkeää, että taimissa on lehtiä riittävästi ja lehtiä poistetaan mahdollisimman vähän. Sadonkorjuutyö hankaloituu ja tautivaaran riski kasvaa, jos lehtiä on liikaa kypsyvien terttujen ympärillä. Toisaalta, jos yhteyttävä lehtipinta-ala on kovin pieni, kasvu heikkenee. Pääsääntöisesti lehtiä voidaan poistaa alhaalta päin siihen terttuun asti, jonka ensimmäinen hedelmä on kypsymässä. Lehtien poisto tehdään ennen kuin latvoja lasketaan alas. (Murmann, 1996, 69–70.) Kuvassa 2 on poistettuja tomaatin lehtiä.



Kuva 2. Tomaattikasvustosta poistettuja alalehtiä (kuva: Sanna Niemi, 2018).

Viherbiomassoja syntyy myös varkaiden eli sivuversojen ja vanhojen terttujen poistosta. Sivuersot, joiden lehdet eivät ole vielä täysin kehittyneitä, voivat käyttää kasvuun enemmän yhteyttämistuotteita kuin se itse tuottaa. Tällöin se kilpailee hedelmien ja kukkaterttujen kanssa rakennusaineista. Tästä syystä sivuersot eli varkaat on syytä poistaa mahdollisimman pian. Sadonkorjuun jälkeen tyhjiksi jääneet vanhat tertut poistetaan kasvustosta lehtien poiston yhteydessä saksilla tai veitsellä. (Murmann, 1996, 69–71.)

Havaintojen mukaan 1000 m²:n tomaattikasvihuoneesta syntyy viherbiomassaa yhteensä vuodessa 20–24 m³ (Äystö & Rahtola, 2004, 89).

Viljelykauden päättymisen jälkeen kasvusto raivataan ja kasvihuone siivotaan uutta viljelykautta varten. Kasvuston raivauksen yhteydessä syntyy merkittävä määrä viherbiomassaa varsien muodossa. Vuonna 2017 tomaattia tuotettiin 104,4 ha alalla, luku pitää sisällään niin ympärivuotisen kuin kausiviljelyn (Suomen virallinen tilasto (SVT), 2018). Tämän perusteella koko maassa syntyi vuonna 2017 tomaatin tuotannosta viherbiomassaa yhteensä 20 880 m³–25 056 m³.

Mikael Dahlqvist Närpiön Vihanneksen vihannespakkaamosta oli kartoittanut viherbiomassan syntymistä Närpiön alueella yrityksen omiin tarpeisiin elokuussa 2016. Tätä aineistoa ei ole julkaistu, mutta se saatiin käyttöön tähän ArvoBio-hankkeen opinnäytetyötutkimukseen.

Dahlqvistin (2018) mukaan Närpiön vihannekselle tuotettiin tomaattia 20 ha alalla ja kurkkua 5 ha alalla vuonna 2016. Tomaattisatoa alueelta saatiin vuonna 2016 yhteensä noin 11,6 miljoonaa kiloa. Luku pitää sisällään ykkösluokan, kakkosluokan ja jätetomaatin. Kurkkusatoa alueelta puolestaan saatiin vuonna 2016 yhteensä noin 5,1 miljoonaa kiloa. Myös tämä määrä pitää sisällään ykkösluokan, kakkosluokan ja jätekurkun.

Taulukossa 1 on esitetty tomaatin lehtien muodostaman viherbiomassan syntymistä Närpiön Vihanneksen tuottajien kasvihuoneissa. Yksi kilo tomaattia vastaa neljää poistettavaa lehteä. Vuoden 2016 tuotantomäärällä se tekee noin 46 miljoonaa poistettua lehteä. Yksi tomaatin lehti painaa keskimäärin 42 g. Poistettujen tomaatin lehtimassan tuorepaino on yhteensä noin 2 miljoonaa kiloa. Tomaatin lehdet sisältävät paljon vettä. Tomaatin lehtien kuivapaino on noin 200 000 kg. (Dahlqvist, 2018.)

Taulukko 1. Tomaatin lehtimassan muodostuminen Närpiön Vihanneksen tuottaja-alueella vuonna 2016 (Dahlqvist, 2018).

Lehtimassan muodostuminen			
Lehtimäärä/kg		Lehtimassan tuorepaino:	Lehtimassan kuivapaino (10 % dry subst.)
1 kg tomaattia vastaa 4 lehteä	~46 milj lehteä (á 42g/kpl)	2 000 000 kg	200 000 kg

Taulukon 1 lukujen perusteella tuotettua tomaattikiloa kohden syntyy kasvukauden aikana poistettavaa lehtimassaa noin 170 g/kg.

Lepaan kasvihuoneessa Hattulassa selvitettiin vuonna 2015 tomaatin viherbiomassojen syntymistä. Yksi kasvi tuotti 33 kg satoa ja lehtimassaa syntyi yhdestä kasvista 8–9 kg. (ArvoBio, 2016.) Näiden tulosten perusteella tuotettua tomaattikiloa kohden syntyi tuotannossa yhteensä

lehtimassaa noin 270 g. Tässä määrässä on mukana myös loppuraivauksessa poistettava lehtimassa.

Vuonna 2017 tomaattia tuotettiin Suomessa 39,4 miljoonaa kiloa (Suomen virallinen tilasto (SVT), 2018). Edellä kerrottujen poistettavien lehtien painon mukaan, tuoretta tomaatin lehtimassaa syntyi koko maassa yhteensä 6,7–10,6 miljoonaa kiloa.

3.3 Kurkun viljely

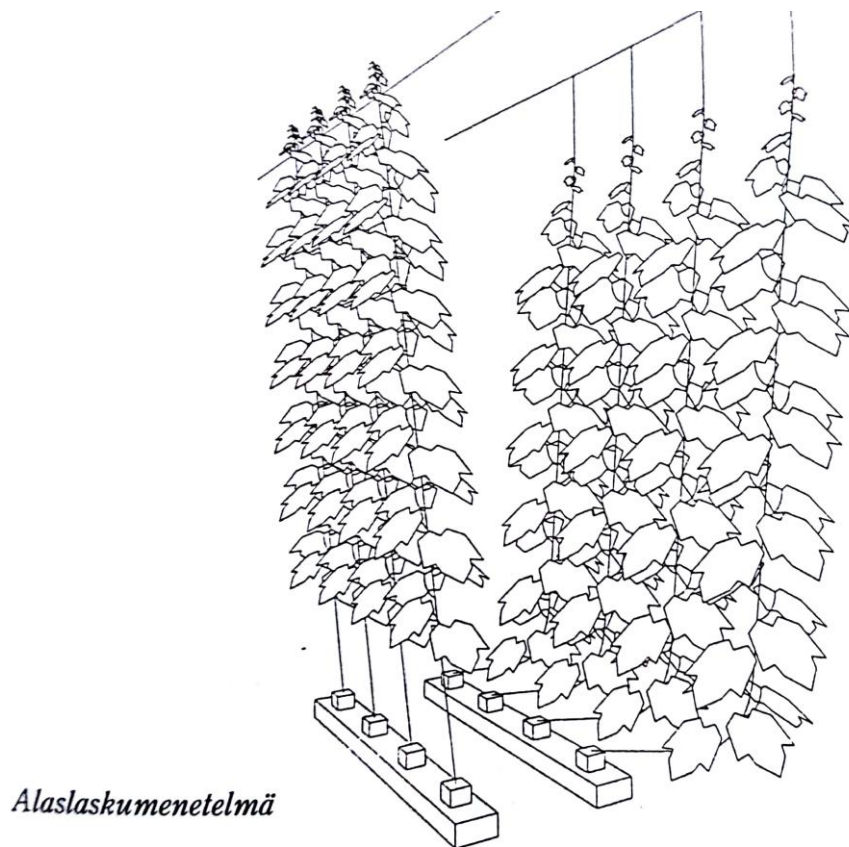
Kurkun kasvualustana käytetään yleensä inaktiivisia, epäorgaanisia kasvualustoja. Tällaisia kasvualustoja ovat kivivilla ja perliitti. Kivivilla eroaa eristeenä käytettävästä vuorivillasta siten, että vuorivilla hylkii vettä, kun taas kivivilla on vettä pidättävää. Kivivillan tilavuudesta noin 97 % on huokostilaa ja 3 % kiinteää ainesta. 7,5 cm paksun kivivilla levyn vesikapasiteetti on noin 82 %. Kivivilla ei huokostilavuuden puolesta eroa juurikaan turpeesta, mutta huokosten kokonaisjakauma eroaa huomattavasti turpeesta. Kivivillassa huokosten koko on pääosin riittävän pientä takaamaan veden pidättymisen, mutta toisaalta riittävän suurta, jotta vesi on kasvien juurille helposti käytettävissä. (Murmann, 1992, 26–29.)

Kivivilla on suosittu kasvualustamateriaali ja sen suosiota selittävät useat syyt. Kivivilla on inaktiivinen ja epäorgaaninen kasvualusta, se ei siis pidätä eikä luovuta itsessään ravinteita, lisäksi kivivilla on pH: ltaan neutraali materiaali. Kivivillassa ei ole kasvitautien aiheuttajia eikä tuholaisia, sillä se on steriili kasvualusta. Kivivillan käyttöä puoltaa myös se, että kasvualustan ilma- ja vesitasapainoa on helppo ylläpitää. Kurkun viljelyssä kivivilla on vaihdettava 1–2 sadon välein. Kivivillan huonona puolena voidaan pitää sitä, että se on vaikeasti hävitettävä materiaali. Kivivilla ei maadu, koska se on valmistettu kivistä 1 200–1 500 °C:n lämpötilassa. Kivivillaa pystytään käyttämään joissakin tapauksissa uudelleen, tällöin se pilkotaan osiksi ja sekoittaa osaksi muuta kasvualustaa. (Farmit, n.d.; Murmann, 1992, 26–27.) Kivivillaa ei voida hyödyntää energiaksi polttamalla, mutta sitä voidaan käyttää uudestaan esimerkiksi teiden rakentamisessa (Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy, 2014).

Perliitti on alumiinisilikaatista eli vulkaanisesta kivilajista valmistettu tuote. Perliitti voi laajentua 4–20 kertaiseksi ja voi pidättää vettä 3–4 kertaisesti painoonsa nähden. Perliitti on kevyttä käsitellä ja sitä voidaan käyttää uudelleen useita kertoja. Se voidaan hävittää helposti käyttämällä maanparannusaineena. Perliitti on kivivillan tavoin neutraali kasvualusta eikä se sisällä ravinteita. Perliitti on kasvualustana ilmava, mikä edistää juuriston hyvinvointia. (Farmit, n.d.; Murmann, 1992, 29.)

3.4 Kurkun viherbiomassojen syntyminen

Kasvihuonekurkun istutustiheys luonnonvaloa hyväksikäyttämällä, sateenvarjomenetelmällä on tyypillisesti 1,5 tainta neliömetrille. Alaslaskumenetelmää käytettäessä taimitiheys on noin 2,0–2,5 tainta neliömetrillä. (Murmman, 1992, 64–65.) Kasvihuonekurkut vaativat tuentaa, joka eroaa menetelmästä riippuen. Pääasiassa ympärivuotisessa viljelyssä on käytössä alaslaskumenetelmä. Silloin tukinarut kiinnitetään noin 3,5 metrin korkeuteen. Taimien latvoja lasketaan alaspäin sitä mukaan, kun kasvu edistyy. Alaslaskumenetelmässä taimesta poistetaan kaikki sivuversot. Menetelmän etuna on se, että kasvusto on aina uutta ja satona kerätään runkokurkkuja. Menetelmässä on tyypillistä, että käytetään melko tiheää istutusta, eli satoa saadaan runsaasti lyhyessä ajassa, lisäksi sato on tyypillisesti hyvää. Menetelmän huonona puolena voidaan pitää sitä, että latvojen alaslasku sekä lehtien ja sivuversojen poisto vaatii paljon työtä. (Murmman, 1992, 68.) Alaslaskumenetelmässä viherbiomassaa syntyy tasaisesti, kasvi kasvaa noin metrin viikossa ja noin saman mittaiselta matkalta poistetaan lehtiä viikon aikana (Haga, 2018). Kuvassa 3 on esitetty havainnekuva kurkun alaslaskumenetelmästä.



Kuva 3. Havainnekuva kurkun alaslaskumenetelmästä (Kuva: Murmman, 1992, 69).

Luonnonvaloviljelyssä käytettävässä sateenvarjoleikkauksessa tukivaijeri asennetaan noin 180–250 cm korkeuteen, johon taimi tuetaan narulla. Tukivaijeri on tarkoitettu sijoittamaan niin, että kasvuston hoito ja sadonkorjuu on mahdollista tehdä maasta käsin. Tukivaijerin on oltava vahva, koska tuen varaan tulee koko kasvuston paino. Taimen latvan annetaan kasvaa tukivaijeriin asti, jonka jälkeen se latvotaan. Kaksi tai kolme ylintä sivuversoa ohjataan tukilangan yli ja ne jätetään kasvamaan. Sivuversotkin latvotaan ennen niiden osumista maahan, noin 50 cm maan pinnan yläpuolelta. Myöhemmin kasvukauden aikana kasvustosta poistetaan heikentyneitä ja tyhjiä vanhoja versoja. Kasvuston uudistaminen tapahtuu siten, että latva-versoihin annetaan kehittyä uusia versoja. Nämä uudet versot latvotaan taas noin 50 cm maan pinnan yläpuolelta. Taimien keskiosasta kasvavat uudet versot poistetaan katkaisemalla ne kahden lehden takaa, mutta heikoimmat versot poistetaan kokonaan. Jos kasvustoa leikataan kerralla voimakkaasti, aiheuttaa sen helposti sadon jaksottumista. Sen vuoksi on parempi tehdä hoitoleikkauksia vähän ja usein. Oleellista on myös se, että leikattavat versot poistetaan mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Kasvusto rasittuu turhaan, jos siihen annetaan kasvaa pitkiä versoja vain siksi, että ne leikataan pois. Eri viljelmillä leikkaustapoja sovelletaan parhaaksi koetulla tavalla edellä kuvatusta tavasta (Murmman, 1992, 70–71.) Sateenvarjoleikkausta käytettäessä viherbiomassan tuotto on epätasaista, sillä hoitoleikkauksia ei välttämättä tarvitse tehdä viikoittain (Haga, 2018). Kurkkuviljelmällä syntyy arvion mukaan viherbiomassaa 1000 m² viljelyalalla 70–73 m³ vuodessa (Äystö & Rahtola, 2004, 89).

Vuonna 2017 kurkkua tuotettiin 53,3 ha alalla, luku pitää sisällään ympäri-vuotisen sekä kausiviljelyn (Suomen virallinen tilasto (SVT), 2018). Vuoden 2017 viljelypinta-alan perusteella kurkun tuotannosta syntyy vuodessa 37 310 m³–38 909 m³ viherbiomassaa.

Taulukossa 2 on esitetty kurkun lehtimassan syntymistä Närpiön Vihanneksen tuottaja-alueella vuonna 2016, jolloin kurkun tuotantoalan oli 5 ha. Taulukon mukaan yhtä tuotettua kurkkukiloa kohden syntyy kasvukauden aikana poistettavaa lehtimassaa 105 g. Yksi kilo kurkkua vastaa kolmea poistettua lehteä, josta muodostuu vuoden 2016 tuotantomäärällä 15 miljoonaa lehteä. Yksi kurkun lehti painaa keskimäärin noin 35 g. Kurkun lehtimassan tuorepaino on 0,5 miljoonaa kiloa ja kuivapaino 50 000 kg. (Dahlqvist, 2018.)

Vuonna 2017 Suomessa viljeltiin 42,8 miljoonaa kiloa kurkkua (Suomen virallinen tilasto (SVT), 2018). Edellä kerrotun poistettavan lehtimäärän painon mukaan, tuoretta lehtimassaa kertyi Suomessa yhteensä 4,5 miljoonaa kiloa.

Taulukko 2. Kurkun lehtimassan syntyminen Närpiön Vihanneksen tuotaja-alueella vuonna 2016 (Dahlqvist, 2018).

Lehtimassan muodostuminen

Lehtimäärä/kg		Lehtimassan tuorepaino:	Lehtimassan kuivapaino (10 %
1 kg kurkkua vastaa 3 lehteä	~15 milj lehteä (á 35g/kpl)	500 000 kg	50 000 kg

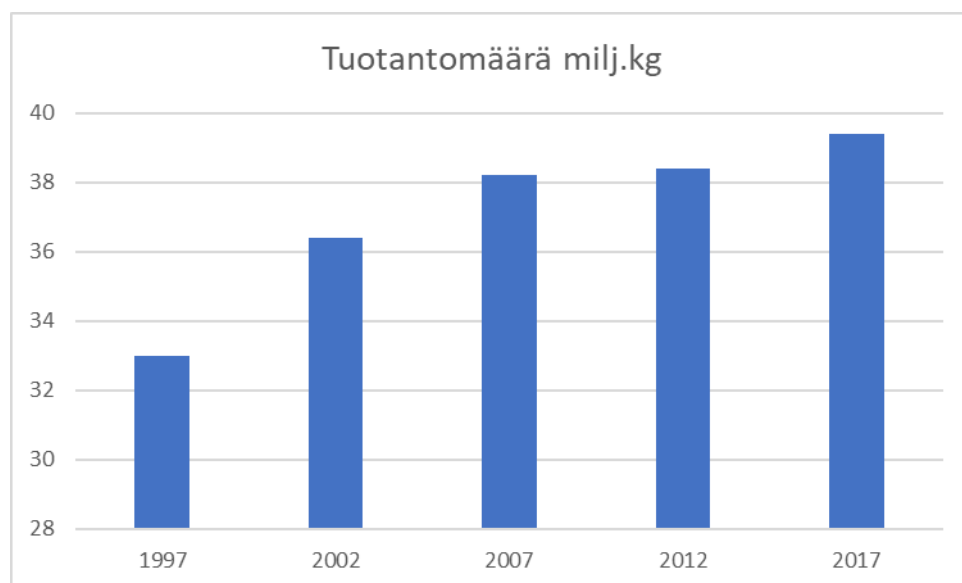
Kasvihuonekurkun viljelyjakso on yleensä 15–18 viikon mittainen. Viljelykausi voi olla myös edellä mainittua lyhyempi tai pidempi. Viljelykauden päätyttyä kasvusto raivataan ja samalla vaihdetaan tarvittaessa kasvu-alusta. Kasvihuone siivotaan uusien taimien istutusta varten. Kasvihuoneet ovat yleensä tyhjillään kasveista noin 3–7 vuorokautta. Tällä tavalla toimitaan kaikki viljelykuukaudet, riippuen onko käytössä lisävaloa vai viljelläänkö lyhytkausi luonnonvalolla. (Haga, 2018.)

4 TOIMINTAYMPÄRISTÖN KUVAUS

Viime vuosina suomalaisissa kasvihuoneissa on tuotettu kasvihuonevihanneksia yhteensä noin 90 miljoonaa kiloa. Tästä määrästä tomaattia ja kurkua viljeltiin vuonna 2017 yhteensä noin 82 miljoonaa kiloa. Kasvihuonevihanneksia viljellään tällä hetkellä noin 250 hehtaarin alalla. Erityisesti tomaatin ja kurkun tuotanto on keskittynyt Närpiön seudulle Pohjanmaalle, alueella tuotetaan 70 prosenttia suomalaisista tomaateista ja kurkuista. Ympärivuotisessa viljelyssä oli kolmannes tomaatti- ja kurkkualasta. Ympärivuotiseksi viljelyksi katsotaan yli 10 kuukautta kestävä viljely. (Kauppa- ja puutarhaliitto, n.d.)

4.1 Tomaatin tuotanto Suomessa

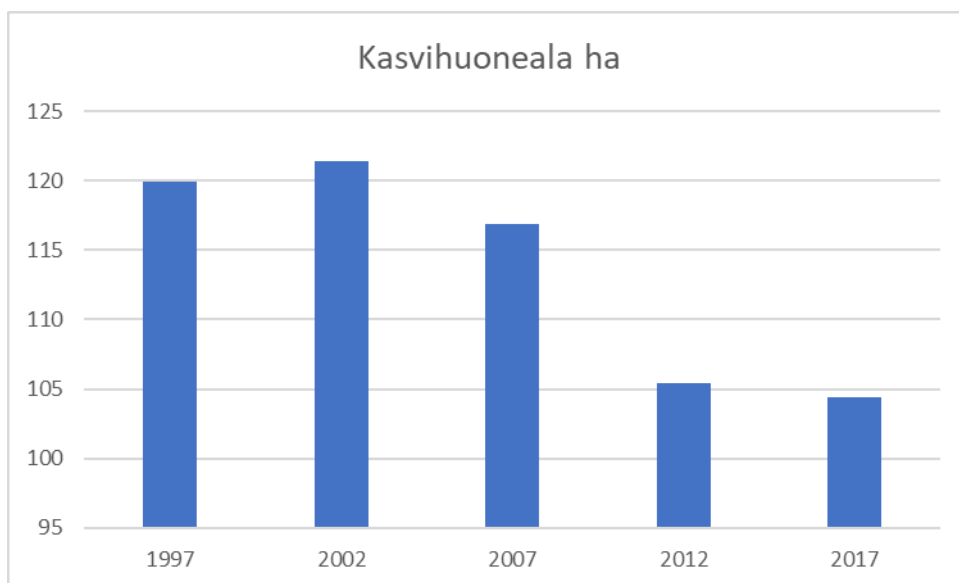
Kaikista kasvihuonevihanneksista tomaattia viljellään kasvihuonealassa mitattuna eniten. Tomaatin tuotantomäärä vuonna 2017 oli 39,4 miljoonaa kiloa. Vuonna 2007 tuotantomäärä oli 38,1 miljoonaa kiloa ja vuonna 1997 määrä oli 33 miljoonaa kiloa. (Suomen virallinen tilasto (SVT), 2018.) Kuvassa 4 on esitetty tomaatin tuotantomäärä vuosina 1997–2017.



Kuva 4. Tomaatin tuotantomäärä vuosina 1997–2017. Tuotantomäärät ovat kasvaneet tehostuneen tuotannon vuoksi. (Data: Suomen virallinen tilasto (SVT), 2018.)

Tomaattia tuotettiin vuonna 2017 104,4 hehtaarin alalla. Ympärivuotisen viljelyn mahdollistava valotuskalusto on 29 hehtaarin alalla. Tomaatteja tuotetaan ympärivuotisesti 41 viljelmällä, vuonna 2007 ympärivuotisia viljelijöitä oli 50. Tomaatteja viljelevien yritysten määrä on vähentynyt

runsaasti. (Suomen virallinen tilasto (SVT), 2018.) Kuvassa 5 nähdään, kuinka kasvihuoneala on vähentynyt tarkastelujakson, vuosien 1997–2017 aikana.



Kuva 5. Tomaatin kasvihuoneala vuosina 1997–2017. (Data: Suomen virallinen tilasto (SVT), 2018.)

Tomaattia viljeleviä yrityksiä oli vuonna 1997 946 kpl ja 2007 vielä 596 kpl, kun vuonna 2017 viljelijöitä oli enää 308 kpl. (Suomen virallinen tilasto (SVT), 2018.) Kuvassa 6 näkyy, kuinka tomaattia tuottavien yritysten määrä on laskenut vuosien aikana. Kuviossa on mukana myös vuodet 2002 ja 2012, jolloin kehitys näkyy selvemmin.



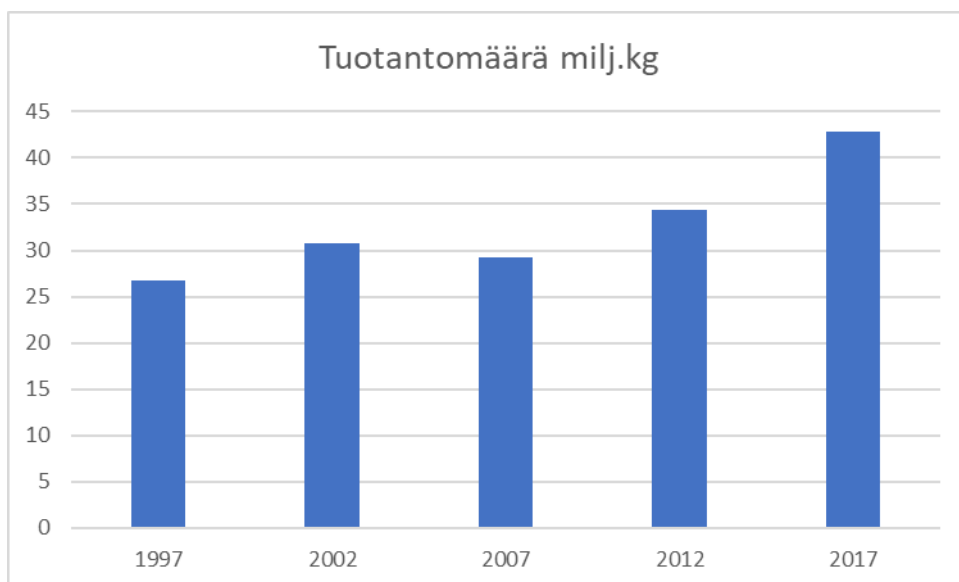
Kuva 6. Kuviossa on esitetty tomaattia viljelevien yritysten määrä ajalla 1997–2017. Tomaattia viljelevien yritysten määrän on vähentynyt vuosin aikana. (Data: Suomen virallinen tilasto (SVT), 2018.)

Luonnonvalotuoannossa tomaatin satotaso on noin 30 kg/m² vuodessa. Pitkässä viljelyssä, jossa hyödynnetään keinovaloa, satotasoissa päästään on noin 90 kg/m² vuodessa. (Tahvonen, 2015, 3.)

Tomaatin pääsatokausi ajoittuu huhtikuun ja lokakuun väliselle ajalle. Satohuiput ajoittuvat kesäkuun ja elokuun välille, jolloin tomaatin kulutus on 2–3 -kertainen, verrattuna ajanjaksoon, jolloin tomaattia tuodaan suomeen eniten. Tuontijakso ajoittuu lokakuun ja huhtikuun väliseen aikaan. Tomaatin kotimaisuusaste on noin 58 prosenttia. Pääasiassa tuontitomaattia tuodaan Espanjasta ja Hollannista, tuontitomaatin määrä on noin 29 miljoonaa kiloa vuodessa. (Kauppapuutarhaliitto, n.d.)

4.2 Kurkun tuotanto Suomessa

Kurkku on yksi suosituimmista vihanneksistamme. Tuotantomäärä kotimaisen kurkun osalta on kasvanut 1980-luvulta asti. Kehitystä kuvaa hyvin satomäärät vuosina 1997–2017, vuonna 1997 satomäärä oli 26,8 miljoonaa kiloa, vuonna 2007 määrä oli 29,2 miljoonaa kiloa, ja vuonna 2017 määrä oli kasvanut jo 42,8 miljoonaan kiloon. Tuotantomäärän kasvusta huolimatta viljelmien määrä ja tuotantoala ovat laskeneet. Syynä tähän kehitykseen ovat paremmat lajikkeet sekä tuotannon tehostuminen. (Suomen virallinen tilasto (SVT), 2018.) Kuvasta 7 voidaan nähdä tuotantomäärien kehitys ajalla 1997–2017.



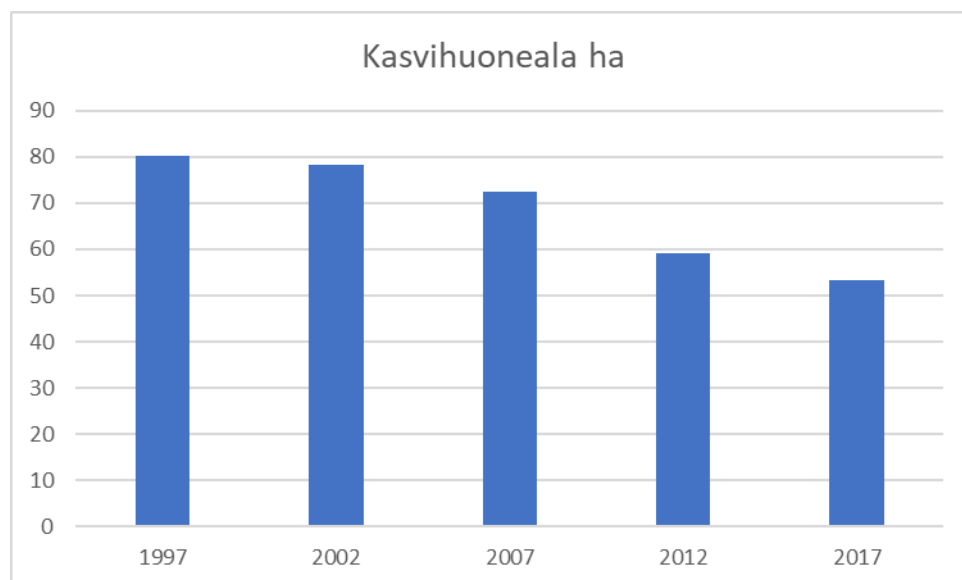
Kuva 7. Kurkun tuotantomäärä vuosina 1997–2017. Kurkun satomäärät ovat nousseet, kun viljely on tehostunut. (Data: Suomen virallinen tilasto (SVT), 2018.)

Vuonna 2017 kurkkua viljeltiin 195 kasvihuoneyrityksessä, kun yrityksiä oli vuonna 2007 413 ja vuonna 1997 kurkun tuotannossa oli 645 yritystä. (Suomen virallinen tilasto (SVT), 2018.) Kuvassa 8 on nähtävillä kurkkua viljelevien yritysten määrän väheneminen vuosien 1997–2017 aikana.



Kuva 8. Kurkkua tuottavien yritysten määrä. Kurkkua tuottavien yritysten määrä on laskenut tarkasteltavien vuosien 1997–2017 aikana (Data: Suomen virallinen tilasto (SVT), 2018).

Hehtaarimäärissä tuotanto on pudonnut vuoden 1997 80 hehtaarin lukemista vuoden 2017 53,3 hehtaariin. Ympärivuotisia viljelijöitä vuonna 2007 oli 41 kpl, kun vuonna 2017 viljelijöitä oli 25 kpl. Vuonna 2017 ympärivuotisen viljelyn pinta-ala oli 15,7 ha. (Suomen virallinen tilasto (SVT), 2018.) Kasvihuonealan pieneneminen voidaan havaita kuvasta 9.



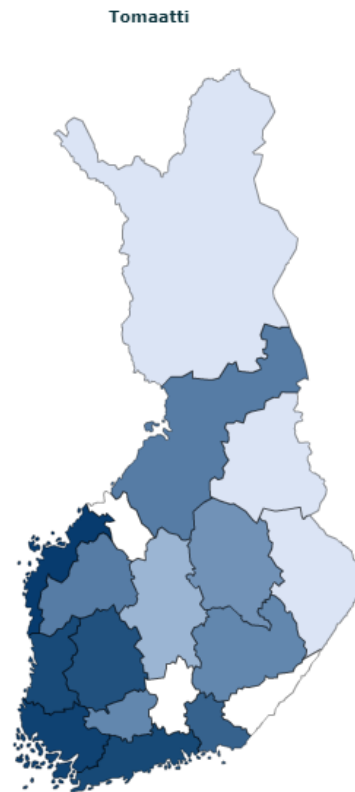
Kuva 9. Kurkun tuotannon kasvihuoneala. Kurkun tuotantoala on pienentynyt vuosien 1997–2017 välisenä aikana. (Data: Suomen virallinen tilasto (SVT), 2018).

Kuluttajat valitsevat mieluiten kotimaisen kurkun. Kurkun tuotannon oma-varaisuusaste on noin 81 prosenttia. Tuontikurkun ajanjakso ajoittuu lähinnä lokakuusta maaliskuuhun, keskikesällä kurkkua ei juurikaan tuoda Suomeen. Kotimaisen kurkun pääsatokausi ajoittuu maaliskuun ja lokakuun väliselle ajalle. Satohuiput sijoittuvat huhti-elokuun väliselle ajalle. Keskimäärin satoa saadaan neliön alalta noin 72 kg vuodessa, huippusadot voivat olla jopa yli 200 kg neliömetriltä vuodessa. (Kauppapuutarhaliitto, n.d.) Satomäärään neliömetrillä vaihtelevat tuotantotavan mukaan. Esimerkiksi luonnonvalossa viljeltävän kurkun neliösato on noin 40 kg neliömetrillä, toisin kuin jos käytössä on keinovaloa 250 W/m^2 , saadaan satoa keskimäärin 180 kg/m^2 . (Tahvonen, 2015, 3.)

4.3 Tomaatin ja kurkun tuotannon sijoittuminen alueellisesti Suomessa

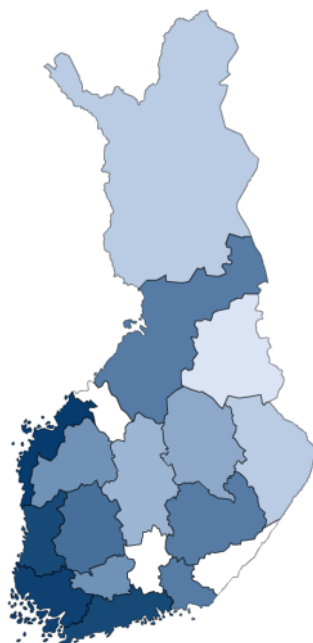
4.3.1 Tuotannon jakaantuminen valtakunnallisesti

Tomaatin ja kurkun tuotanto on hyvin keskittynyttä. Kuvassa 10 ja 11 on kuvattu kasvihuonetomaatin ja -kurkun tuotannon keskittymistä yritysten määrässä mitattuna. Suurin osa tuotannosta sijaitsee länsirannikolla, toiseksi suurin tuotannon keskittymä on Varsinais-Suomessa.



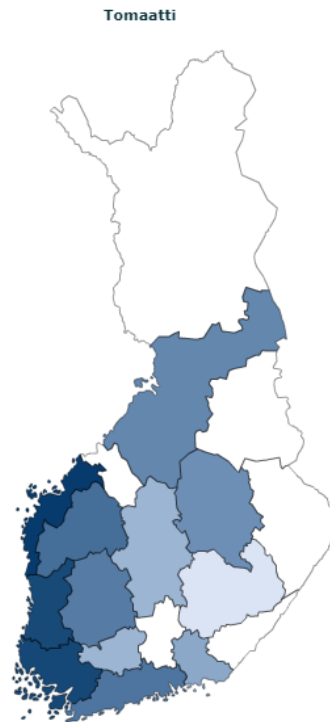
Kuva 10. Tomaatin viljelyn keskittyneisyys yritysten määrässä mitattuna vuonna 2017. Valkoisilta alueilta tiedot puuttuvat. (Data: Suomen virallinen tilasto (SVT), 2018).

Kurkku

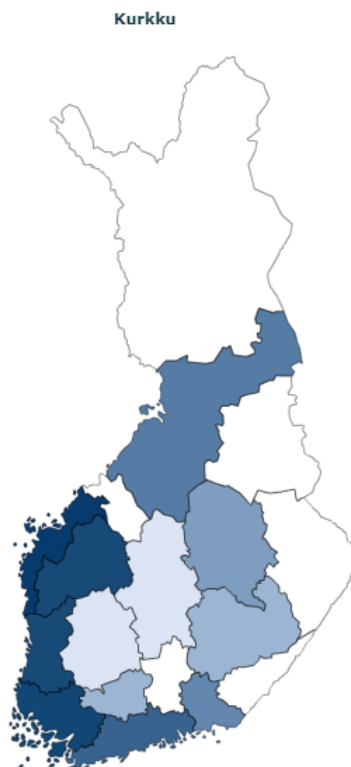


Kuva 11. Kurkun viljelyn keskittyneisyys yritysten määrässä mitattuna vuonna 2017. Valkoisilta alueilta tiedot puuttuvat. (Data: Suomen virallinen tilasto (SVT), 2018).

Kasvihuoneviljely Suomessa on keskittynyt Närpiöön. Vuonna 1916 Valdemar Mattfolk aloitti tomaatin kasvattamisen pienessä kasvihuoneessa Finbyssä, kun hän oli palannut Amerikasta. Kaupallisessa mittakaavassa tuotannon aloittivat Uno ja Georg Lassfolk 1920-luvulla Venäjällä saatujen kokemusten perusteella. (Mannila, 2013.) Kuvissa 12 ja 13 on esitetty kasvihuonepinta-alan keskittyneisyyttä. Tuotanto on keskittynyt länsirannikolle ja Varsinais-Suomeen.



Kuva 12. Tomaatin kasvihuoneviljelyn pinta-alan keskittyneisyys näkyy kartalla. Valkoisilla alueilla ei joko viljellä tomaattia tai tiedot puuttuvat. Tiedot vuodelta 2017. (Data: Suomen virallinen tilasto (SVT), 2018).



Kuva 13. Kurkun tuotannon kasvihuonepinta-alan keskittyneisyyden voi havaita kartalta tummasta väristä. Valkoisilla alueilla ei viljellä tai tiedot puuttuvat. Tiedot vuodelta 2017. (Data: Suomen virallinen tilasto (SVT), 2018).

4.3.2 Tomaatin ja kurkun tuotanto Närpiön alueella

Kasvihuonetuotanto on yksi Närpiön suurimmista työllistäjistä. Kasvihuoneet ovat keskittyneet pääasiassa kunnan eteläisiin osiin. Usein kasvihuoneyritykset ovat perheyrityksiä, jotka ovat kulkeneet sukupolvelta toiselle. Kasvihuonetuotannon työllistävä vaikutus ei tarkoita vain viljelyn työllistävää vaikutusta, vaan se työllistää lisäksi lajittelussa, pakkaamisessa, myynnissä, kuljetuksessa, mutta myös teknisessä huollossa, tarvikekaupassa ja neuvonnassa. Nykyisin kasvihuonetuotannossa työskentelee yhä enemmän vakituista ulkomaista työvoimaa. Tämä suuntaus on ollut kasvussa viime vuosina. Tähän on varmasti useita syitä, mutta enenevässä määrin työ on teknistynyt, koneellistunut ja erikoistunut, mikä vaatii osaavan henkilökunnan. Täyttää varmuutta ulkomaisen työvoiman määrästä alueella ei ole, mutta määrä on huomattava ja alalle erittäin tärkeä. Kasvihuone ala ei tulisi toimeen ilman ulkomaista työvoimaa, sillä kotoperäistä työvoimaa ei ole saatavilla tarpeeksi. (Mattila & Björklund, 2013, 17–18, 58.)

Länsirannikolla, Närpiön kunnassa toimii lisäksi maan suurin vihannespakkaamo Närpes Grönsaker, Närpiön Vihannes. Vihannespakkaamo on osuuskunta, jonka omistaa 43 kasvihuoneviljelijää. Pakkaamon ja tuottajien keskittyneisyydestä kertoo se, että keskimääräinen matka viljelijältä

pakkaamoon on noin 13 km. (Närpes Grönsaker, n.d.) Pohjanmaalle on keskittyneet viljelyn lisäksi myös pakkaamot, alueella toimii Närpiön Vi-
hanneksen lisäksi ainakin Vaasan Vihannes ja Hultholm.

Pohjanmaan maakunnassa viljeli vuonna 2017 kasvihuonetomaattia 126 yritystä. Yritykset tuottivat yhteensä noin 27,9 miljoonaa kiloa tomaattia koko maan tuotannon ollessa 39,4 miljoonaa kiloa. (Suomen virallinen tilasto (SVT), 2018.)

Kasvihuonekurkkua Pohjanmaan maakunnassa viljeli 68 yritystä vuonna 2017. Satoa Pohjanmaan kasvihuonekurkuista saatiin yhteensä noin 30,4 miljoonaa kiloa, kun koko maan satomäärä oli 42,8 miljoonaa kiloa. (Suomen virallinen tilasto (SVT), 2018.)

Dahlqvist Närpiön Vihanneksesta selvitti lehtimassan määrää Närpiön Vi-
hanneksen tuottaja-alueella. Taulukot lehtimassan kertymisestä esiteltiin aikaisemmin taulukoissa 1 ja 2. Dahlqvistin (2018) mukaan lehdet olisivat helpompi hyödyntää, sillä ne eivät sisällä varsien lailla muoviosia ja lehtiä syntyy joka viikko. Tällä hetkellä lehdet jäävät usein omiin komposteihin ja jonkin verran niitä käytetään maanparannukseen omilla pelloilla. Ongelmana kuitenkin on, että kompostista on ravinteita ehtinyt jo valua luontoon, ennen peltoon levitystä. Varret pystytään usein kuivaamaan ja hyvissä olosuhteissa ne voidaan myös polttaa tai toimittaa Kekkilä Recycling toimipisteeseen käsiteltäväksi.

4.4 Viherbiomassojen hyödyntämisen tila Suomessa

Kurkun ja tomaatin viljelystä syntyvää viherbiomassaa hyödynnetään tällä hetkellä vähän. Lehdet ja kasvihuoneiden raivauksesta syntyvät varret päätyvät usein kasvihuoneiden läheisyyteen lähelle, lavoille kerättynä jätteenkäsittelylaitokselle ja osa kompostoidaan. (Haga, 2018; ArvoBio, 2016).

Teuvalla toimii Kekkilä Recycling toimipiste, jonne tällä hetkellä toimitetaan ainakin Närpiön ja Seinäjoen alueelta kasvihuonetuotannon viherbiomassoja kompostoitavaksi. Vastaavia Kekkilä Recyclingin toimipisteitä on Teuvan lisäksi muualla Suomessa neljä. Kekkilä Recycling käsitteli vuonna 2017 viherbiomassaa kaikissa toimipisteissään yhteensä 70 000 tonnia. Arvioiden mukaan Närpiön seudulta Kekkilälle toimitetaan käsiteltäväksi noin 10–15 % kasvihuoneiden viherbiomassasta ja loput viherbiomassasta viljelijät käsittelevät itse. Kuljetuksen Teuvalle käsiteltäväksi hoitaa kaksi kuljetusliikettä, Retex ja Suupohjan Kuljetus. Molemmat yritykset ovat myös jätehuoltoyrityksiä. (Westerholm, 2018.)

Tomaatin ja kurkun viherbiomassat aumakompostoidaan, jonka jälkeen lopputuote seulotaan tasalaatuisuuden takaamiseksi. Seulonnan yhteydessä poistetaan tuennassa käytetyt muovinarut ja klipsit. Kekkilä Recycling on kategorisoinut vastaanotettavat viherbiomassat niiden

ominaisuuksien mukaan, esimerkiksi tulevatko jätteet muovinarujen ja klipsien kanssa vai eivät. Ilman muoviosia tulevat jätteet ovat helpompia käsitellä kuin niitä sisältävä viherbiomassa. Muovinarujen ja klipsien poisto lisää käsiteltävän jätteen kustannuksia. Kekkilä Recycling toimittaa muovinarut ja klipsit jätteenkäsittelylaitokseen, jolla on muovin käsittelyn mahdollistava ympäristölupa. (Saarinen, 2018.)

Viherbiomassoja hyödynnetään myös biokaasun tuotannossa. Närpiön seudulta viedään tomaatin ja kurkun tuotannosta syntyvää viherbiomassaa ainakin Ab Stormossen Oy:n biokaasulaitokselle Koivulahdelle Mustasaareen. Tomaatin ja kurkun varret yhdessä muoviosien ja narujen kanssa on silputtu hakkurilla ennen biokaasulaitokselle kuljettamista. Biokaasuprosessista jäljelle jää mädäte, joka sisältää muoviosat ja narut. Stormossenista tämä mädäte toimitetaan jätteenpolttolaitokselle poltettavaksi. (Kalandar, 2019.)

Berg (2019) Ab Ekorosk Oy:stä kertoo, että kasvihuoneista toimitettavat viherbiomassat ovat todella hankalia hyödyntää jätteenkäsittelyalueilla. Toimitettavat jäte-erät voivat sisältää muovia, naruja ja monesti myös muita epäpuhtauksia, jotka tekevät jatkokäsittelyn hankalaksi ja kalliiksi. Riippuen biomassan toimittajasta, vastaanotetun biomassan laatu voi olla vaihtelevaa. Puhdasta biomassaa voidaan käyttää esimerkiksi sidosaineena pilaantuneiden maa-ainesten kompostoinnissa. Jätteenkäsittelyalueelle toimitetulle viherbiomassalle, joka sisältää muoviosia ja naruja, ei ole muuta käsittelytapaa kuin massapoltto. Tämän materiaalin massa-poltto tarvitsee mittavan ja kalliin esikäsittelyn.

Kasvijätteen polttaminen esimerkiksi hakkeen kanssa on mahdollista. Kasvijätteen ollessa märkää, se ei sinänsä ole lämmön lähde, sillä kasvissa oleva veden kuumeneminen ja höyrystyminen vievät enemmän energiaa kuin sen polttaminen tuottaa. Lisäksi hankaluutena polttamisessa on tomaatin ja kurkun varsissa oleva muovinaru sekä pitkät ja sitkeät kasvustot, sillä nämä saattavat tukkia polttokattilan polttoainekuljettimen. Tästä syystä jäte on murskattava ennen polttoa, jotta voidaan välttyä narun ja kasvuston kietoutumisen kuljettimeen. Murskattu kasvijäte on sekoitettava hakkeen joukkoon hyvin, sillä jos kattilaan menee annos pelkkää märkää kasvijätettä, kattilan polttolämpötila voi laskea liian paljon. Liian alas laskeva polttolämpötila aiheuttaa savukaasuihin runsaasti haitallisia aineita, kuten häkää, hiilivetyjä ja nokea. Kasvijätteen vesipitoisuutta voidaan vähentää kastelun lopettamisella muutamaa päivää ennen kasvuston raivausta. (Äystö & Rahtola, 2004, 90–91.)

Esimerkiksi Egyptissä viherbiomassoja käsitellään polttamalla. Egyptissä maanviljelijöillä on tapana polttaa maatalouden jätteitä. Viljelijöiden jätteen polttamisella on negatiivisia ympäristövaikutuksia, sadonkorjuun jälkeistä jätteen polttamista kutsutaankin mustan pilven ilmiöksi. (Taha, Elkafafy & El-Mously, 2016, 1.) Hyvissä olosuhteissa, kuivuneita tomaatin ja kurkun varsia saatetaan polttaa myös Suomessa (Dahlqvist, 2019).

4.5 Hyödyntämisen haasteet

ArvoBio -hankkeen alussa, kesällä 2016 kartoitettiin viljelijäkyselyllä viherbiomassojen hyödyntämisen haasteita ja ongelmia.

Merkittävä osa tomaatin ja kurkun viherbiomassasta on vettä. Suuri kosteuspitoisuus tarkoittaa, että viherbiomassat ovat termisillä menetelmillä huonoja energiahyötykäytössä. Kosteuden takia myös viherbiomassan säilyvyys on huono. Korkean kosteuspitoisuuden vuoksi, viherbiomassan kuljettaminen on kallista sen sisältämän suuren vesimäärän takia. Viherbiomassoja syntyy paikallisesti pieniä määriä, jolloin keräilyn ja kuljetuksen kustannukset nousevat pitkien kuljetusmatkojen vuoksi. (ArvoBio, 2016.)

Kosteuden lisäksi haasteina viherbiomassojen käsittelyssä ovat sen sisältämät muoviosat, joita viljelyssä tarvitaan. Molemmat kasvit tarvitsevat niiden varsiin muovisilla klipseillä kiinnitettäviä tukinaruja sekä erilaisia tartuntatukia. Biohajoavien narujen ja klipsien riskinä on, että ne hajoavat enenaikaisesti viljelyn aikana. Lisäksi biohajoavat tarvikkeet ovat kalliita. Narut ja klipsit tuottavat ongelmia jatkoprosessoinnissa, mukaan lukien biohajoavat tarvikkeet. (ArvoBio, 2016.)

Muita esiin nousseita haasteita tai ongelmia olivat tuholaiset ja kasvitautiriski. Suora peltolevitys voi nostaa kasvitautien riskiä. Ongelmaksi nousi myös sopivien ja kannattavien teknisten ratkaisujen puuttuminen.

5 TOMAATIN JA KURKUN VIHHERBIOMASSOJEN OMINAISUUDET

5.1 Tomaatin viherbiomassan koostumus

Tomaatin varsi on tyviosasta kovaa ja tukevaa, latvasta varsi on ohuempaa ja pehmeämpää. Varren kosteuspitoisuus on tuoreena 86–90 %, varren tyviosaa on kosteampi kuin latvaosa. Varren kuiva-aineesta orgaanista ainesta on 80–89 %, kuiva-ainepitoisuus on latvassa korkeampi kuin tyvessä. Tomaatin lehdet ovat keskikokoisia ja kovahkoja. Lehtien kosteuspitoisuus on 86–88 %, lehtien kuiva-aineesta orgaanista ainesta on 74–76 %. Tuorepainosta kuiva-ainetta (TS) tomaatin varressa on 10–14 % ja lehdissä 12–14 %. (ArvoBio, 2016, 4; Kymäläinen & Pirttijärvi, 2019.) Taulukossa 3 on esitetty tomaatin varsien ja lehtien koostumustietoja.

Taulukko 3. Tomaatin viherbiomassan koostumustietoja (Kymäläinen & Pirttijärvi, 2019).

Tomaatti		
% Tuorepainosta	Varsiosa	Lehdet
Kuiva-aine (TS)	10 - 14	12 - 14
Kosteuspitoisuus	86 - 90	86 - 88
% Kuiva-aineesta		
Ligniini	15 - 17	~ 10
Pitkäketjuiset hiilihydraatit	49 - 54	~ 15
Vesiliukoiset sokerit	2 - 7	~ 7
Typpi	1 - 2	3 - 5
Orgaaninen aines (VS)	80 - 89	74 - 76
Epäorgaaninen aines (= TS-VS)	11 - 20	24 - 26

5.2 Kurkun viherbiomassan koostumus

Kurkun varsi on pehmeämpää ja taipuisampaa kuin tomaatin varsi. Kurkun varren kosteuspitoisuus tuoreena on 92–94 %, varren kuiva-aineesta orgaanista ainesta on noin 80 %. Kurkun lehdet ovat suuria ja pehmeähköjä. Lehtien kosteuspitoisuus on noin 86 %, lehtien kuiva-aineesta on orgaanista noin 68 %. Tuorepainosta kuiva-ainetta (TS) kurkun varressa on 6–8 % ja lehdissä 11–14 %. (ArvoBio, 2016, 4; Kymäläinen & Pirttijärvi, 2019.) Taulukossa 4 on esitetty kurkun varsien ja lehtien koostumustiedot.

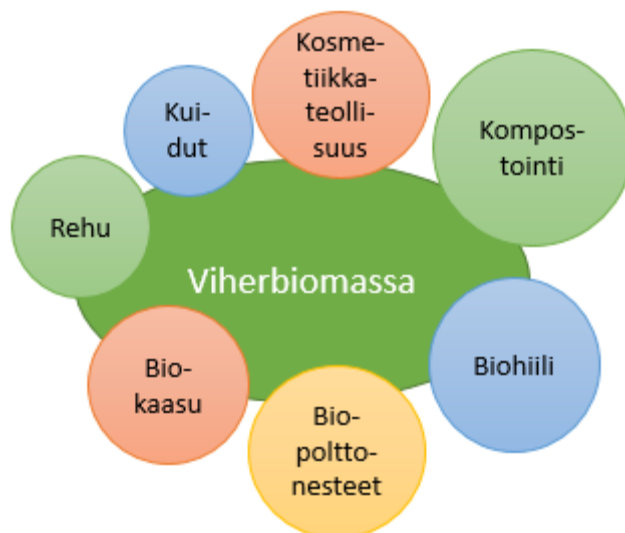
Taulukko 4. Kurkun viherbiomassan koostumustietoja (Kymäläinen ja Pirttijärvi, 2019).

Kurkku		
% Tuorepainosta	Varsiosa	Lehdet
Kuiva-aine (TS)	6 - 8	11 - 14
Kosteuspitoisuus	92 - 94	86 - 89
% Kuiva-aineesta		
Ligniini	10 - 20	~ 15
Pitkäketjuiset hiilihydraatit	30 - 33	~ 17
Vesiliukoiset sokerit	~ 3	~ 1
Typpi	~ 2	3 - 5
Orgaaninen aines (VS)	77 - 85	68 - 78
Epäorgaaninen aines (= TS-VS)	15 - 23	22 - 32

Kosteuspitoisuuksien arvot voivat olla alhaisempia kuin taulukoissa 3 ja 4 esitetyt arvot, jotka on määritetty juuri poistetulle tuoreelle viherbiomassalle. Vesi haihtuu ja valuu viherbiomassasta helposti pois esimerkiksi raivauksen jälkeen läjällä pidettäessä. Myös kastelun lopettaminen ennen raivausta laskee kosteuspitoisuutta.

6 VIHHERBIOMASSOJEN HYÖDYNTÄMISVAIHTOEHTOJA

Tässä luvussa käsitellään viherbiomassojen hyödyntämisvaihtoehtoja. Ku-
vassa 14 on esitetty eri vaihtoehtoja hyödyntämiselle.



Kuva 14. Viherbiomassan eri hyödyntämisvaihtoehtoja (kuva: kirjoittajan laatima).

Puupohjaisille materiaaleille halutaan etsiä potentiaalisia korvaajia varsinkin sellaisilla alueilla, joissa puuraaka-aineesta on pulaa metsien vähäisyyden takia. Puumateriaalin korvaajia etsitään myös siksi, että joillain alueilla metsien kaataminen on aggressiivista, eivätkä metsät uusiudu. Samalla kun metsien määrä vähenee, se edistää globaalia hiilidioksidipitoisuuden nousua. (Taha ym., 2016, 1.)

Puupohjaisten materiaalin tarve olisi kuitenkin kasvussa, varsinkin niillä samoilla alueilla, joissa metsää on vähän. Tarvetta olisi erityisesti lastulevytyyppisestä materiaalista. Tomaatin varsien käyttöä on tutkittu vaihtoehtoisena lignoselluloosamateriaalina, koska tomaatin viljelyvolyymit ovat riittävän suuret ja materiaalin saatavuus on ympärivuotista. On tutkittu myös muita vaihtoehtoisia kasveja korvaamaan puuta, kuten auringonkukan varsia, öljypalmua, puuvillaa ja riisin kuoria. Egypti on yksi tällainen esimerkki kehitysmaasta, joka kärsii metsien ja puuraaka-aineen puutteesta. Egyptissä kasvaa vuosittain lastulevytyyppisen materiaalin kysyntä. Vaikka esimerkiksi Egyptissä tuotannon yhteydessä syntyy runsaasti maatalouden jätteitä, joita voitaisiin mahdollisesti hyödyntää puun korvaajana, on ongelmana materiaalin saatavuuden sesonkiluonteisuus. (Taha ym., 2016, 1.)

6.1 Rehu

Rehulla tarkoitetaan tuotantoeläinten, lemmikkien tai luonnoneläinten ruokintaan tarkoitettua tuotetta. Tällaisia tuotteita ovat muun muassa rehuaaineet, rehuseokset, rehun lisäaineet tai esiseokset. Rehuksi luetaan myös elintarviketuotannon sivujakeina syntyvät ja eläinten ravinnoksi käytettävät tuotteet. (Ruokavirasto, 2019.)

Rehujen laatua ja turvallisuutta Suomessa valvoo Ruokavirasto. Valvonalla on tarkoituksena varmistaa, että rehut ovat turvallisia ja käyttötarkeitukseensa soveltuvia, sen lisäksi valvontaan kuuluu varmistaa, että rehu täyttää lainsäädännön vaatimukset. Rehujen valmistusta säätelee Euroopan Unionin lainsäädäntö sekä sitä täydentävä kansallinen rehulainsäädäntö. Lainsäädännön tarkoituksena on osaltaan varmistaa elintarviketurvallisuutta. Edellä mainitun lainsäädännön ohella rehuja koskevia säädöksiä löytyy myös eläintautilaista (55/1980), eläinlääkinnällisestä rajatarkastuksista annetussa laissa (1192/1996) ja geenitekniikkalaissa (377/1995) ja näiden lakien nojalla annetuissa säädöksissä. (Ruokavirasto, 2019.)

Rehuaaineiden tulee olla laadultaan, koostumukseltaan ja muilta osin selkeästä, että ne soveltuvat eläinten ruokintaan. Lainsäädännön mukaan rehun tulee olla vaatimusten mukaisia, aitoja, turvallisia, hyvälaatuisia ja eläinten ravitsemukseen sopivia. Rehu ei saa sisältää haitallisia aineita, tuotteita eikä eliöitä siten, että rehun käytöstä voi aiheutua vaaraa ihmisten tai eläinten terveydelle eikä ympäristölle. Rehun käytöstä ei saa aiheutua laatuvirheitä eläimistä saataviin tuotteisiin. Rehut eivät saa sisältää salmonellabakteeria. (Rehulaki 86/2008.)

ArvoBio –hankkeeseen tehdyssä opinnäytetyössä on tutkittu kasvihuonevihreiden soveltuvuutta kotisirkkojen tuorerehuksi. Tulokseksi saatiin, että kurkun sekä tomaatin lehdet soveltuvat hyvin kotisirkkojen tuorerehuna. Kokeet osoittivat että, kurkun lehdet olivat tomaatin lehtiä maistuvampaa rehua kotisirkoille. (Järveläinen, 2018.)

Almeriassa Ponienten alueella on tutkittu kasvihuoneviljelyn sivutuotteiden käyttämistä karjan rehuna. Alueella tuotetaan merkittäviä määriä paprikaa, tomaattia, kurkkua, kesäkurpitsaa, erilaisia meloneita, vihreitä papuja ja munakoisoa. Alueella viljellään edellä mainittuja kahdeksaa pääkasvia yhteensä 28 305 hehtaarilla. Samalla alueella kasvatetaan myös runsaasti lampaita ja vuohia. Vuonna 2005 Andalusian alueella oli 4,41 miljoonaa vuohta ja lammasta, joista 12,34 % oli Almerian maakunnassa. Biomassaa alueen kasvihuoneista syntyy vuosittain 0,8 – 1,10 miljoonaa tonnia. Tämä biomassa aiheuttaa alueella suuria ympäristöön liittyviä ongelmia, koska biomassan joukkoon laitetaan myös muuta tuotantoon liittyvää jätettä, kuten pakkauksia, raffianiintä, muoviva, puuta ja metallia. Alueella koetaan, että paikoissa, missä kyseistä tuotantoa on ja tuotannosta näitä jätteitä syntyy, on elämänlaatu heikentynyt merkittävästi. (Márquez, Diáñez & Camacho, 2010.)

Tutkimuksessa on selvitetty biomassan puhtautta ja soveltuvuutta siltä osin rehuksi. Eläinten ruoka on alueella melko kallista ja biomassaa syntyy kasvihuoneista paljon, siten biomassan rehukäyttö kaikille osallisille mie-luisa ratkaisu. Kasvihuonebiomassan käytöllä eläinten rehuna nähtiin myös hintoja laskeva hyöty. Tutkimuksessa näytteitä otettiin kasvien varsista ja hedelmistä ja suurin osa näistä näytteistä oli puhtaita tai riittävän puhtaita soveltuakseen rehuksi. Tutkittu biomassa soveltuisi juuri lampaille ja vuo-hille rehuksi, mutta ei sioille niiden tarkemman ruokinnan seurannan vuoksi. Rehukäytön oletuksena toki on, että muut roskat, kuten raffianiini ja muovit ym. on saatu poistettua biomassan joukosta. (Márquez ym., 2010.)

6.2 Biokaasu ja muut biopolttoaineet

Seuraavissa kappaleissa käsitellään viherbiomassojen soveltuvuutta bio-kaasun sekä biopolttonesteiden valmistukseen.

Biokaasun tuotanto on prosessi, jossa käytetään pääraaka-aineena orgaa-nisia aineita. Prosessiin hyvin soveltuvia pääraaka-aineita ovat erilaiset biomassat, joita syntyy esimerkiksi maatalouden jätteistä ja sivutuotteista. Raaka-aineessa on tyypillisesti helposti biohajoavaa ainesta, kuten prote-iineja, hiilihydraatteja ja rasvoja. Nämä hajoavat suhteellisen nopeasti tuottaen hapettomissa, anaerobisissa oloissa biokaasua. (Kymäläinen, 2015, 21.)

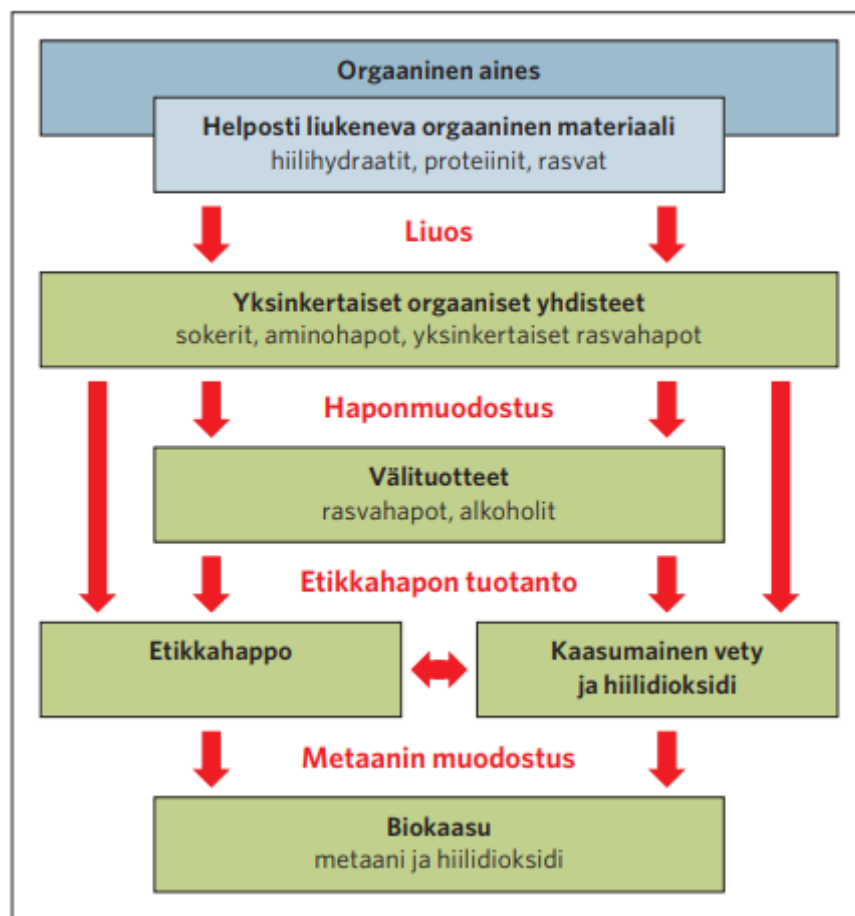
Biokaasutuotto sekä biokaasun metaanipitoisuus vaihtelevat raaka-aineen koostumuksesta mukaan. Orgaaniset yhdisteet eli proteiinit ja hiilihydraatit ym. tuottavat eri määrän biokaasua, lisäksi biokaasun metaanipitoisuus vaihtelee. Biokaasun tuotantoon soveltuvat monenlaiset raaka-aineet. Raaka-aineen soveltuvuutta voidaan arvioida muun muassa helposti ha-joavan orgaanisen aineen määrän, metaanintuotantopotentiaalin, kuiva-ainepitoisuuden, hiili/typpi -suhteen ja ravinne-hivenainekoostumuksen perusteella. Käytännössä raaka-aineen soveltuvuuden arviointi biokaasu-tuotantoon vaatii laboratorioanalyysijä sekä testejä. Tällaisia analyysijä ovat muun muassa pH, kuiva-aine, orgaaninen kuiva-aine, kokonaistyyppi ja hiili sekä metaanintuottotesti. Jotta biokaasulaitos voi toimia häiriöttä ja keskeytyksettä, on raaka-aineen saatavuus merkittävä tekijä paikallisesti. (Kymäläinen, 2015, 21–22.)

Parhaiten biokaasutekniikka kuitenkin soveltuu helposti luonnossakin ha-joaville materiaaleille. Maatalouden jätteistä parhaiten mädätykseen so-veltuvat rehu, lanta, maissi ja naatit. Jos materiaali sisältää paljon kuitua ja ligniiniä, esimerkiksi puu ja olki, kelpaavat sellaiset materiaalit huonosti mädätettäväksi. (Motiva, 2013, 8.)

Biokaasuprosessissa tuotettu biokaasu sisältää noin 50–70 % metaania ja loppuosa on pääosin hiilidioksidia. Biokaasu on uusiutuva energiamuoto,

jota voidaan käyttää sähkön ja lämmön tuotantoon tai jalostaa liikennepolttoaineeksi. Korvaamalla fossiilisia polttoaineita biokaasulla, saavutetaan yleensä merkittävästi alhaisemmat kasvihuonekaasupäästöt. (Kinnunen & Rintala, 2015, 17.)

Biokaasun muodostuminen tapahtuu neljässä eri vaiheessa ja jokaisessa vaiheessa toimivat eri pieneliöryhmät. Neljä eri vaihetta ovat hydrolyysi eli liukoistuminen, asidogeneesi eli happokäyminen, asetogeneesi eli etikkahappokäyminen ja metanogeneesi eli metaanikäyminen. (Motiva, 2013, 4.) Kuvassa 15 on esitetty biokaasun muodostumisen neljä eri vaihetta.



Kuva 15. Biokaasun muodostumisen neljä eri vaihetta (kuva: Motiva, 2013, 4).

Ensimmäisessä vaiheessa hydrolyysissä eli liukoistumisvaiheessa mädätetävän aineen kiinteät valkuaisaineet, hiilihydraatit ja rasvat pilkkoutuvat ja liukenevat veteen yksinkertaisemmiksi yhdisteiksi kuten rasvahapoiksi, sokereiksi ja aminohapoiksi. Pilkkoutumista alkaa tapahtua, kun pieneliöiden solun ulkopuolisia entsyymejä alkaa erittyä. (Motiva, 2013, 4.)

Asidogeneesissä eli happokäymisessä muodostuu liuenneista aineista yksinkertaisempia rasvahappoja, etikka-, voi- ja propionihappoa. Nämä ha-joavat edelleen etikkahapoksi ja hiilidioksidiksi. (Motiva, 2013, 4.)

Etikkahaposta ja reaktioiden välituotteena syntyvistä vedystä ja hiilidioksidista muodostuu metaania. Käymisvaiheessa syntyvät rasvahapot ja vety ovat suurempina pitoisuuksina pieneliöille haitallisia, joten on tärkeää, että niiden poistuminen metaanin tuotannossa tapahtuu samaa tahtia kuin niitä syntyy. Kaikki biokaasun tuotannon neljä vaihetta eivät ole toisistaan erillisiä tapahtumia, vaan ne tapahtuvat samanaikaisesti. (Motiva, 2013, 4.)

Biokaasun tuotantoon osallistuville eliöille parhaiten soveltuvat olosuhteet poikkeavat hieman happipitoisuudeltaan, lämpötilaltaan ja pH-arvoiltaan. Vaativimpina pidetään metaania muodostavia eliöitä, ne myös lisääntyvät hitaimmin. Tästä syystä biokaasulaitoksissa olosuhteet pyritään sopeuttamaan metaania muodostavien bakteerien tarpeiden mukaisina. (Motiva, 2013, 4.)

Biokaasulaitoksen syötemateriaalin hiilen ja typen suhde on oltava sopiva. Jos syötteessä on liikaa hiiltä, osa materiaalin biokaasun tuotantopotentiaalista jää hyödyntämättä. Tilanne on mahdollinen varsinkin silloin, kun mädätetään ainoastaan kasviperäistä materiaalia. Olosuhteiden ollessa päin vastaiset, eli syöte (substraatti) sisältää tyypeä liikaa suhteessa hiilen määrään, saattaa muodostua ammoniakkia. Ammoniakin muodostuminen voi aiheuttaa sen, että koko biokaasun tuotanto estyy. Biokaasulaitoksen syötteen hiilen ja typen suhteen tulisi tutkimusten mukaan olla noin 20:1. Tällöin syötteen materiaalin tulisi sisältää noin 20 kertaa niin paljon hiiltä kuin tyypeä. On myös biokaasulaitoksia, jotka toimivat tämän suhdealueen ulkopuolella. (Motiva, 2013, 6–7.)

Biokaasuprosessin jälkeen mädätys säiliöön syötetyssä materiaalissa eli mädätysjäännöksessä on jäljellä ravinteet. Jäljelle jäänyt mädätysjäännös on arvokasta lannoitus- ja maanparannusainetta. Ravintosisältö vaihtelee mädätysjäännöksessä muun muassa sen mukaan, mitä materiaalia mädätetään, kuinka kauan aine mädätys säiliössä viipyy ja millaista biokaasuprosessia käytetään. Kun mädätysjäännös erotellaan kiinteään ja nestemäiseen osaan, saadaan kahdenlaista lannoitusainetta. Fosforista pääosa on kiinteässä materiaalissa, kun taas nestemäinen osa soveltuu typpilannoitteeksi. (Motiva, 2013, 14.)

Berle (2016) on tutkinut opinnäytetyössään uusia sopivia substraatteja Ab Stormossen Oy:n biokaasulaitoksen tarpeisiin. Berle tutki työssään muiden syötteiden ohessa myös tomaatti- ja kurkkukasvien soveltuvuutta biokaasun tuotantoon.

Berlen (2016) mukaan kun biokaasua valmistettiin kurkkukasvista, prosessi käynnistyi hitaasti, mutta tuotti biokaasua pitkään. Syy tähän voi olla

ligniini, jonka pitoisuus on korkea kurkun varressa. Tämä tarkoittaa, että biokaasun saanto on hyvä, mutta prosessi käynnistyy hitaasti ja kestää kauan. Paras biokaasun tuotanto saatiin kaikilla syötteillä, kun syötteen pH on noin 8,5. Kokeissa pääasiallista syötemateriaalia oli 200 ml. Kahdessa tehdyssä kokeessa kurkkukasvi sai biokaasun tuotoksi 6539,6 Nml ja 5696,7 Nml. Tomaattikasvi sai samoissa kokeissa biokaasun tuotoksi 36,7 Nml ja 45,9 Nml. (Berle, 2016, 52, 65.)

Närpiön seudulta viedään tomaatin ja kurkun viherbiomassaa ainakin Ab Stormossen Oy:n biokaasulaitokselle Koivulahdelle Mustasaareen. Suurin osa viherbiomassaa tuodaan biokaasulaitokselle talvella, kokonaismäärän ollen arviolta yhteensä 10 – 15 rekkakuormaa vuodessa. Biokaasulaitokselle tuotu viherbiomassa on silputtu hakkurilla pieniksi paloiksi ennen kuljetusta, silputtuna biomassan joukossa on myös viljelyssä käytetyt muovinarut ja klipsit. Muovinarut kiertyvät ajoittain kiinni laitoksen akseleihin prosessin aikana. (Kalandar, 2018.)

Kun viherbiomassa saapuu Stormosseniin, se ajetaan esimurskaimen läpi, missä se pienennetään sopivaksi. Tämän jälkeen lisätään kuumaa prosessivettä, jonka jälkeen biomassa menee ruuvipuristimeen. Tähän syötteen lisätään vielä kerran kuumaa prosessivettä ja massa menee toisen ruuvipuristimen läpi. Seuraavaksi syöte pumpataan välisäiliöön, jossa se lämmitetään ennen sen siirtämistä biokaasureaktoriin. Biokaasuprosessista jäljelle jäänyt mädäte muoviosineen toimitetaan vieressä toimivalle Westenergy Oy Ab:lle poltettavaksi. (Kalandar, 2018.) Linjaesimies Kalandar Stormossenista kertoo, että olisi parempi, jos viherbiomassan kanssa ei tulisi muoviosia tai ne olisivat biohajoavia. Prosessi kuitenkin toimii myös näin.

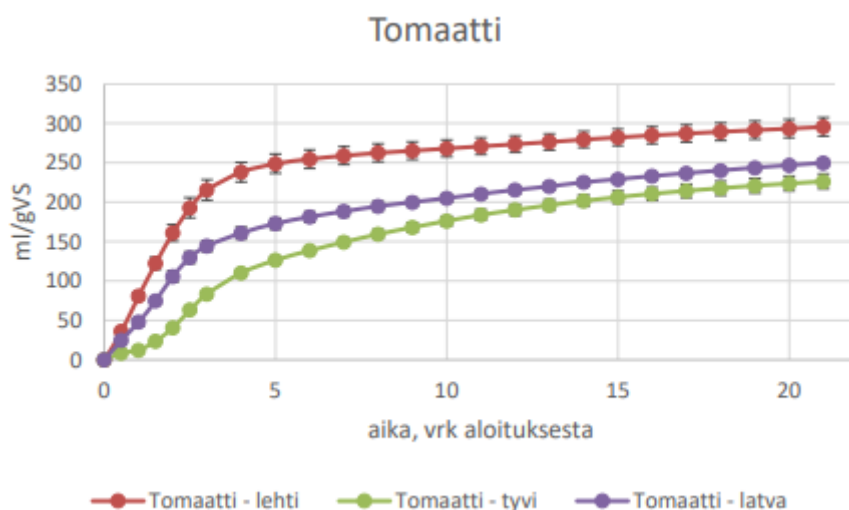
Söderlund (2011) arvioi opinnäytetyössään, että maatalouden ja kasvinuotannon jätteet ovat merkittävä biokaasun tuotannon substraatti tulevaisuudessa. Hän arvioi, että Pohjanmaan kasvihuoneiden tuottamilla sivuvirroilla on suuri potentiaali biokaasun tuotantoon ja ravinnekierrätykseen. Yksi syy siihen, että biokaasun tuotannosta jäävä mädäte soveltuu ravinnekierrätykseen, on että, se ei sisällä raskasmetalleja tai myrkkyyjä.

ArvoBio –hankkeessa on tutkittu kasvihuonetuotannon viherbiomassojen biokaasun tuottoa märkäprosessissa. Kuvissa 16 ja 17 on mittaustulokset tomaatin ja kurkun biokaasun tuotosta. (Kymäläinen, 2017, 9.)

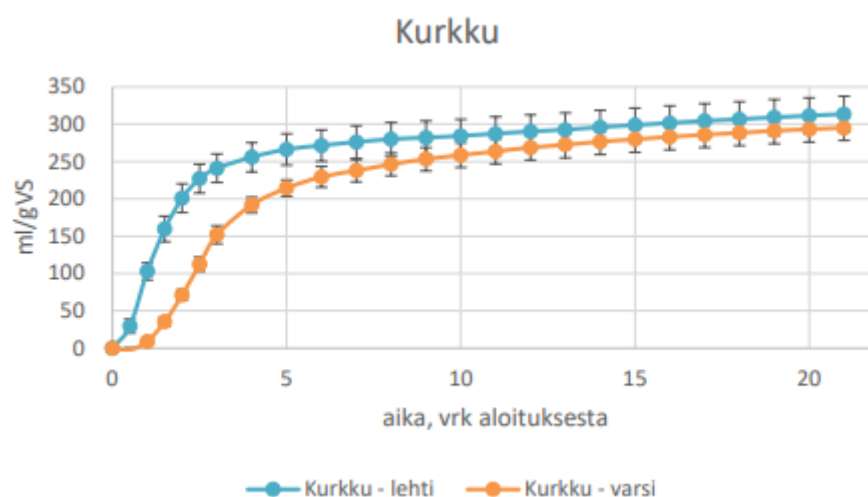
Mittaustulosten perusteella tomaatin lehtien biokaasuntuotto alkaa nopeasti ja tuottaa biokaasua tasaisesti koko tarkastelujakson ajan. Tomaatin varsien tyviosan biokaasuprosessi alkaa lehtiä ja varsien latvaosaa hitaammin, mutta tuottaa biokaasua tasaisesti koko jakson ajan, joskin vähemmän kuin lehdet. Kurkun lehtien biokaasun tuotto biokaasun märkäprosessissa alkaa nopeasti ja tuottaa biokaasua tasaisesti koko tarkastelujakson ajan. Sen sijaan kurkun varsien kohdalla prosessi alkaa hitaammin, mutta

prosessin käynnistyttyä, tuotto lähentelee lähes samaa tasoa kurkun leh-
tien kanssa.

Hankkeessa tehtyjen tutkimusten perusteella on todettu, että viherbio-
massa soveltuu biokaasun tuotantoon. Viherbiomassoilla on hyvä biokaasun-
suntuotto, se sopii hyvin märkäprosesseihin. Biokaasun tuotto on tomaa-
tilla ja kurkulla hyvin samankaltaiset. Lisäsyötteen käyttö on kuitenkin tar-
peen typpipitoisuuden nostamiseksi, eli syöte soveltuu hyvin yhteiskäsit-
telyyn esimerkiksi lannan kanssa. (Kymäläinen & Pirttijärvi, 2019.)



Kuva 16. Tomaatin viherbiomassan biokaasun tuotto (kuva: Kymäläinen & Pirttijärvi, 2019).



Kuva 17. Kurkun viherbiomassan biokaasun tuotto (kuva: Kymäläinen & Pirttijärvi, 2019).

Kiinteästä bioraaka-aineesta voidaan valmistaa liikenteen nestemäistä biopolttoainetta menetelmällä, joka perustuu tärkkelyksen ja lignoselluloosan etanolin tuotantoon käymisteitse tai menetelmällä, jossa bioraaka-aine kaasutetaan synteetikaasuksi ja siitä edelleen jatkojalostetaan erilaisiksi nestemäisiksi polttoaineiksi. (Eskola, 2012, 11–12).

Bioetanolia voidaan valmistaa kasvipärisistä sivutuotteista, jotka ovat sokeri- ja tärkkelyspitoisia. Myös lignoselluloosapitoisista sivutuotteista, kuten sahanpurusta, voidaan tuottaa bioetanolia. St1 valmistaa Suomessa liikennekäyttöön bioetanolia erilaisista käymiskelpoisista jätteistä ja tähteistä. St1 hyödyntää muun muassa kotitalouksien ja kauppojen biojätteitä, leipomoiden taikinatähteitä, virvoitusjuomien ja oluen tuotannon tähteitä, makeistuotannon jätteitä ja tähteitä ja elintarviketuotannon tärkkelys- ja sokeripitoisia tähdeliemiä ja massoja. Lignoselluloosapohjaisen bioetanolin valmistuksessa hyödynnetään sahateollisuuden sivutuotteita. Bioetanolia syntyy hapettomissa olosuhteissa, kun entsyymit hajottavat orgaanista ainestasokeriksi, joita hiivat käyttävät etanoliksi. Bioetanolin valmistuksen sivutuotteena syntyy hiilidioksidia. Prosessista jäljelle jäävää materiaalia kutsutaan mäskiksi tai rankiksi. Tämä jäljelle jäävä materiaali voidaan hyödyntää rehuna tai edelleen biokaasutuotannossa. Lignoselluloosapitoisista syötteistä jäävä ligniinipitoinen jäännös tyypillisesti poltetaan. (Lehto ym., 2018, 24; St1, 2019.)

6.3 Kosmetiikkateollisuus

Klorofylli eli lehtivihreä, on kasvipigmentti. Klorofylliä on kaikissa vihreissä kasvinosissa ja sitä tarvitaan kasvien yhteyttämiseen. Se on kemiallinen yhdiste, joka absorboi valoa näkyvällä aallonpituudella. Kasvien lehdistä K klorofyllit sijaitsevat kloroplasti-rakenteissa. Kloroplasti-rakenteissa klorofyllit ovat liittyneinä lipideihin, proteiineihin, lipoproteiineihin sekä karotenoideihin. Klorofylli-nimityksellä tarkoitetaan kaikkia fotosynteesisiä tetrapyrrolijohdoksia. Tärkeimmät vihreät pigmentit ovat klorofylli a ja klorofylli b. Klorofylli a on väriltään sinisenvihertävä ja klorofylli b on keltaisenvihertävä. Ravinnosta saatavaan klorofylliin ei ole liitetty terveysvaikutuksia. (Kotimaiset Kasvikset ry, n.d.)

Kosmetiikassa klorofylliä on käytetty siksi, että sen kerrotaan antavan iholle happihoitoa ja suojaa enneaikaiselta vanhenemiselta. Kosmetiikan klorofylliä on uutettu usein esimerkiksi nokkosesta. Puhdas klorofylli ei ole vesiliukoinen, mutta se siirtyy keitetessä kasvista kiehuvaan veteen. Klorofylli on hyväksytty elintarvikkeiden lisäaineeksi, eli se on myös turvallinen väriaine kosmetiikassa. Klorofylli toimii myös antioksidanttina. (Lempa, 2018 103, 198.)

Koiviston (2007) mukaan (Gross, 1987) on kertonut tomaatin punaisen värin aiheutuvan lykopeeni -nimisestä pigmentistä. Lykopeeni kuuluu karotenoideihin. Noin 90 % tomaatin karotenoideista on lykopeenia.

ArvoBio –hankkeessa on tehty ja julkaistu laajempi selvitys liittyen puutarhasivuvirtoihin kosmetiikkateollisuuden raaka-aineina. Karlstedt & Schneider (2016) mukaan tomaatin varret ja lehdet sisältävät tomatiinia ja lykopeenia. Tomatiini on antibakteerista ja sitä voidaan hyödyntää ihon hoidossa. Lykopeeni on kudoksia supistavaa, ihoa hoitavaa sekä sitä voidaan käyttää uv-suojana. Lykopeeni on lisäksi antioksidantti, jota voidaan hyödyntää hiustenhoidossa ja aurinkosuojana.

Lykopeeni on siis väripigmentti, joka on antioksidanttinen. Lykopeenin on kerrottu olevan beetakaroteenia yli kaksi kertaa vahvempi antioksidantti. Lykopeenia voidaan käyttää täydentämään ihon ruskettumista sisäisesti nautittuna. (Finherb, 2019.)

Karlstedt & Schneider (2016) mukaan (Bährle-Rapp 2012) on esittänyt, että tomaatin varsista ja lehdistä voidaan valmistaa uutetta. Sen on todettu olevan antibakteerista, kosteuttavaa ja kudoksia supistavaa. Uute sisältää myös solaniinia, joka on myrkyllistä syötynä, mutta ihon hoitoon uute soveltuu.

6.4 Kompostointi

Kompostoinnista saatu komposti on oikein valmistettuna hyvää maanparannusainetta ja kasvualustaa. Kompostoinnin aikana mikrobieliöstö hajottaa eloperäistä ainetta maa-aineeksi. Jotta hajotustoiminta on tehokasta, tulee kompostin lämpötilan, pH:n, kosteuden ja hapen määrä olla sopivia. Lisäksi mikrobitoiminnan aktiivisuuteen vaikuttavat hiili-tyyppi -suhde sekä partikkeleiden koko. Mikrobitoiminnalle sopiva hiili-tyyppi - suhde on 25:1–35:1, jos suhde on pienempi, hajoavan materiaalin tyypeä jää käyttämättä, jolloin se vapautuu ammoniakkina. Jos taas hiilipitoisuus on liian korkea, hajottajina toimivat mikrobit eivät saa omaan kasvuunsa tarvittavaa tyypeä riittävästi ja hajotustoiminta hidastuu. Mikrobit tarvitsevat toimiakseen kosteutta, kompostin kosteuden tulisi olla 40–60 %, mutta se voi olla myös korkeampi, jos happipitoisuus pystytään pitämään hyvänä. Hajotustoiminnan tuloksena on hiilidioksidiä, vettä, humusta ja epäorgaanisia suoloja sisältävää orgaanista ainesta. (Lehto ym., 2018, 18; MTT, n.d.)

Kun kompostointi on tapahtunut oikein, saadaan pitkälle maatunutta, hygieenistä orgaanista ainesta. Komposti sisältää yleensä runsaasti pieneliöitä ja ravinteita ja se vastaa ominaisuuksiltaan tummaa turvetta. Kompostin käytön haittapuolena ovat mahdolliset raskasmetallit, taudinaiheuttajat ja vaihteleva laatu, mutta näitä mahdollisia haittoja voidaan hallita hyvällä prosessinohjauksella. Suomessa käytetyimmät kompostointimenetelmät ovat tunneli-, rumpu- ja aumakompostointi. (MTT, n.d.)

Tunnelikompostoinnissa käytetään yleensä teräsbetonista valmistettua tunnelia, jossa kompostointiprosessi tapahtuu. Biomassaan sekoitetaan tukiaisesta ja seos hajoaa optimaalisissa olosuhteissa. Optimaaliset olosuhteet luodaan puhaltamalla ilmaa tunneliin alhaalta päin. Kompostin

lämpötila nousee tunnelissa 55–60 °C:een, jolloin taudinaiheuttajat ja kasvien siemenet tuhoutuvat. Kompostointi tunnelissa kestää kahdesta kolmeen viikkoa ja tämän jälkeen komposti siirretään aumoihin jälkikompostointiin. (MTT, n.d.) Nämä kompostointiajat ovat tyypillisiä yhdyskuntabiojätteen käsittelyssä.

Rumpukompostoinnissa yhdyskuntabiojätteen komposti viipyy 5–7 vuorokautta teräksisessä kompostirummussa. Rumpuun syötetään murskattu biojäte, joka on sekoitettu tukiaineeseen suhteella 1:1. Rumpuun ohjataan ilmaa, joka tehostaa kompostoitumista, lisäksi rumpujen pyöriminen tehostaa ilman vaikutusta. Rumpukompostoinnin jälkeen massa ohjataan jälkikompostoitavaksi. (MTT, n.d.)

Aumakompostoinnin periaatteena on kompostoida biomassaa ulkona, asfaltin päällä, pintatiivistetyissä aumoissa eli pitkänmallisissa suurissa kartionmallisissa kasoissa. Aumojen ilmastaminen tehdään yleensä koneella kääntämällä, mutta joskus myös ilmaputkien avulla. Koneellista ilmastamista tehdään yleensä 1–2 viikon välein tai harvemmin. Auman lämpötilan tulisi olla 55–60 °C. Aumoja katetaan myös jonkin verran, jotta haittoja voitaisiin vähentää. (MTT, n.d.)

Aumakompostointi on vanhin kompostointitapa. Se on oikein käytettynä edullisin ja helpoin tapa kompostoida biomassaa. Sen suurimman heikkoudet ovat pitkä noin vuoden kestävä käsittelyaika, suuri tilan tarve, prosessin epätasaisuus, laatu ja hajuhaitat. Hajuhaittojen vuoksi aumakompostointi tulee tehdä riittävän etäällä asutuksesta. Viime aikoina tutkimuksista on ilmennyt, että isona ongelmana aumakompostoinnissa ovat myös melko korkeat kasvihuonekaasupäästöt. Lisäksi biomassojen avokäsittely aiheuttaa pelkoa tautien leviämiseksi. Edellä mainitut haitat ovat johtaneet aumakompostoinnin suosion laskuun ja helpommin hallittavien menetelmien käyttö on lisääntynyt. (MTT, n.d.)

Kun omalla tilalla syntyneet kasvien biomassat käytetään maanparannukseen omaan tarkoitukseen, ei lannoitevalmisteita koskeva lainsäädäntö edellytä toimenpiteitä. Maanparannusaineita koskee lannoitevalmistelaki 539/2006 muutoksineen. Lisäksi huomioon on otettava MMM asetus lannoitevalmisteista 24/11 muutoksineen ja MMM asetus toiminnan harjoittamisesta ja sen valvonnasta 11/12 muutoksineen.

6.5 Biohiili

Biohiili valmistetaan orgaanisesta materiaalista yleensä kuivatislaamalla eli hidaspyrolyysillä hapettomissa olosuhteissa. Prosessissa biomassan lämpötila nostetaan 300–700 °C:een. Prosessin aikana, pyrolyysissä biomassan rakenteen komponentit hajoavat sekä kaasuuntuvat hiiltä lukuun ottamatta. Prosessin tuloksena, jäljelle jäänyt kiinteä aines on 80–90 % biohiiltä. Biohiilen ominaisuuksiin olennaisesti vaikuttavat käytettävä raaka-aine, valmistusmenetelmä sekä valmistuslämpötila. Biohiilen lisäksi

prosessissa syntyy energiaa, kaasuja, nesteitä ja öljyjä, joita voidaan hyödyntää. (Vuori & Kangas, 2017.)

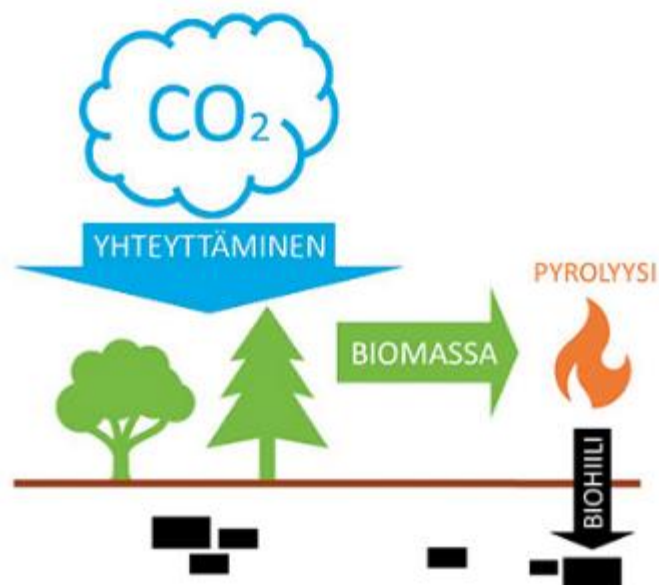
Biohiilellä on monia mahdollisia käyttökohteita. Sitä voidaan käyttää muun muassa maanparannuksessa, kasvualustoissa, kosmetiikassa sekä turkiseläinten lannan neutraloinnissa ja rakennuseristeinä. Lisäksi biohiili toimii hulevesien sekä muiden valumien hallinnassa. Yksi merkittävimmistä tavoista käyttää biohiiltä, on maanparannus- ja kasvualustakäyttö. Biohiilen maanparannusvaikutus perustuu veden ja ravinteiden pidätyskykyyn. Biohiili aktivoi sekä rikastuttaa maaperän eliöstöä, sen lisäksi lannoitusta voidaan vähentää. Biohiilen ansiosta kasvit eivät ole niin herkkiä sairastua maaperässä piileviin tauteihin, lisäksi ravinteet ja vesi ovat kasvien käytössä paremmin, eivätkä ravinteet pääse huuhtoutumaan. Näillä tavoin viljelykasvien sato ja kasvu paranevat. (Vuori & Kangas, 2017.)

Biohiilitutkija Priit Tammeorg kertoo Vuoren & Kankaan (2017) artikkelissa, että nykyisen tietämyksen perusteella biohiili on paras tunnettu keino hiilen sidontaan maaperään. Hän kertoo myös, että parhaat maanparannusvaikutukset on saatu yleensä mailla, joilla on luonnostaan alle yksi prosentti hiiltä.

Biohiilen on todettu parantavan maan vedensietokykyä sekä lisäävän ravinteiden sitoutumista. Biohiilen avulla voidaan vähentää etenkin typen huuhtoutumista vesistöihin ja näin vähentää maatalouden ravinnepäästöjä. Biologista typensidontaa biohiilen on todettu myös tehostavan. Kompostimassaan biohiilen on todettu sitovan dityppioksidia ja vähentävän metaanipäästöjä. Sen käyttö vähentää myös kompostoinnissa syntyviä ammoniakkipäästöjä. (Lehto ym., 2018, 24.)

Periaatteessa biohiiltä voidaan valmistaa mistä tahansa eloperäisestä aineksesta. Järkevintä biohiiltä on valmistaa jätteistä, vaikeasti hyödynnettävistä materiaaleista sekä sivuvirroista, kun huomioon otetaan ilmastonmuutos ja resurssit. Pohjoismaissa eniten käytetty raaka-aine on metsätalouden sivuvirrat, kuten sahanpuru, metsähake ja pintalaudat. (Vuori & Kangas, 2017.) Lisäksi biohiiltä valmistetaan ainakin pajusta.

Biohiilen on ennustettu olevan yksi lupaavimmista keksinnöistä ilmastonmuutoksen torjunnassa. Kasvit sitovat yhteyttäessään ilmakehän hiilidioksidia ja kasvavat. Biohiiltä valmistetaan biomassoista eli kasveista, joihin hiili on sitoutuneena. Biohiilen suurena etuna on, että se sitoo hiiltä hyvin pysyvään muotoon. Biohiileen jää noin kolmasosa kasvien sitomasta hiilestä. Haudattaessa biohiili maahan, on hiili poissa kierrosta tuhansia vuosia. Tämä hiilidioksidin matka on kuvattu kuvassa 18. (Vuori & Kangas, 2017.)



Kuva 18. Hiilidioksidin matka yhteyttämisen kautta biohiileen ja haudatuksi maahan (kuva: Kangas, 2017).

HSY:lle tehdyssä tutkimuksessa on havaittu, biohiilen lisäyksellä laitosmittakaavan kompostointiprosessiin on myönteinen vaikutus. Biohiilen lisääminen paransi kompostimassan mikrobiaktiivisuutta ja siten nopeutti orgaanisen aineksen hajoamista sekä kompostin stabiloituminen nopeutui. Tutkimuksessa havaittiin, että suurin potentiaali laitosmittakaavan osavirtamädätysprosessin kompostoinnissa oli pienillä, alle viiden prosentin biohiilen lisäyksillä. Se vaikutti myönteisesti kompostien stabiloitumisnopeuteen ja sen kautta vähentää ympäristövaikutuksia, se vähentää siten kompostien kypsymiseen tarvittavaa tilaa tai vaihtoehtoisesti sen avulla voidaan kasvattaa kompostointilaitoksen kapasiteettia. Tutkimuksessa todetaan lisäksi, että jäteperäisistä biohiilistä voitaisiin tulevaisuudessa saada laitosmittakaavan komposteihin yksi tukiainevaihtoehto. Jäteperäisen biohiilen käytöllä voi tulevaisuudessa mahdollisesti lisätä jätteen kierrätysmääriä paikallisesti. (Mäkinen, 2016.)

Kouvolalaisen Carbons Finland Oy:n toimitusjohtaja Markku Suutari (2019) arvioi, että tomaatin ja kurkun viherbiomassoista ei kannata valmistaa biohiiltä. Se on kannattamatonta, koska tomaatin ja kurkun viherbiomassan kosteuspitoisuus on hyvin korkea ja kuiva-aine pitoisuus alhainen. Suutari kehotti tekemään biomassasta kompostoinnin kautta superravinnetta biohiilen kanssa.

Wikberg ym. (2017) tutkimuksessa selvisi, että kasvihuonetuotannon biomassoista valmistetussa biohiilessä lämpöarvot olivat tutkimuksessa heikot ja orgaanisen hiilen kokonaismäärä oli alhainen. Orgaanisesta hiilestä kiinteää oli noin 40 % ja nestemäistä noin 35 %, loput kaasua. Prosessista

jää nestemäistä ainetta, jos nesteeseen on liuenneena hiiltä, se on potentiaalinen ongelma ympäristön kuormituksen kannalta.

6.6 Kuituvalmisteet

Kasviperäisiä kuituja voidaan käyttää komposiitin valmistuksessa. Tällöin muovimatriisia lujitetaan luonnosta saatavilla kasviperäisillä kuiduilla. Lujitteeksi erotetut kuidut voivat olla peräisin puusta tai viljellyistä kasveista. Perinteisesti lujitteena käytetään synteettisiä kuituja, mutta luonnonkuituja käytettäessä pyritään saavuttamaan teknistä, taloudellista ja ympäristönkuormituksen kannalta merkittävää etua. (Lepistö, 2014.)

Lujitteena käytetään esimerkiksi niinikuitua. Niinikuidut sijaitsevat kaksisirkkaisten kasvien, joita tomaatti ja kurkku myös ovat, varren uloimmaisesta kuoren ja puumaisen ytimen välissä ja ne ovat ryhmittyneinä kuitukimpuiksi. Yhdessä kasvissa kuitukimppuja on noin 30 ja niiden pituus määräytyy kasvin korkeuden mukaan. Pektiini sitoo yksittäiset kuidut yhteen, jolloin muodostuu kuitukimppu. Selluloosafibrillit, joita on useassa kerroksessa, muodostavat peruskuidun. Kuitujen mekaaniset ominaisuudet määräytyvät kuitumuodon mukaan. Esimerkiksi komposiittimateriaaleissa käytettävät kuidut ovat kuitukimppuja tai yksittäiskuituja. Parhaimmat mekaaniset ominaisuudet ovat yksittäiskuiduilla. Yksittäiskuidun vetolujuus voi olla jopa 1 500 MPa. Tästä syystä muovikomposiittien lujitteena peruskuidut ovatkin kuitukimppuja parempia. (Lepistö, 2014, 14.)

Kasvikuidut eli peruskuidut ovat paksuseinäisiä, pitkiä, kuolleita, soluseinäisiä soluja. Pääasiassa kuitujen massa koostuu onton keskiosan ympärillä olevasta soluseinäineestä. Sekundaarisen soluseinän kerroksiin on kertynyt suurin osa kuitujen soluseinän paksuudesta, painosta ja selluloosasta. Korkea vetolujuus muodostuu sekundaarisesta soluseinästä ja sen sisältämästä selluloosasta. Puuvartisten kasvien kohdalla, suurimmalla osalla soluista on sekundaarinen soluseinä, mutta ruohovartisten kasvien kohdalla, näitä on lähinnä erilaisissa tuki- ja johtosolukoissa. Moniin kasvien soluista, esimerkiksi tylppysoluihin ja kasvusoluihin, ei sekundaarista soluseinää muodostu ollenkaan. (Lepistö, 2014, 16.)

Kasvimateriaaleista luonnonkuituja valmistetaan poistamalla raaka-aineesta hemiselluloosat ja ligniini, tämän jälkeen jäljelle jää pääasiassa selluloosasta koostuva kuitujae. Lisäämällä muoveihin erilaisia kuituja ja lisäaineita, voidaan luonnonkuitulujitettuja komposiittien ominaisuuksia muokata halutunlaisiksi. Tämän kaltaisen komposiitin ominaisuuksia heikentää se, että kasvikuiduilla ja muoveilla on luontainen yhteensopimattomuus. Tämä johtuu siitä, että kasvikuidut ovat vesihakuisia eli hydrofiilisiä ja muovit ovat puolestaan vettä hylkiviä eli hydrofobisia. Vaikka ominaisuudet poikkeavat perinteisestä muovista, riittävät luonnonkuitukomposiittien tekniset ominaisuudet kuitenkin moneen käyttötarkoitukseen. Yhdistämällä muovi ja kuidut, voidaan komposiitilla saavuttaa sellaisia

ominaisuuksia, joita ei saavuteta kummallakaan komponentilla yksin. (Lepistö, 2014, 16.)

On kohteita, joissa epäorgaanisien kuitujen käyttö on perusteltua. Tällaisia kohteita ovat muun muassa rakenteet, joita käytetään vaikeissa sääoloissa tai rakenteelta vaaditaan suurta lujuutta. Luonnonkuitujen etuna on niiden pienempi tiheys, jolloin rakenteet ovat kevyempiä. Keskeisimpiä luonnonkuitukomposiittien sovelluskohteita ovat rakennus- ja autoteollisuus, kulutustuotteet sekä pakkausteollisuus. Rakennusteollisuudelle valmistetaan muuan muassa terassilautoja sekä eriste-elementtejä. Luonnonkuidusta on valmistettu myös kertakäyttölautasia, jotka voidaan käytön jälkeen esimerkiksi kompostoida. (Lepistö, 2014, 17.)

Yksi esimerkki komposiittimateriaalien käytöstä on uusi keittiövälinessarja. Orthex on tuonut markkinoille uuden biopohjaisen komposiittimateriaalista valmistetun keittiövälinessarjan, GastroMax™ Bio. Keittiövälinessarjan materiaalissa on yhdistetty puukuitua ja sokeriruokoa. Yritys kertoo, että 98 % tuotteiden muoviosista on valmistettu luonnon raaka-aineista. Tuotteissa käytetty PE-muovi on valmistettu sokeriruosta ja tuotteissa käytetty kuitu on kuusipuuta. Tuote ei ole biohajoava. (Orthex Group, n.d.)

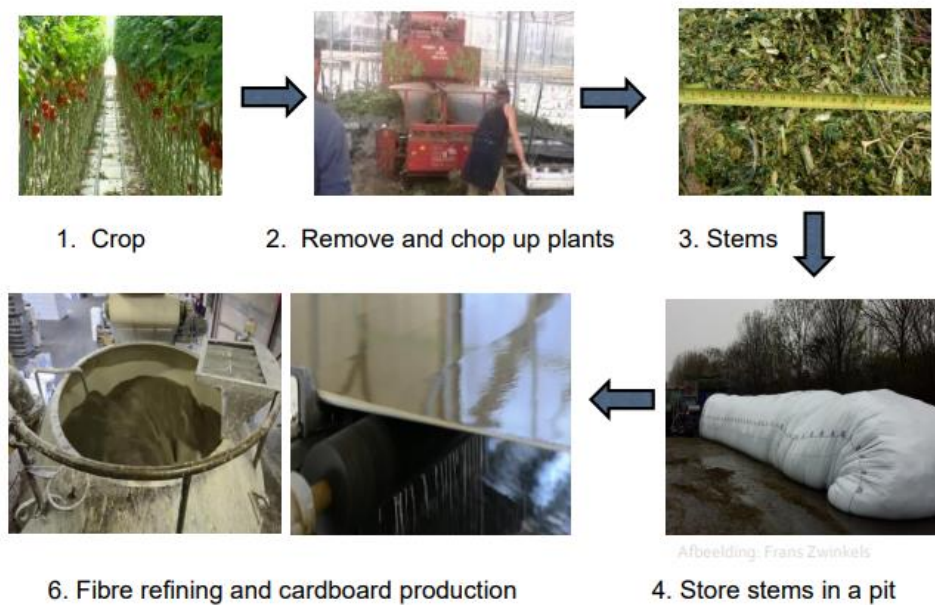
Kosmetiikkatuotteille on tullut hiljattain täysin biohajoava kosmetiikkapakkaus, Sulapac®. Pakkauksessa yhdistetään puuta ja biohajoava sidosaaine. Sulapac® on muovin kaltainen, niin ominaisuuksiltaan, kestävyydeltään kuin tuotannoltaankin, mutta se eroaa muovista sen täydellä biohajoavuudella. Sulapac® -tuotteessa on yhdistetty puuhaketta ja luonnonperäistä sidosainetta. Tuotteet kestävät rasvaa ja vettä eivätkä ne läpäise happea. Sulapac® -pakkauksia voidaan valmistaa samalla tavalla massatuotannossa kuin muovipakkauksia ja se pystyy kilpailemaan myös kustannuksissa. (Haimi, 2017.)

6.6.1 Pakkauksia valmistava monialayritys The Greenery

The Greenery on hollantilainen yritys, joka hyödyntää muun muassa tomaatin varsia pahvilaatikoiden valmistuksessa. Kuvassa 19 on kuvattu laatikoiden tuotantoprosessi. Tuotepäällikkö van Dijk (2019b) kertoo, että muoviosien seulonta tomaatinvarsimassasta on yksi tärkeimmistä vaiheista valmistusprosessissa, koska muovi on kuin purkkaa massan joukossa. Jos muovia on massassa ei siitä silloin voida valmistaa hyvälaatuisia pahvilaatikoita. Latikoiden valmistuksessa käytetään lisänä kierrätyspaperia.

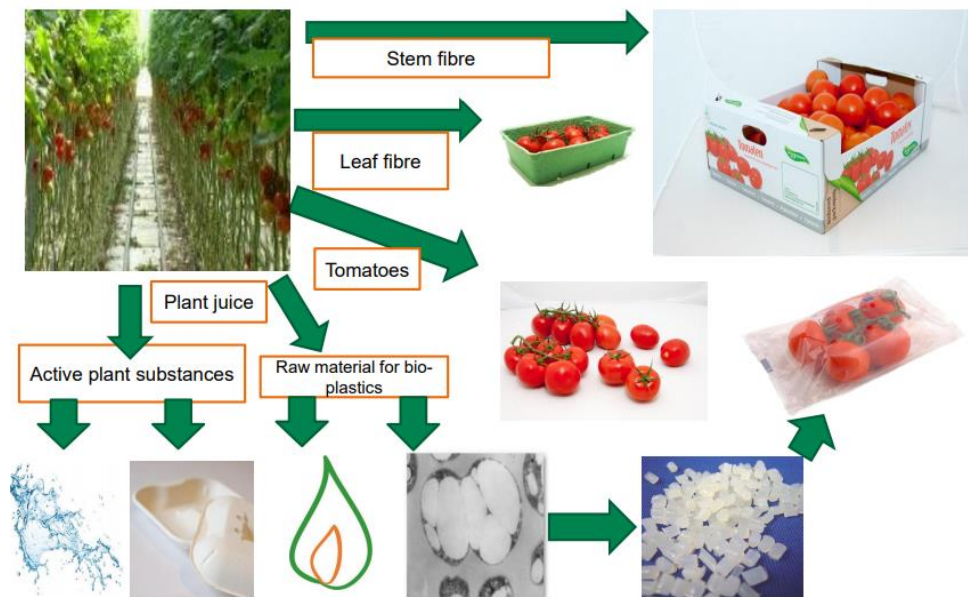
Muoviosat poistetaan silputun biomassan joukosta seulomalla yhdessä paineilman kanssa. Paineilmaa käytetään, koska muovi on kevyempää kuin varren palaset. Massa tarkistetaan lisäksi kuitenkin ihmissilmällä, ettei muoviosia ole jäänyt sekaan, samalla tarkistetaan, ettei joukossa ole rautalankoja tai muuta massaan kuulumatonta. Seulonnan tekee siihen erikoistunut yritys isolla miljoonia maksavalla koneella. Seulonnan tekevä

yritys ei tarkkaan kerro yksityiskohtia seulonnasta, sillä se on liikesalaisuus. (van Dijk, 2019b.)



Kuva 19. Biopohjaisten laatikoiden tuotantoprosessi The Greeneryllä (kuva: The Greenery, van Dijk, 2019a.)

Tomaatin varsien kuitujen käytöllä halutaan vähentää puuraaka-aineen käyttöä. Tavoitteena on muuntaa viljelyjätteet korkealaatuisiksi tuotteiksi. The Greeneryn ajatuksena on käyttää edellisen kauden jätteistä valmistettuja laatikoita seuraavan kauden sadon pakkaamiseen. Yhden hehtaarin viljelyjätteistä valmistettuihin laatikoihin voidaan pakata 600 000 kg tomaatteja. (van Dijk, 2019a.) Kuvassa 20 on tomaatin hyödyntämisen mahdollisuudet pakkauksien valmistuksessa.



Kuva 20. Tomaatin hyödyntämisen mahdollisuudet pakkauksissa (kuva: The Greenery, van Dijk, 2019a).

Van Dijk (2019a) The Greeneryltä näkee muutamia haasteita tomaatin varsien hyödyntämisessä laatikoiden valmistuksessa. Haasteena on tomaatin varsien säilyttäminen ja säilyminen, sillä kaikki kasvimateriaali on saatavilla muutaman viikon aikana. Haasteena on myös hinta. Tomaatin varsista valmistettujen laatikoiden hinta pitäisi saada samalle tasolle tavallisten laatikoiden kanssa. Vielä tällä hetkellä tuotantoprosessi on kallis, koska se ei ole vielä vakiintunut. Jotta tehtäisiin enemmän investointeja ja saataisiin lisättyä volyymiä, pitäisi kuluttajien siirtyä nopeammin käyttämään biopohjaisia tuotteita, kuin nyt käyttävät. Lisäksi pitäisi käynnistää keskustelu vähittäiskaupan kanssa biopohjaisista pakkauksista.

6.6.2 Jätehuolto-yhtiö Renewi

Renewi on hollantilainen jätehuolto-yhtiö. Hollannissa laki edellyttää materiaalien uudelleen käyttämistä. Renewi käsittelee kasvijätteitä, rakennusjätteitä kuin kivivillaakin. Valtio valvoo ja laskuttaa, jos kaatopaikoille vie-dään kierrätettäväksi kelpaavaa materiaalia. 95 % Renwein vastaanotta-masta kasvualustasta on kivivillaa, loput kookosta. Kivivilla murskataan, kuivataan ja seulotaan. Tuloksena on kivivillarakeita, muovia ja orgaanista materiaalia. Kivivillarakeet sisältävät vähän muovia, joka ei haittaa, jos ra-keet menevät tiilien tuotantoon. Tiilien tuotannossa on korkea lämpötila, jolloin muovi sulaa pois. Yritys etsii ratkaisua lopun muovin pois saa-miseksi, varsinkin jos kivivillarakeita käytetään maanparannusmateriaa-lina. (Haga, 2017.)

Renewi valmistaa myös biopohjaisia pakkauksia tomaatin varsista. Ongel-mana on varsien korkea kosteuspitoisuus, varsien kuivaaminen vie paljon

energiaa, jolloin kartongista tulee kaksi kertaa kalliimpaa tavalliseen verrattuna. Kartontia voidaan valmistaa vain silloin kun viherbiomassa on täysin puhdasta, eli se ei sisällä muovisia klipsejä tai muuta sinne kuulumatonta. Biokaasulaitokset eivät ole Hollannissa kiinnostuneita kasvihuoneiden viherbiomassoista, johtuen sen sisältämästä korkeasta kosteuspitoisuudesta, koska käytössä on pääasiassa ns. kuivamädätyslaitoksia. (Haga, 2017.) Suomessa vallitseva biokaasun prosessi on märkämädätys.

Sen sijaan kompostoinnissa kosteutta ja naruja ei koeta ongelmana. Viherbiomassa kulkee rummun läpi, jossa narut kietoutuvat yhteen ja tulevat rummista ulos omaan astiaan. Kuvassa 21 on rumpuseula, jollaista Renewi käyttää. Narut hyödynnetään energian tuotannossa. Muoviset klipsit ovat vaikeimpia erotella kompostin joukosta. Kun varret murskataan, rikkoutuvat myös klipsit. Jos käytetään metallisia klipsejä, ne voidaan erotella biomassan joukosta magneetin avulla. Kuvassa 22 on magneetin avulla poistettuja metallisia klipsejä. Käytettävien klipsien materiaali vaikuttaa myös Renewille toimitettavan viherbiomassan hintaan. Halvinta on toimittaa puhdasta viherbiomassaa ilman muovia tai metallia. Kun toimitetaan viherbiomassaa, joka sisältää muovisia klipsejä, se on kaksi kertaa kalliimpaa kuin viherbiomassa metalliklipseillä. (Haga, 2017.)



Kuva 21. Rumpuseula, jonka läpi viherbiomassa kuljetetaan. (Kuva: Haga & Lohiluoma, 2017.)



Kuva 22. Viherbiomassan joukosta magneetilla poistettuja metalliklipsejä.
(Kuva: Haga & Lohiluoma, 2017.)

6.7 Ligniinituotteet

Ligniini on tällä hetkellä selluteollisuudessa yksi jännittävimmistä ja tärkeimmistä tutkimuksen kohteista. Ligniinillä on suuri potentiaali muun muassa kemianteollisuudessa, fossiilisten raaka-aineiden korvaajana. Perinteisesti ligniiniä on poltettu energiakäyttöön, koska sillä on korkea lämpöarvo, käytännössä jopa kolmasosa puusta on lähinnä poltettu energiaksi. Ennen polttamista energiaksi, ligniini on kuitenkin pitänyt erottaa useiden energialaajuuksien ja kemikaalien kuluttavien vaiheiden avulla, eli sellunkeitossa. (Suomen tulevaisuus, 2015; Helsingin yliopisto, 2017.)

Ligniini on luonnon oma liima. Puun massasta ligniiniä on 20–30 %, se pitää vahvalla rakenteella puut sekä kasvit pystyssä. Ligniinin määrä on yksi tärkeimmistä syistä, joka erottaa puut ruohokasveista. Ligniinin kemiallinen rakenne on melko haastava. Ligniiniä voidaan käyttää muun muassa liimojen, polyuretaanityyppisten muovien sekä hiilikuitukomposiittien valmistuksessa, mutta myös polttonesteissä. (Suomentulevaisuus, 2015; Helsingin yliopisto, 2017.)

Lyhyellä aikavälillä ligniinin uskotaan korvaavan fossiilisten fenolien käytön fenoliliimoissa. Fossiilisia fenoliliimoja on yleisesti käytössä muun muassa vanereissa ja puulevyliimoissa. Ligniinin käyttöä voivat edistää tiukentuneet ympäristönormit ja kuluttajien halu ostaa ympäristöystävällisempiä tuotteita, joiden hiilijalanjälki on myös pienempi. (Pisto, 2018.)

Stora Enso on aloittanut kuivatun ligniini jauheen tuottamisen kemianteollisuudelle tiettävästi ensimmäisenä maailmassa. Tuotanto tapahtuu Kotkan Sunilan sellutehtaassa. Tehdas tuottaa eniten kuivattua ligniiniä

maailmassa. Kauppanimellä Lineo raaka-aine tuotiin markkinoille vuoden 2018 alussa. Ligniini erotetaan havusellumassan sivutuotteena syntyvästä mustalipeästä. Kun ligniini on saostettu mustalipeästä, se kuivataan ja pakataan jatkokäyttöä varten. Ligniinin jalostamiseen tehtaassa on ryhdytty osittain siksi, että nyt on olemassa tarvittava tekniikka, jolla ligniini pystytään erottelemaan ja jalostamaan turvallisesti. (Pisto, 2018.)

Kuivattu ligniini on räjähdysherkkää, joka on tietenkin tuotannon haasteena. Puupölyyn verrattuna kuivatun ligniinin räjähdysherkkyys on kaksinkertainen. Ligniinijauheesta halutaan mahdollisimman puhdasta, jonka vuoksi se kuivataan. Puhtaana se kelpaa paremmin kemianteollisuuden raaka-aineeksi kuin jos se olisi märkää. Sunilan tehdas on ainoa, joka tuottaa 95–97 % kuivaa ligniiniä. Muut kolme tehdasta tuottavat märkäligniiniä, jonka kuivuusaste on noin 70 %. Kaksi tehdasta sijaitsee Yhdysvalloissa ja yksi Kanadassa. (Pisto, 2018.)

Kurkun ja tomaatin ligniinin käyttöä rajoittaa se, että ligniiniraaka-ainetta on runsaasti saatavilla, sillä puun massasta sitä on 20–30 %. Yksin Sunilan tehtaalla tuotantokapasiteetti on 50 000 tonnia kuivaligniiniä vuodessa. (Pisto, 2018.)

7 HAASTATTELUJEN JA KYSELYN TULOKSET

7.1 Teemahaastattelut

7.1.1 Kurkkutila 1

Vierailu kurkkutilalla tapahtui Närpiössä, jossa viljellään kurkkua ympäri-vuotisesti alaslaskumenetelmällä 6400 m² alalla, jossa taimien istutustiheys on 2,8 kpl/m². Yhteensä taimia kasvihuoneissa kasvaa 18 000 kpl. Kasvustoja istutetaan vuoden aikana kolme, yhden kasvuston viljelyaika on 14 viikkoa. Vierailuajankohtana uudet taimet oli juuri istutettu. Kuvassa 23 on uusia kurkun taimia tuettuna muovinarulla.



Kuva 23. Uusi kurkun taimi tuettuna muovinarulla. Kuvassa näkyvä klipsi on biohajoava (kuva: Sanna Niemi, 2018).

Viljelijän mukaan kurkuista poistetaan normaalilla kasvukaudella noin seitsemän lehteä viikossa, 3–4 lehteä kerrallaan eli poistaminen tapahtuu

kaksi kertaa viikossa. Viikon aikana lehtiä kertyy noin kontillinen eli 3–4 tonnia viherbiomassaa. Kun kasvusto poistetaan kasvihuoneesta viljelyjakson päättyessä, on kurkun varsi kasvanut noin 10 metrin mittaiseksi. Kurkku kasvaa viikossa noin 70 cm. Kun kasvusto raivataan, viherbiomassaa kertyy useita lavallisia. Jokaisen kasvuston vaihdon yhteydessä kasvihuoneet siivotaan perusteellisesti. Kasvuston raivauksen yhteydessä vaihdetaan myös kasvualustat, kivivillalevyt. Kivivilla levyt silputaan pieniksi palasiksi ja käytetään omalla maalla maan parannukseen. Pelloilla viljellään muun muassa kauraa ja ruista. Kaikki mahdollinen ja helposti eroteltava materiaali kerätään erilleen kasvuston raivauksen yhteydessä, esimerkiksi kivivillalevyjen ympäriltä oleva muovi poistetaan raivauksen yhteydessä. Kasvien tukemisessa käytettävät klipsit ovat tilalla biohajoavia, mutta tukemisessa myös tarvittava naru on muovia. Tilalta kerrottiin, että biohajoava naru ei kestänyt käytössä, joten muovinarun käyttö on välttämätöntä.

Lehtien poistosta kertyvä viherbiomassa kompostoidaan omalla maalla, muutamien kilometrien päässä kasvihuoneista. Samassa paikassa varastoidaan kasvuston poistosta kertyvä varsimassa siihen asti, kunnes se viedään läjälle noin 10 km päähän kasvihuoneista. Konttiin kerätyt poistetut lehdet menevät muutamassa päivässä kasaan eli kosteus haihtuu lehdistä. Biomassaa hyödynnetään omilla pelloilla kompostin muodossa. Viherbiomassan kuljetuksen ja pelloille levityksen hoitaa jätehuoltoyritys Retex.

Tilalla pidettiin mahdollisena, että poistettuja lehtiä voitaisiin hyödyntää rehuna ja niitä voitaisiin tarvittaessa säilyttää lyhyitä aikoja. Tällä hetkellä lehtiä ei toimiteta eläinten rehuksi. Viljelijällä ei ollut tiedossa, että lehtiä käytettäisiin lähialueella rehuna, eikä kysyntää rehulle lähiseudulla juuri ollut tiedossa. Kaikki poistetut lehdet olisivat vastaajien mukaan käyttökelpoisia laadultaan rehuna, jos kysyntää olisi. Hygienian puolesta ei lehtien käytössä olisi esteitä.

Närpiön seudulla on käyty keskustelua yhteisestä biokaasureaktorista. Viljelijät puoltavat hanketta. Heidän mukaansa aikaisemmin kertyvää viherbiomassaa ei ole ollut biokaasureaktoria varten riittävästi alueelta saatavissa, mutta nykyisin luultavimmin olisi. Viljelijöiden mukaan aiheesta pitäisi keskustella enemmän, sillä kiinnostusta hanketta kohtaan alueella olisi. Raha on kuitenkin vastaajien mukaan suurin haaste, sekä vastuun ottajien puute yhteistyömahdollisuuksien kehittämiseksi.

7.1.2 Tomaattitila 1

Närpiön lähikunnassa sijaitsee vierailukohde, jossa viljellään tomaattia lyhyttiljelyinä 5 500 m² alalla. Kesäviljelyssä on yksi kasvusto ja taimia on 2,7 kpl/ m². Tällä hetkellä taimia oli viljelyssä 13 000 kpl. Viljelyaika ajoittuu heinäkuusta ja marraskuun puoliväliin. Muovisia klipsejä käytetään taimia kohti kolme kappaletta kasvun alussa narun kiinnittämiseen, mutta tämän

jälkeen narua vain kierretään latvan ympäri. Kuvassa 24 on lyhyt eli kausiviljelyssä oleva tomaattikasvusto.



Kuva 24. Lyhyttiljelyssä kasvatettavia tomaatteja alaslaskumenetelmää käyttäen (kuva: Sanna Niemi, 2018).

Lehtiä poistetaan kerran viikossa kolme lehteä kerrallaan. Viikossa kertyy yhteensä 39 000 poistettua lehteä, oletuksena että kasvusto kasvaa normaalisti. Kasvuston tyhjennyksen kasvihuoneesta hoitaa paikalliset jalkapallonuoret keräten joukkueelle rahaa. Varret voivat kasvaa noin 10 m pitkiksi kasvukauden aikana. Lehdet ja varret sijoitetaan lähelle omalle tontille. Aikaisemmin, ennen uutta jätelakia, varret toimitettiin itse kaatopaikalle, mutta nykyisin se ei ole enää mahdollista. Tästä syystä läjittäminen omalla tontilla on viljelijän mukaan ainoa mahdollisuus. Kasvuston mukana läjään päättyy myös muovinarut ja klipsit eikä niitä kerätä pois.

Viljelijä kertoi, että kunnassa ei ole mahdollisuutta viedä kertyvää viherbiomassaa yhteen keskitettyyn paikkaan ja se koetaan ongelmaksi. Jos viherbiomassaa lähdetään kuljettamaan kauas, se ei ole taloudellisesti kannattavaa kasvavien kulujen vuoksi.

Vähäisessä määrin tomaatin lehtiä on tilalta viety itse lehmille lisäravinnoksi. Viljelijä kertoi, että aluksi lehmät vierastivat tomaatin lehtiä ja hedelmiä rehuna, mutta myöhemmin lehdet ja tomaatit olivatkin odotettu herkku. Viljelijä mainitsi, että jos lehtiä käytetään rehuksi, seassa ei saa olla yhtään muoviosia. Usein samoille lavoille lehtien kanssa kerätään muitakin kasvuston osia, kuten vanhoja terttuja, jotka sisältävät muovia. Tästä syystä rehukäytössä lehdet pitäisi kerätä erilleen muusta viherbiomassasta, mutta se olisi kuitenkin mahdollista. Viljelijän mukaan lehtiä ei kannattaisi säilyttää viileässä, vaan toimittaa mieluiten heti keräyspäivänä eläimille, jos yhteistyöeläintila löytyisi. Kuvassa 25 nähdään tomaattikasvustosta poistettuja tuoreita lehtiä.



Kuva 25. Tomaattikasvustosta poistettuja lehtiä (kuva: Sanna Niemi, 2018).

Viljelijä kertoi myös kuulleen bioreaktorin suunnittelusta. Hän piti ajatusta hyvänä, mutta koki reaktorin aikaansaamisen vielä sen verran kaukaisena, että ei usko sen toteutuvan hänen viljelyvuosiensa aikana. Vaikka bioreaktori toteutuisikin, sen hyödyntäminen on riippuvainen sijainnin läheisyydestä. Kuljetuskustannukset nousevat helposti hyötyjä suuremmiksi, jos reaktori on kohteesta kaukana. Jos alueella olisi biomassaa hyödyntävää toimintaa, viljelijä kyllä käyttäisi sitä, sillä kokisi sen hyvin positiivisena asiana. Bioreaktorin lisäksi muita yhteistyömahdollisuuksia hän ei näknyt alueella olevan. Tomaatin lehtien käyttö rehuna on viljelijän mukaan hyvin pientä, jolloin suurin osa lehdistä jää kuitenkin läjälle.

7.1.3 Tomaattitila 2

Kolmas vierailukohde sijaitsi Närpiössä. Viljelyssä on ympärivuotisesti tomaattia ja kirsikkatomaattia. Viljelyaika viikkoina on noin 50. Viljelyala

tilalla oli 9394 m² ja taimia oli istutettu 2,5 kpl/m². Varret kasvavat kasvu-
kauden aikana yli 15 metrin mittaisiksi, pituuteen vaikuttavat muun mu-
assa lajike erot. Kuvassa 26 nähdään alas laskettuja tomaatin varsia.

Lehtiä poistetaan kerran viikossa, kerralla otetaan 3–4 lehteä joka tai-
mesta. Lehtiä ei viedä heti poiston yhteydessä ulos, vaan ne jäävät huo-
neen lattialle muutamaksi päiväksi. Syy tähän on, että biologiset torjunta-
eliöt eivät päädy lehtien mukana ulos, vaan ne ehtivät siirtyä kasvustoon
torjuntatöihin. Viikon aikana lehtien poistosta kertyy viherbiomassaa 3–4
lavallista, lavan koon ollessa 8 m³.

Lehdet kerätään kasalle, josta kasaan menneet lehdet levitetään omille
pelloille itse kerran vuodessa keväällä. Varret silputaan koneellisesti ka-
salle, mutta tätä viherbiomassaa ei voida hyödyntää muoviosien vuoksi,
vaan biomassa jää läjälle. Muoviosia ei pystytä poistamaan biomassan jou-
kosta. Lehtien rehukäyttö on alueella vastaajan mukaan vähäistä, sillä kar-
jaa on alueella vähän.



Kuva 26. Ympäri vuotisessa viljelyssä olevien tomaattien varret ovat kas-
vaneet yli 15 metriä pitkiksi (kuva: Sanna Niemi, 2018).

Viljelijä kertoi, että tuottajaorganisaatio on miettinyt bioreaktoria, mutta
toimiakseen se tarvitsee muutakin biomassaa kuin lehtiä. Bioreaktorin on-
gelmana on, että varsien mukana tulevat muoviosat häiritsevät reaktorin
toimintaa. Ennen kuin bioreaktorin suunnittelussa voidaan edetä, on muo-
viosien poistaminen pystyttävä ratkaisemaan. Muita yhteistyömahdolli-
suuksia olisi esimerkiksi yhteisen varsia silppuavan kaluston käyttö. Ongel-
mana on se, että yhteistä kalustoa käyttämällä on suuri riski kasvitautien

esimerkiksi virusten, leviämiselle viljelmältä toiselle. Kuvassa 27 on nähtävissä tomaatin varsia muovinarujen ja klipsien kanssa.



Kuva 27. Tomaatin varsia muovisten narujen ja klipsien kanssa (kuva: Sanna Niemi, 2018).

Viljelijällä oli tiedossa, että Teuvalle, Kekkilän kompostiin viedään jonkin verran viherbiomassaa kompostoitavaksi. Epäily, että kompostilla ei ole välttämättä riittäviä markkinoita, koki viljelijä yhdeksi suureksi haasteeksi kompostoinnin hyödyntämisessä. Hän totesi kuitenkin, että viherbiomassaa on helpompi hyödyntää ravintoliuosten ja kompostin muodossa, kuin bioreaktorissa. Kompostista on mahdollista seuloa muoviosat pois. Bioreaktorin kohdalla muoviosat pitäisi mahdollisesti poistaa ennen prosessia reaktorissa.

Viljelijä piti ajatuksesta, että tomaatit voisi myydä varresta valmistetuissa pahvilaatikoissa, jos se on taloudellisesti kannattavaa. Viljelijä ennusti, että kivivilla on seuraava ongelma, joka pitää ratkaista. Osalle kivivillatuotteista on oma toimituspaikka, mutta osalle ei. Kivivilla on viljelijän mukaan tällä hetkellä ylivoimaisesti paras kasvualusta tomaatille, joten siitä luopuminen on haastavaa.

7.2 Sähköpostikysely

Kyselyssä kartoitettiin ensin yrityksen perustiedot, joita ovat muun muassa viljeltävä kasvi, tuotantoala, ympärivuotisuus ja kasvustojen määrä vuodessa. Kaikki kysymykset löytyvät liitteestä 1.

Kyselyyn vastanneista kahdeksan viljeli tomaattia ja kaksi kurkkua. Toisella kurkun viljelijällä oli sekä kesä että ympärivuotista viljelyä, ja hieman alle puolet kasvihuonealasta oli ympärivuotisessa kurkun viljelyssä. Toinen vastaaja viljeli kurkkua vain kesällä.

Tomaattia viljelevistä vastaajista ympärivuoden viljeli kuusi vastaajaa ja kaksi viljeli kausiviljelynä. Ympärivuotista tomaattia viljeltiin 3165 m^2 – $42\,720 \text{ m}^2$. Kesäviljelynä kasvihuonealat olivat 1890 m^2 alkaen.

Lehtien poistosta syntyi kaikkien vastaajien mukaan viikoittain noin 2 m^3 :stä aina noin 50 m^3 :iin tuoreita lehtiä. Kasvuston raivauksen aikana viherbiomassaa syntyy vastaajien mukaan 150 m^3 :iin asti. Yksi vastaaja kertoi koko vuonna syntyvän yhteensä noin 480 m^3 viherbiomassaa, luku pitää sisällään lehtien poiston ja kasvustojen raivauksen.

Vastaajista kahdeksan kertoi, että lehtien poistosta aiheutuva viherbiomassa kompostoidaan. Yksi vastaajista kertoi, että poistetut lehdet menevät Kekkilä Recyclingille kompostoitavaksi ja yksi vastaajista kertoi lehtien menevän jätehuoltoyhtiön käsiteltäväksi.

Kasvuston raivauksesta syntyvä viherbiomassa kompostoitui kahdeksalla tilalla. Kaksi heistä näistä vastaajista kertoi, että kaikki silputaan, niin muovinarut kuin klipsitkin, ennen kompostointia. Yksi ympärivuotisesti viljelevä vastaaja kertoi, että heillä on käytössä biohajoavat narut ja klipsit, jotta ne hajoavat kompostissa. Kolme muuta vastaajaa kertoi myös, että ei käytä muovia juuri kompostoinnin takia. Yksi vastaaja kertoi poistavansa narut ja klipsit enne kompostointia. Yksi vastaaja kompostoi naruineen sekä käytti metallisia klipsejä. Kaikki kompostointia käyttävät kertoivat, että he kuljettavat ja hoitavat kompostoinnin itse. Kaksi itse kompostoivaa vastaajaa kertoi, että komposti hyödynnetään maanparannuksessa.

Yksi vastaajista kertoi, että heidän kasvihuoneistansa raivatut kasvustot paikallinen kuljetusliike vie Stormossenin biokaasulaitokselle. Kymmenes vastaaja kertoi, että kuljetusliike vie kasvustot jätehuoltoyhtiön käsiteltäväksi.

Kysyttäessä syitä nykyiseen tapaan käsitellä viherbiomassoja, saatiin hyvin erilaisia vastauksia. Kompostointia käyttävistä osan mukaan syy on hinnassa, yhden vastaajan mukaan vaihtoehtojen puuttuminen on syynä ja osa vastaajista kokee tämän hetkisen tavan olevan sopiva tai helppo. Yhden mukaan kompostointi on heidän valintansa, koska ravinteet saadaan siten kiertoon. Vastaaja, joiden viherbiomassat hyödynnetään biokaasuna, kertoi, että syy heidän valintoihinsa on hinnassa, mutta on myös muita syitä. Vastaajan mukaan kustannukset eivät ole suuret vuositasolla ja kyseinen tapa toimii hyvin. Vastaaja oli kyllä sitä mieltä, että kuljetusten keskittäminen laskisi hintoja.

Kysyttäessä lehtien rehukäytöstä, kukaan vastaajista ei ilmoittanut olevansa sellaisesta kiinnostunut. Yksi vastaaja korosti rehukäytössä sitä, että ei ole tietoa, miten lehtien syöttäminen muuttaa karjan ravitsemustasapainoa. Esille tuli myös se, että lehdet ovat yleisesti pieni ongelma osan vastaajien mielestä.

Kysyttäessä, mitkä ovat suurimmat esteet viherbiomassojen hyödyntämiselle, vain harva vastaaja vastasi kysymykseen. Yhden vastaajan mielestä esteitä ei ole, jos hinta ei ole korkeampi kuin nykyiset tavat käsitellä viherbiomassoja. Myös toisessa vastauksessa nostettiin esille kuljetuskustannukset ja etäisyys paikasta, jossa hyödyntäminen tapahtuisi. Yksi vastaaja otti esille virusten leviämisen riskin.

Osittain samoista aiheista kysyttiin Närpiön Vihanneksen Mikael Dahlqvistilta. Hän kertoi, että viime vuosina ei ole tapahtunut mitään konkreettista muutosta viherbiomassojen käsittelyssä. Kekkilä Recyclingille toimitetaan toki nykyisin enemmän viherbiomassoja ja turvekasvualustoja käsiteltäväksi.

Dahlqvist kertoi biohajoavista naruista ja klipseistä että, ne ovat suhteellisen kalliita ja vaikeita käyttää ympärivuotisessa, pitkään kestävässä viljelyssä. Biohajoavia naruja ja klipsejä on kyllä kokeiltu. Dahlqvist kertoi, että biohajoava naru on paksumpaa kuin tavallinen muovinaru, eli sitä ei mahdu riittävää määrää nykyiseen koukku- tai rullamenetelmään. Hän kertoo, että kausiviljelyssä biohajoava narut kyllä toimivat.

Dahlqvist kertoi, että Närpiön Vihannes ottaa käyttöön tulevana vuonna ympäristösertifikaatin (ISO 14000). Tämän kautta Närpiön Vihannes varmasti alkaa kehittää menetelmiä, miten voidaan edistää heidän viljelijöidensä ympäristöön liittyviä toimenpiteitä.

7.3 Käytännöt Kiipulan puutarhalla ja Lepaan kasvihuoneessa

Kiipulan puutarha on Janakkalan Turengissa sijaitseva kaupallinen opetuspuutarha. Kasvihuonealaa Kiipulan puutarhassa on yhteensä 7 400 m², josta vihannestuotannossa on 3 000 m², viljeltävinä vihanneksina ovat kurkku ja tomaatti. (Kiipula.fi, n.d.)

Tomaattia Kiipulassa viljellään 1 500 m² alalla. Taimet istutetaan maaliskuun alussa ja istutusmäärä on 2,5 kpl/ m². Tomaatin viljelyaika on 7 kuukautta, tässä ajassa taimen varsi on kasvanut arviolta 7–8 metrin mittainen. (Salmi, 2018.)

Tällä hetkellä tomaatin tuennassa käytetään muovisia tuentatarvikkeita. Muovisten tuentatarvikkeiden käytön vuoksi kasvukauden päätyttyä kasvusto toimitetaan sekajätteenä jatkokäsittelyyn. Kasvukauden päätyttyä sekajätettä syntyi arviolta 70–80 m³. Luku sisältää tomaatti kasvuston, kivillä levyt sekä lisäksi kurkun kivivillalevyt ja muuta sekajätettä.

Biohajoavaan narun käyttöön tomaatin tuotannossa ollaan Kiipulassa mahdollisesti siirtymässä vuonna 2019. Kun Kiipulassa siirrytään käyttämään biohajoavia tuentatarvikkeita, aloitetaan tomaattikasvuston kompostointi, eikä sitä tarvitse enää toimittaa sekajätteeksi. (Salmi, 2018.)

Hämeen ammattikorkeakoulun Lepaan yksikön kasvihuoneessa kasvatetaan tomaattia 1 148 m² alalla. Taimia on neliömetrillä keskimäärin 2,3–2,5 kpl. Taimet istutetaan elokuun alussa ja viljelyjakso päättyy seuraavan vuoden touko-kesäkuun vaihteessa kasvuston raivaukseen. (ArvoBio, 2016, 7; Juntunen, 2018.)

Kasvukauden aikana syntyvä viherbiomassa kompostoidaan Lepaalla, omassa kompostissa. Samalla tavoin kasvuston raivauksesta syntyvä viherbiomassa kompostoidaan myös. Kaikki Lepaalla käytettävät tuentamateriaalit ovat biohajoavia, eli ne kompostoituvat. Lisäksi kasvualustana käytettävän turpeen ympärillä oleva pussi on biohajoava. Lepaalla ei haluta, että omat pellot täyttyvät muovin paloista, siitä syystä on siirrytty käyttämään biohajoavia materiaaleja tomaatin viljelyssä. Biohajoavien materiaalien käyttö mahdollistaa viherbiomassojen käsittelyn paikan päällä ja materiaalien palauttamisen kiertoon omien peltöjen kautta. (Juntunen, 2018.)

Taulukossa 5 on esitetty, kuinka paljon viherbiomassoja syntyy Lepaan kasvihuoneen tomaateista ja Kiipulan puutarhan kurkuista. Taulukossa on esitetty viherbiomassan keskimääräinen muodostuminen yhtä kasvia kohden. Vuonna 2015 tehdyissä mittauksissa tomaatin varsi Lepaalla kasvoi viljelykauden aikana 6–10 metriä pitkäksi. Viljelymenetelmänä on alaslas-kumenetelmä. Kasvihuoneeseen istutettujen taimien määrä oli 2 826 kappaletta. Koko viljelykauden aikana Lepaan tomaatti kasvustosta muodostuu yhteensä 31 086 – 33 912 kg viherbiomassaa. (ArvoBio, 2016, 7.)

Taulukko 5. Tomaatin ja kurkun viherbiomassan määrä yhtä kasvia kohden (ArvoBio, 2016, 7–9).

	Tomaatti, Lepaa		Kurkku, Kiipula	
	kg	%	kg	%
Satotaso/kasvi	33		10	
Lehtimassa/kasvi, koko kauden aikana	8 - 9	70 - 75	1,5	25
Varsimassa/kasvi, kauden lopussa	3 - 4	25 - 30	4	75
Viherbiomassa yhteensä	11 - 12		5 - 6	

Vuonna 2015 mitattiin myös Kiipulan puutarhan kurkkukasvustojen tuottamaa viherbiomassan määrää. Vuoden aikana Kiipulassa viljellään kaksi

kasvustoa, yhden kasvuston viljelyaika oli 13:sta 17:ään viikkoa. Kurkun viljelymenetelmänä on sateenvarjoleikkaus. Molemmissa istutuksissa taimien istutusmäärä oli 1 950 taimea, eli koko vuoden aikana Kiiapulassa istutettiin yhteensä 3 900 taimea. Vuoden aikana molemmista kasvustoista kertyy yhteensä viherbiomassaa 19 500 – 23 400 kg. (ArvoBio, 2016, 9.)

8 PÄÄTELMÄT VIHHERBIOMASSOJEN HYÖDYNTÄMISEN VAIHTOEHDOKSI

Kirjallisuusselvityksen, haastatteluiden ja kyselyn perusteella esitellään kolme potentiaalisinta toimenpidevaihtoehtoa. Jokaisen esitellyn vaihtoehdon jälkeen on SWOT analyysi, jossa on käsitelty jokaisen vaihtoehdon vahvuudet, heikkoudet, mahdollisuudet ja uhat.

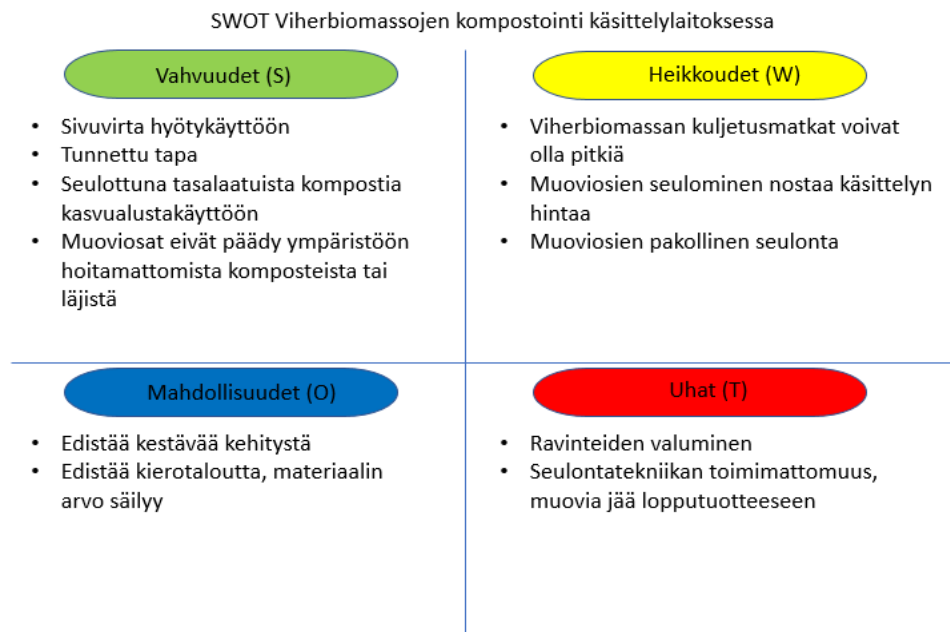
8.1 Kompostointi

Kompostointi on eniten käytetty toimenpide viherbiomassoille tällä hetkellä. Nykyisin kompostointista saatu komposti jää usein hyödyntämättä. Kuvassa 28 esitetty kompostointi tapahtuu keskitetysti kompostointilaitoksessa. Toimenpide-ehdotuksessa viherbiomassa kuljetetaan käsittelylaitokselle kompostoitavaksi. Kompostoinnin jälkeen kompostista seulotaan muovinarut, klipsit ja muu sinne kuulumaton, jotta lopputulos on tasalaatuista ja roskatonta. Lopputuotetta voidaan käyttää viherrakentamisessa tai sekoittaa muihin maa-aineksiin esimerkiksi myyntiä varten halutun lopputuloksen mukaiseksi seokseksi.



Kuva 28. Viherbiomassan polku kasvihuoneesta lopputuotteeksi, eli syntypaikka, kuljetus, kompostointi, seulonta ja lopputuote (kuvan symbolit: imagesthai.com, n.d.; MTT, n.d.).

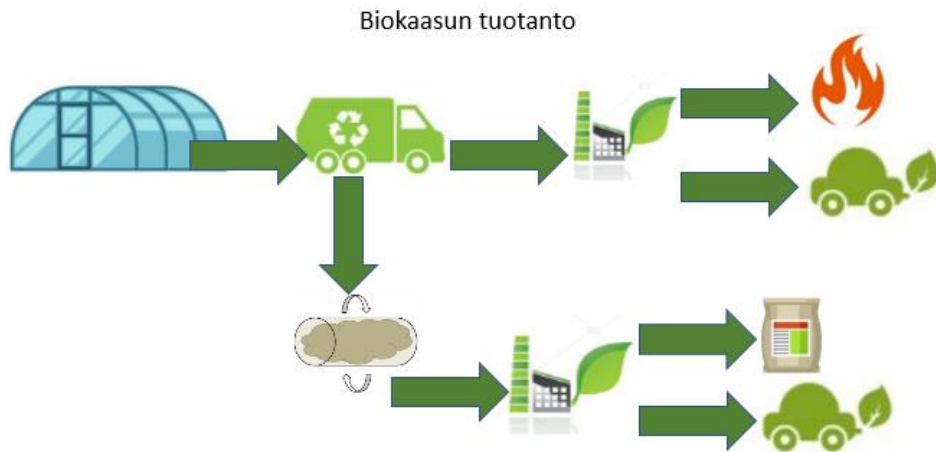
Kun komposti seulotaan, voidaan käyttää viljelyssä muovisia tuentatarvikkeita tai biohajoavia. Seulonnassa hajoamattomat osat poistetaan kompostin joukosta ja lopputuote on tasalaatuista. Muoviset osat voidaan hyödyntää energiantuotannossa. Kuvassa 29 on SWOT analyysi viherbiomassojen kompostoinnissa käsittelylaitoksessa.



Kuva 29. SWOT analyysi viherbiomassojen kompostoinnista käsittelylaitoksessa.

8.2 Biokaasun tuotanto

Toinen viherbiomassojen käsittelyvaihtoehto on biokaasun tuotanto. Se on esitetty kuvan muodossa kuvassa 30. Viherbiomassa silputaan hakkurilla syntypaikassa ja silputut varret kuljetetaan biokaasulaitokselle biokaasun tuotantoa varten. Kuvassa 31 on esimerkkikuva hakkurista, jolla kasvustot silputaan palasiksi viljelykauden päätyttyä. Hakkuri silppuaa myös narut ja klipsit kasvuston joukossa.



Kuva 30. Viherbiomassasta biokaasuksi. Kuvan suoralla linjalla viherbiomassan synty, keräily ja kuljetus, biokaasutus, josta biokaasu päätyy energiakäyttöön ja epäpuhdas mädäte toimitetaan poltettavaksi. Alas lähtevä nuoli kuvaa kerätyn biomassan seuloimista, biokaasutusta, jonka lopputuotteena on biokaasua energiaksi ja lannoitetta. (Kuvan symbolit: imagesthai.com, n.d.; MTT, n.d.)



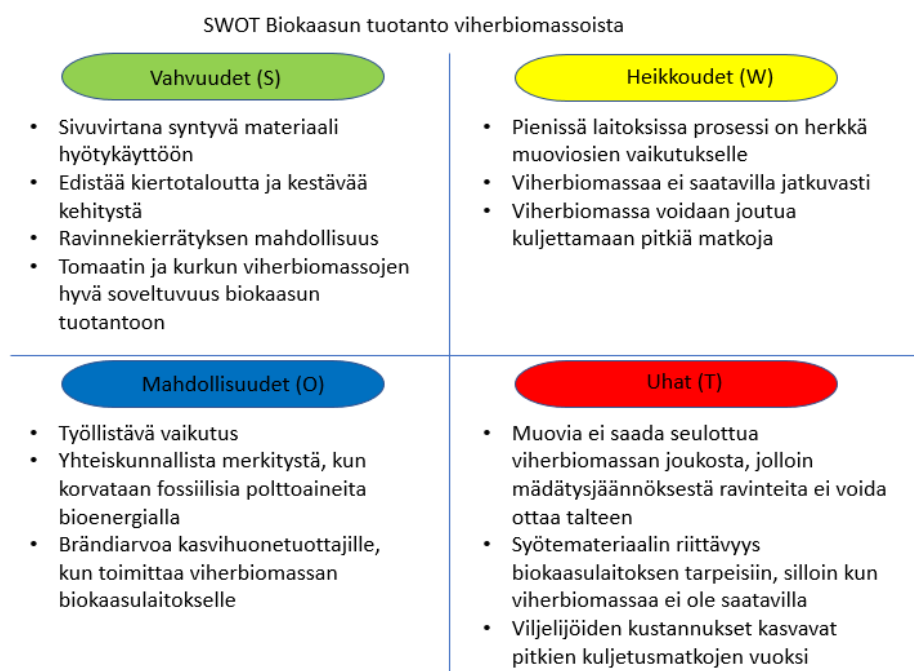
Kuva 31. Kasvustojen varret silputaan vastaavan tyyppisellä hakkurilla silpuksi (kuva JD Construction Ab, n.d.).

ArvoBio –hankkeessa tehtyjen kokeiden perusteella tomaatin ja kurkun viherbiomassat todettiin hyvin soveltuvaksi biokaasun tuotantoon (Kymäläinen & Pirttijärvi, 2019). Berle (2016) kertoi opinnäytetyössään, että varsinkin kurkun varret soveltuvat biokaasun tuotantoon, sillä kurkun varret tuottavat biokaasua pitkään, vaikkakin reaktio käynnistyy hitaasti.

Biokaasun tuotannosta jäljelle jäänyt mädäte sisältää viljelyssä käytössä olleet muoviosat silputtuina. Mädäte voidaan toimittaa jätteenpolttolaitokselle poltettavaksi ja edelleen energiantuotantoon.

Kuvassa 30 alas lähtevällä linjalla silputun viherbiomassan polku kulkee seulonnan kautta biokaasureaktoriin. Kun viherbiomassasta seulotaan ennen biokaasureaktoriin laittoa muoviosat pois, olisi biokaasureaktion mädätysjäännös mahdollista saada lannoitekäyttöön, nestemäisenä tai kiinteänä. Tässä biokaasuntuotannon vaihtoehdossa on ongelmana muovien poistava seulan hinta. Van Dijk The Greeneryltä kertoi seulan olevan hinnaltaan miljoonaluokkaa, eikä seulasta ollut tietoja jaettavaksi yrityssalaisuuden vuoksi.

Kasvihuonetuotannon viherbiomassoista valmistettu biokaasu voitaisiin hyödyntää esimerkiksi liikennepolttoaineena tai energiana korvaamaan maakaasua. Kuvassa 32 on SWOT analyysi viherbiomassojen ohjaamisesta biokaasun tuotantoon.



Kuva 32. SWOT analyysi viherbiomassojen biokaasun tuotannosta.

8.3 Pakkausmateriaalien valmistus

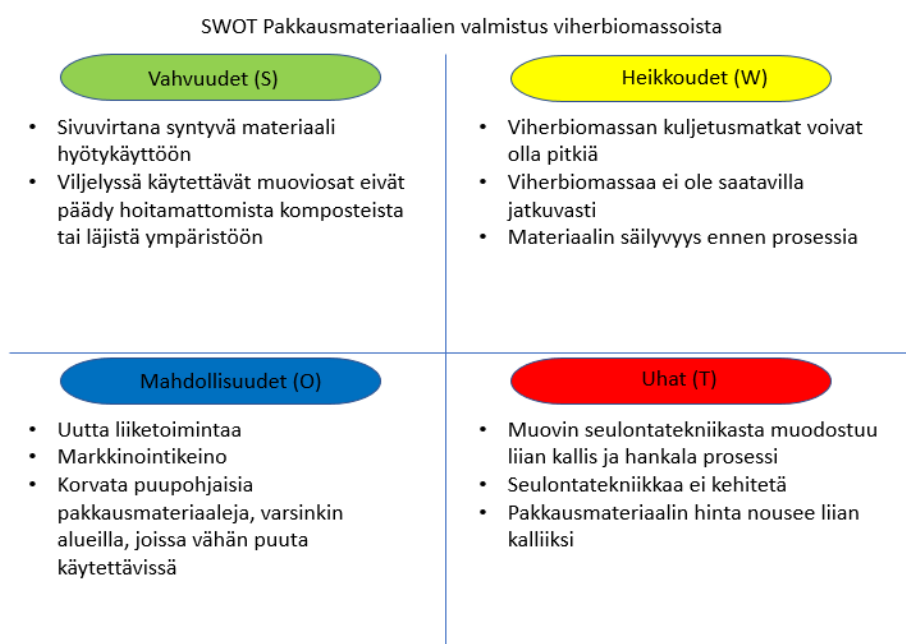
Kolmas toimenpidevaihtoehto on viherbiomassan jalostaminen pakkausmateriaaliksi, tässä laatikoiksi. Kuvassa 33 on esitetty viherbiomassan polku pakkauslaatikoksi. Silputtu viherbiomassa kuljetetaan seulottavaksi laatikoiden valmistusta varten. Seulonta on tehtävä tarkkaan, että varsi-silpun joukossa ei ole muovia tai muuta sinne kuulumatonta. Seulonta on hyvin tärkeä vaihe laatikoiden valmistusprosessissa, jotta lopputuloksesta

saadaan tehtyä korkealaatuista eikä laatuvarioitua ole. Van Dijk (2019) The Greeneryltä vertasi muoviosia purkkaan biomassan joukossa. The Greenery käyttää tomaatin varsista saatavien kutujen lisäksi laatikoiden valmistamisessa kierrätyspaperia.



Kuva 33. Viherbiomassan polku laatikoiksi, eli viherbiomassan synty, ke-
räily ja kuljetus, seulonta, tuotanto ja viimeisenä kuvassa loppu-
tuotteena pakkauslaatikko (kuvan symbolit: imagesthai.com,
n.d.; MTT, n.d.; dreamstime.com, n.d.).

Suurin haaste tomaatin ja kurkun varsien käytölle laatikoiden valmistuk-
sessa on seulan korkea hinta ja seulatekniikan oleminen yrityssalaisuus.
Kuvassa 34 on SWOT analyysi pakkausmateriaalien valmistamisessa käyte-
tään viherbiomassoja.



Kuva 34. SWOT analyysi pakkausmateriaalien valmistamisesta viherbio-
massoista.

9 JOHTOPÄÄTÖKSET

9.1 Vastaukset tutkimuskysymyksiin

1. Mitä ominaisuuksia tomaatin ja kurkun viherbiomassoilla on?

Tomaatin varren kosteuspitoisuus on 86–90 %. Varren kuiva-aineesta orgaanista ainesta on 80–89 %. Tomaatin lehdet ovat keskikokoisia ja kovahkoja ja niiden kosteuspitoisuus on 86–88 %, lehtien kuiva-aineesta orgaanista ainesta on 74–76 %. Tomaatin varret ja lehdet sisältävät ligniiniä, pitkäketjuisia hiilihydraatteja, vesiliukoisia sokereita, tyypeä ja muita epäorgaanisia aineita.

Kurkun varsi eroaa tomaatin varresta olemalla pehmeämpää ja taipuisampaa. Kurkun varren kosteuspitoisuus on 92–94 %, varren kuiva-aineesta orgaanista ainesta on noin 80 %. Kurkun lehdet ovat suuria ja pehmeähköjä. Lehtien kosteuspitoisuus on noin 86 %, lehtien kuiva-aineesta on orgaanista noin 68 %. Kurkun lehdet ja varret koostuvat samoista aineista tomaatin kanssa, mutta pitoisuuksissa on eroavaisuuksia. ArvoBio –hankkeessa tehtyjen kokeiden perusteella tomaatin ja kurkun viherbiomassat soveltuvat hyvin biokaasun tuotantoon.

2. Minkälaisia erilaisia tapoja viherbiomassojen käsittelyyn/hyödyntämiseen on?

Nykyisin käytössä ovat kompostointi ja läjitys omalla maalla, teollinen kompostointi ja toimittaminen biokaasulaitokselle. Käytössä on myös tapa, jossa viherbiomassat toimitetaan sekajätteenä jätteenkäsittelyalueelle, josta ne päätyvät massapolttoon.

Muita mahdollisia tapoja hyödyntää tomaatin ja kurkun viherbiomassoja ovat rehukäyttö, kuitujen hyödyntäminen esim. pakkauksissa ja ligniinin käyttö eri sovelluksissa, biopolttoaineet (biokaasu, biopoltonesteet), käyttö kosmetiikkateollisuuden raaka-aineena ja biohiilen valmistus.

3. Mitkä ovat viherbiomassojen hyödyntämisen suurimmat haasteet?

Suurin yksittäinen haaste tomaatin ja kurkun viherbiomassojen hyödyntämiselle ovat viljelyssä tarvittavat muoviosat. Niiden erotteluun viherbiomassojen joukosta ei ole vielä löydetty kustannustehokasta ratkaisua. Muoviosat hankaloittavat jatkoprosessointia kuten biokaasun tuotantoa. Biohajoavien narujen, klipsien ja tartuntatukien ongelmana on niiden korkea hinta ja riski ennen aikaiseen hajoamiseen viljelyn aikana.

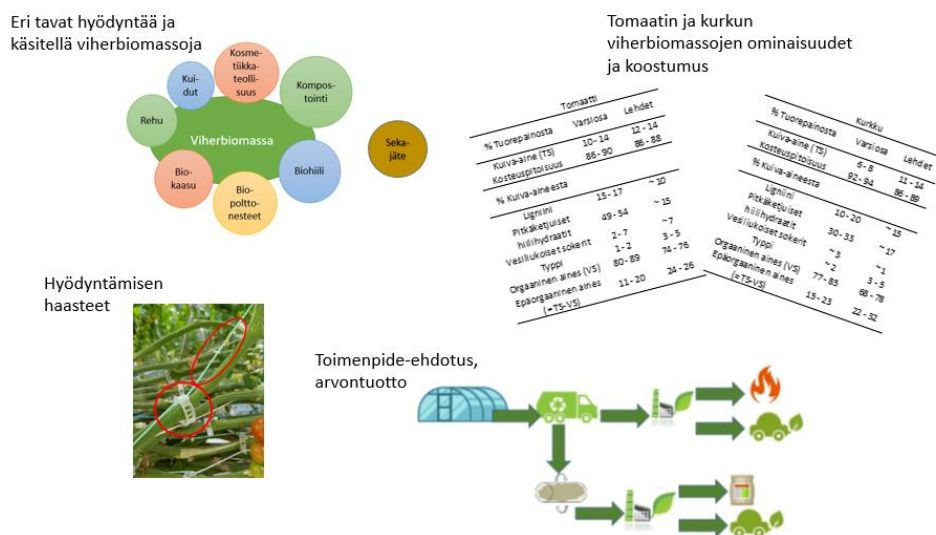
Haasteena on myös viherbiomassan suuri kosteuspitoisuus, vesipitoisen materiaalin kuljettaminen on kallista ja viherbiomassan säilyvyys on huono. Viherbiomassoja syntyy paikallisesti pieniä määriä, jolloin keräämisen kuljetuskustannukset nousevat. Korkean kosteuspitoisuuden takia viherbiomassa ei sovellu energiahyötykäyttöön termisin menetelmin.

Muita haasteita ovat sopivien, kannattavien teknisten ratkaisujen puuttuminen sekä tuholaisten ja kasvitautien riski viherbiomassan suorassa peltolevityksessä.

4. Toimenpide-ehdotus; miten viherbiomassojen hyödyntäminen saadaan tuottamaan lisäarvoa?

Toimenpide-ehdotukseksi valikoitui tomaatin ja kurkun viherbiomassojen toimittaminen biokaasulaitokselle. Biokaasun tuottaminen kasvihuone-tuotannon sivutuotteista lisää alueellista ja yhteiskunnallista uusiutuvien bioenergiaratkaisujen käyttömahdollisuuksia. Viherbiomassojen käyttö biokaasun valmistuksessa tukee myös hiilettömän, puhtaan, uusiutuvan energian kustannustehokkaan osuuden lisäämistä kestävästi.

Kuvassa 35 on esitetty yhteenveto opinnäytetyön keskeisten tutkimuskysymysten vastauksista kuvan muodossa.



Kuva 35. Kuvaan on koottu keskeiset vastaukset opinnäytetyön tutkimuskysymyksiin (kuva: Sanna Niemi, 2018, data: ArvoBio, 2016, symbolit: imagesthai.com, n.d.).

9.2 Biokaasun tuotannon arvoanalyysi

Arvoanalyysiin valittiin kolmesta toimenpidevaihtoehdosta viherbiomassojen käyttö alueellisessa biokaasun tuotannossa Närpiön alueella.

Tärkeänä perusteena valinnalle on, että Suomen hallituksella, joka toimi ajalla 2015–2019, oli hallitusohjelmassaan yhtenä osana biotalous ja puhtaat ratkaisut. Hallituksen kärkihankkeena oli muun muassa hiilettömän, puhtaan, uusiutuvan energian kustannustehokkaan osuuden lisääminen kestävästi niin, että 2020-luvulla sen osuus ylittää 50 % energian loppukulutuksesta. Edellisen lisäksi, hallituksella oli kärkihankkeena kiertotalouden läpimurto ja puhtaiden ratkaisujen käyttö. Tämän tavoitteena on hyödyntää kiertotalouden puhtaiden ratkaisujen kasvavia mahdollisuuksia. (Valtioneuvosto, n.d.) Keväällä 2019 käytyjen eduskuntavaalien yhtenä vahvana teemana oli ilmaston muutoksen pysäyttämiseksi tehtävät toimet. Biokaasun valitsemiseen arvoanalyysiin tukee toimenpidevaihtoehdosta tehty SWOT analyysi, joka on esitetty kuvassa 32.

Biokaasun tuotannon valintaa arvoanalyysiin puoltaa lisäksi se, että laatkoiden valmistus ei tämän hetkisen tiedon perusteella ole kustannustehokasta. Kompostointi vaihtoehtona on toimiva, mutta määrän kasvaessa erittäin suuriksi, on mahdollista, että markkinoilla ei ole riittävää kysyntää tuotteelle. Biokaasun tuotannon yhteydessä on mahdollista myös ravinteiden kierrätys.

Arvoanalyysissä on arvioitu arvon tuotto niin viljelijälle kuin Närpiön alueellekin, kun viherbiomassa hyödynnetään biokaasun tuotannossa. Kuvassa 36 on esitetty arvon tuotto viljelijälle neljällä eri osa-alueella ja kuvassa 37 vastaavasti arvontuotto Närpiön alueelle.

Arvon tuotto viljelijälle, kun viherbiomassa hyödynnetään biokaasuna	
Taloudellinen arvo • Toiminnan keskittäminen laskee hintoja	Toiminnallinen arvo • Hyödyntämismahdollisuuksien lisääntyminen • Sivuvirtojen hyödyntäminen energiana • Biokaasun saatavuuden parantuminen • Materiaalitehokkuus • Yhteistyömahdollisuudet • Siisti ympäristö
Emotionaalinen arvo • Osallistuminen ilmastotalkoisiin • Kiertotalousajattelu ja sen toteuttaminen • Kasihuonetuotannon hiilijalanjäljen pienentäminen • Kestävä kehitys	Symbolinen arvo • Bioenergian tuotantoon osallistuminen • Bioenergian tuotantoon osallistumisen liittäminen mainontaan ja brändiin • Siisti ympäristö

Kuva 36. Arvon tuotto viljelijälle, kun viherbiomassa hyödynnetään biokaasuna (kuva: kirjoittajan laatima).

Taloudellista arvoa viljelijälle tuo toimintojen keskittäminen. Haastatte- luissa esimerkiksi kävi ilmi, että Närpiön alueella on mietitty omaa biokaasulaitosta. Lähellä sijaitseva biokaasulaitos laskisi kuljetuskustannuksia.

Biokaasun tuotanto toisi viljelijälle toiminnallisia arvoja. Kyselyn vastauksista kävi ilmi, että vastaajat kaipasivat hyödyntämismahdollisuuksia. Viherbiomassan toimittaminen olisi varteenotettava hyödyntämismahdollisuus viljelijöille. Samalla biokaasun saatavuus paranisi. Biokaasun tuotanto olisi tehokas tapa kasvihuoneiden sivuvirtamateriaalien hyödyntämisessä. Biokaasun tuotanto toisi myös viljelijöiden keskuuteen yhteistyömahdollisuuksia, esimerkiksi kuljetuksissa. Yhtenä mahdollisuutena olisi myös yhteiskäyttökoneet varsien silppuamisessa. Yhteiskäyttökoneissa on kuitenkin riskinsä, varsinkin jos niitä käytetään kasvihuoneiden sisällä. Virusten leviäminen on mahdollista kasvimehun välityksellä. Kun viherbiomassa toimitetaan biokaasulaitokselle eikä se jää kasvihuoneiden lähelle kasoille, pysyy kasvihuoneiden ympäristö siistinä. Biokaasun tuotannossa on mahdollisuus ravinnekierrätykseen, joka lisää materiaalitehokkuutta.

Emotionaalisia arvoja viljelijälle toisi viherbiomassan hyödyntäminen biokaasuna. Hyödyntämiseen osallistuminen tarkoittaisi osallistumista myös ilmastotalkoisiin. Sivuvirtojen hyödyntäminen biokaasuna on myös kiertotalousajattelua ja sen toteuttamista. Samalla voidaan ajatella, että usein suuren hiilijalanjäljen omaava kasvihuonetuotanto voisi pienentää osaltaan hiilijalanjälkeään. Tällainen toiminta edistää kestävästä kehitystä ja voi myös olla suunnan näyttäjää muulle kasvihuoneviljelylle.

Bioenergian tuottamiseen osallistumiseen voidaan liittää symbolista arvoa. Tämä osallistuminen voidaan myös hyödyntää esimerkiksi mainonnassa. Sen lisäksi sitä voidaan käyttää oman tuotannon brändäämisessä ja liittämässä vihreisiin arvoihin. Kasvihuoneiden siisti ulkopuoli tuo myös symbolista arvoa.

Kuvassa 37 on listattu arvon tuotto Närpiön alueelle, kun viherbiomassa hyödynnetään biokaasuna.

Arvon tuotto Närpiön alueelle, kun viherbiomassa hyödynnetään biokaasuna	
Taloudellinen arvo • Bioenergian hinnan lasku • Toimintojen lisääntyminen ja keskittyminen alueelle • Työllisyyttä lisäävä vaikutus	Toiminnallinen arvo • Uusiutuvan energian osuuden kasvaminen → hallituksen kärkihanke • Sivuvirtojen hyödyntäminen • Fossiilisten polttoaineiden tarpeen väheneminen • Alueellisen yhteistyön lisääntyminen • Biokaasun saatavuuden paraneminen
Emotionaalinen arvo • Kiertotalousajattelu ja sen toteuttaminen • Kestävä kehitys • Kasvihuoneiden tuotannon kokonaisvaltainen hyödyntäminen	Symbolinen arvo • Vihreän energian tuotanto • Vihreä alue ja yhteiskunta

Kuva 37. Arvon tuotto Närpiön alueelle, kun viherbiomassa hyödynnetään biokaasuna (kuva: kirjoittajan laatima).

Viherbiomassan hyödyntäminen biokaasuna tuottaisi Närpiön alueelle taloudellista arvoa. Taloudellista arvoa syntyisi bioenergian hintojen laskuna. Biokaasun tuottamisen lisääminen tuo toimintoja ja keskittää niitä alueelle. Biokaasun tuotannon lisääntymisellä on myös työllistävä vaikutus alueelle.

Kun viherbiomassat hyödynnetään biokaasuna, syntyy siitä toiminnallista arvoa uusiutuvan energian osuuden kasvun myötä. Uusiutuvan energian osuuden kasvattaminen kuului Juha Sipilän hallituksen kärkihankkeisiin. Uusiutuvan energian käytöllä voidaan vähentää tarvetta fossiilisen polttoaineen käytölle. Muita toiminnallisia arvoja ovat sivuvirtojen hyödyntäminen ja biokaasun saatavuuden paraneminen. Biokaasun tuotannon lisääntyminen avaa myös alueellista yhteistyötä esimerkiksi hankkeiden tai toiminnan kehittämisen myötä.

Emotionaalisia arvoja viherbiomassojen biokaasuna hyödyntäminen Närpiölle tuo esimerkiksi kiertotalousajattelu ja sen toteuttaminen. Sivuvirtojen hyödyntäminen on kestävä kehitystä, niin ekologisesti, taloudellisesti kuin sosiaalisestikin. Sosiaalista ja kulttuurillista kestävä kehitystä tukee se, että paikallista erityispiirrettä, kasvihuonetuotannon keskittymistä, voitaisiin hyödyntää tuotannossa ja palveluissa, joita biokaasun tuotanto viherbiomassasta olisi. Ekologista kestävä kehitystä tukee muoviosien sekä lehtien ja varsien pois saanti hyödyntämättömistä ns. komposteista. Kestävään kehitykseen kuuluvat taloudelliselta osalta esimerkiksi vaikutukset työllisyyden biokaasun tuotannon lisääntyessä.

Symbolinen arvon tuotto alueelle perustuu vihreän energian tuotantoon. Alueen vihreällä energiantuotannolla voidaan edistää myös vihreämpää yhteiskuntaa.

10 POHDINTA

Kirjallisuuskatsauksen, haastattelujen ja kyselyn perusteella muoviosat ovat suuri haaste tomaatin ja kurkun viherbiomassojen hyödyntämiselle.

Tomaatin ja kurkun varret sisältävät kuituja, joilla voisi olla käyttöä muun muassa pakkauksissa, sekä ligniiniä, jolla voi olla useita käyttökohteita. Suomessa näitä on kuitenkin tarjolla merkittävästi muista lähteistä, kuten metsäteollisuudesta. Esimerkiksi ligniiniä on puun massasta 20–30 % ja sitä erotetaan käytännössä suuressa mittakaavassa havusellun sivutuotteena syntyvästä mustalipeästä.

Muoviosia erotteleva seula on Hollantilaisen The Greeneryn mukaan yrityssalaisuus ja muutenkin kallis laite. Toistaiseksi ei siis ole odotettavissa, että ainakaan seulomalla muoviosat varsilipun joukosta saataisiin tomaattien ja kurkkujen varsien kuidut hyödynnettyä kustannustehokkaasti

laatikoiden muodossa. Seulasta pitäisi kehittää edullisempi ratkaisu, jotta se saataisiin yleisempään käyttöön.

Viljelijöille tehdyn sähköpostikyselyn ja haastattelujen perusteella, lehtien rehukäytölle ei varsinaista kiinnostusta löytynyt, rehukäyttöä toki harrastettiin pienessä mittakaavassa. Osan mielestä lehdet eivät olleet merkittävä ongelma. Esille tuli se, että alueella ei ole merkittävää määrää karjaa, joille lehtiä voitaisiin tarjota. Tuoreita lehtiä ei kannata kuljettaa pitkiä matkoja, jottei kustannukset turhaan nouse. Huomion arvoinen seikka on, miten lehtien rehukäyttö vaikuttaisi karjan ravitsemustasapainoon. Tomaatin ja kurkun rehukäytöstä ei löytynyt juurikaan tutkittua tietoa. Luonnonvarakeskuksesta tiedusteltiin lehtien mahdollisesta rehukäytöstä, mutta heilläkään ei ollut tutkimustietoa aiheesta tiedossa. Varsinkin ennen tomaatin lehtien rehukäyttöä pitäisi selvittää sen mahdolliset antinutritiiviset yhdisteet eli ainesosat, joita ei lueta ravintoaineisiin.

Kosmetiikkateollisuus pystyy todennäköisesti hyödyntämään joitain tomaatin ja kurkun sisältämiä arvojakeita, kuten klorofylliä. Kosmetiikkateollisuus ei kuitenkaan näyttäydy potentiaalisimpana ja tehokkaimpana viherbiomassojen hyödyntäjänä, sillä esimerkiksi lehdet eivät voi odottaa pitkään menettämättä tuoreuttaan, ennen hyödyntämistä.

Kompostointi on yleisin tapa käsitellä tomaatin ja kurkun viherbiomassat. Suuri osa viljelijöistä kompostoi lehdet ja varret silputtuina tai kokonaisena, lisäksi kompostiin päätyy viljelyssä käytetyt muoviosat lehti- ja varsimassan joukossa. Pienissä, työvaltaisilla tiloilla muovien ja narujen poistolla on mahdollista saada käyttökelpoista, hyödynnettävää kompostia. Kompostointi on hyvä tapa käsitellä viherbiomassoja, mutta liian usein komposti jää kokonaan hyödyntämättä, usein siinäkin tapauksessa, vaikka muoviosia viljelyssä ei käytettäisikään tai ne on korvattu biohajoavilla. Haastatteluiden ja muiden yhteydenottojen perusteella keskitetyn kompostoinnin käyttö Kekkilä Recyclingillä on lisääntynyt viime vuosina.

Biohiilestä povataan yhtä tulevaisuuden ratkaisua ilmastonmuutoksen hillinnässä. Biohiilellä on kyky sitoa itseensä muun muassa vettä, ravinteita, kemikaaleja kuin hiilidioksidiakin. Tomaatin ja kurkun viherbiomassoista arvioitiin kuitenkin, että siitä ei kannata valmistaa biohiiltä. Se on kannattamatonta, koska tomaatin ja kurkun viherbiomassan kosteuspitoisuus on hyvin korkea ja kuiva-aine pitoisuus alhainen.

Potentiaalisimmaksi vaihtoehdoksi hyödyntää viherbiomassat nousi biokaasun valmistus. ArvoBio -hankkeen kokeissa tomaatin ja kurkun viherbiomassat todettiin hyviksi syötteiksi biokaasuntuotannon märkäprosessiin. Juha Sipilän hallituksen kärkihankkeena oli kustannustehokkaan bioenergian osuuden nostaminen, jota tämä biokaasun tuotannon lisääminen edistää. Lisäksi biokaasun tuotannossa on mahdollista ottaa ravinteet talteen ja siten ravinnekierrätys toteutuu myös. Biokaasun tuotanto kasvi- huonetuotannon sivutuotteista, viherbiomassoista on kestävä ja puhdas

ratkaisu. Bioenergian tuotannolla on arvoanalyysin mukaan useita erilaisia arvoa tuottavia osa-alueita. Biokaasun tuotannon laajenemisella voi alueellisesti olla työllistävä vaikutus. Sen lisäksi se voi aikaan saada alueelle kaivattuja yhteistyömahdollisuuksia.

LÄHTEET

ArvoBio. (2016). ArvoBio–hanke. *Kasvihuoneviljelyn viherbiomassat. Ongelman määrittely*. Haettu 26.4.2018 osoitteesta http://www.hamk.fi/tyoelamalle/hankkeet/puutarhatuotannon-uusi-kiertotalous/julkaisut-ja-hyvät-kaytanteet/Documents/Viherbiomassat_taista_aineisto_julkaistu.pdf

Berg, M. (2019). Viherbiomassan käsittely. Sähköpostiviesti tekijälle. 26.2.2019

Berle, E. (2016). *Methane production through anaerobic digestion of various organic substrates*. Opinnäytetyö. Ympäristötekniikka. Yrkeshögskolan Novia. Haettu 7.1.2019 osoitteesta http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/107351/thesis_EB.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Dahlqvist, M. (2018). Excel-taulukko biomassoista. Sähköpostiviesti tekijälle. 12.12.2018

van Dijk, A. (2019a). Bio-Based Packaging A revolutionary new packaging. Power Point-esitys.

van Dijk, A. (2019b). Information about waste handling. Sähköpostiviesti tekijälle 28.1.2019

Dremastime.com. (n.d.). Kuva 22 symboli. Haettu 26.2.2019 osoitteesta <https://www.dreamstime.com>

Eskola, T. (2012). *Biodieselin ja bioetanolin valmistusmenetelmät ja ympäristövaikutukset*. Opinnäytetyö. Kemiantelekniikka. Tampereen ammattikorkeakoulu. Haettu 30.7.2018 osoitteesta https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/43285/Eskola_Tiina.pdf?sequence=1

Farmit. (n.d.). Kasvihuoneviljely–kasvualusta. Haettu 20.4.2018 osoitteesta <https://www.farmit.net/kasvinviljely/erikoiskasvien-viljely/kasvi-huoneviljely/kasvihuoneviljely-kaesikirja/kasvualusta>

Finherb. (2019). SunCaroten Strong Liquid 40 kapselia beetakaroteenia astaksantiinia ja lykopeenia Haettu 26.1.2019 osoitteesta <https://finherb.fi/suncaroten-strong-liquid-40-kapselia-beetakaroteenia-astaksantiinia-ja-lykopeenia.prod>

Haga, K. (2017). Holland 12.-13.10.2017. Matkamuistiinpanot.

Haga, K. & Lohiluoma, M-P. (2107). Arvobio. Växthusseminarie, 14.11.2017. Haettu 26.1.2019 osoitteesta <https://www.hamk.fi/wp-content/uploads/2018/09/V%C3%A4xthusseminarie-14.11-allt.pdf>

Haga, K. (2018). YAMK opinnäyte. Sähköpostiviesti tekijälle. 26.4.2018

Haimi, S. (2017). Täysin biohajoava Sulapac®-materiaali haastaa muovin. Haettu 30.7.2018 osoitteesta <http://www.biotalous.fi/taysin-biohajoava-sulapac-materiaali-haastaa-muovin/>

Helsingin yliopisto. (2017). *Puut pystyssä pitävä ligniini muuttui teollisuuden hylkiöstä rahoittajien suosikiksi*. Haettu 10.7.2018 osoitteesta <https://www.helsinki.fi/fi/uutiset/kestava-kehitys/puut-pystyssä-pitava-ligniini-muuttui-teollisuuden-hylkiosta-rahoittajien-suosikiksi>

Imagesthai.com. (n.d.). Kuvien 19, 20 & 22 symboleja. Haettu 26.2.2019 osoitteesta <http://imagesthai.com>

JD Construction. (n.d.). Kasvustojen varret silputaan vastaavan tyyppisellä hakkurilla silpuksi. Haettu 13.2.2019 osoitteesta <http://www.jdconstruction.fi/en/crop-rotation>

Juntunen, K. (2018). Tomaatin viherbiomassat. Sähköpostiviesti tekijälle. 15.11.2018

Järveläinen, A. (2018). *Puutarhasivuvirrat hyönteisten tuotannossa*. Opin- näytetyö. Bio- ja elintarviketekniikka. Hämeen ammattikorkeakoulu. Haettu 13.4.2019 osoitteesta https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/142368/Jarvelainen_Antti.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Kalander, T. (2018). Tomaatin varsista biokaasua? Sähköpostiviesti tekijälle. 7.12.2018

Kangas, N. (2017). Hiilidioksidin matka yhteyttämisen kautta biohiileen ja haudatuksi maahan. Haettu 11.1.2019 osoitteesta <https://www.puutarhakauppa.fi/index.php/uusin-juttu/79-ihmeaine-biohiili>

Karlstedt, I. & Schneider, S. (2016). *Horticultural By-products in Finland for Potential Use as Cosmetics Ingredients*. Projektityö. Hämeen ammattikorkeakoulu, ArvoBio-hanke. Haettu 9.1.2019 osoitteesta <https://www.hamk.fi/wp-content/uploads/2018/08/Horticultural-by-products-in-Finland-for-potential-use-as-cosmetics-ingredient-2016-07-14.pdf> (raportti) ja https://www.hamk.fi/wp-content/uploads/2018/08/Liite_Compounds-in-plants.pdf (liite)

Kauppapuutarhaliitto. (n.d.) Tietoa kasvihuonealasta. Vihannesten viljely kasvihuoneissa.

<http://www.kauppapuutarhaliitto.fi/tietoa-kasvihuonealasta/vihannesten-viljely-kasvihuoneissa/tomaatti>

Kinnunen, V. & Rintala, J. (2015). Biokaasun monet mahdollisuudet. Teoksessa M. Kymäläinen & O. Pakarinen (toim.) *Biokaasuteknologia. Raaka-aineet, prosessointi ja lopputuotteiden hyödyntäminen*. Hämeenlinna. HAMK, 17

Koivisto, L. (2007). *Tuotantotekniikan ja säilytysajan vaikutus kasvihuonekurkkujen ja –tomaattien aistittavaan laatuun*. Pro gradu -tutkielma. Elin-tarviketeknologia. Helsingin yliopisto. Haettu 10.1.2019 osoitteesta <https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/20903/tuo-tanto.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Kotimaiset Kasvikset ry. (n.d.). Kasvisten väriyhdisteet. Haettu 10.1.2019 osoitteesta https://www.kasvikset.fi/images/kasvitieto/tiedostopankki_artikkelit/Kasvisten_v%C3%A4riyhdisteet.pdf

Kymäläinen, M. (2015). Biokaasutuotannon raaka-aineet. Teoksessa M. Kymäläinen & O. Pakarinen (toim.) *Biokaasuteknologia. Raaka-aineet, prosessointi ja lopputuotteiden hyödyntäminen*. Hämeenlinna. HAMK, 21–22.

Kymäläinen, M. (2017). Tankar kring återvinning av växthusgrönbiomassor. *Bondeföretagaren*. Huhtikuu 2017, 9. Lantbrukssällskapet informerar 1/2017. Haettu 9.4.2019 osoitteesta [https://www.lantbrukssallskapet.fi/wp-content/uploads/BF117 WEBB-002.pdf](https://www.lantbrukssallskapet.fi/wp-content/uploads/BF117_WEBB-002.pdf)

Kymäläinen, M., Nokkonen, S., Pirttijärvi, T., Joensuu, K. & Suojala-Ahlfors, T. (2017.) *Puutarhatuotannon sivuvirroissa piilee hyödyntämättömiä varoja*. Haettu 26.4.2018 osoitteesta http://www.hamk.fi/tyoelamalle/hankkeet/puutarhatuotannon-uusi-kiertotalous/julkaisut-ja-hyvatkaytanteet/Documents/SKM_C25817111014510.pdf

Kymäläinen, M. & Pirttijärvi, T. (2019). ArvoBio –hankkeen tuomia ratkaisuja. Haettu 9.4.2019 osoitteesta <https://www.hamk.fi/wp-content/uploads/2019/03/2-ArvoBio-hankkeen-tuomia-ratkaisuja-Kym%C3%A4l%C3%A4inen-Pirttij%C3%A4rvi-HAMK.pdf>

Lannoitevalmistelaki 539/2006. Haettu 9.1.2019 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2006/20060539>

Lehto, M., Rinne, M., Järvenpää, E., Kahala, M., Salo, T., Siljander-Rasi, H. & Suojala-Ahlfors, T. (2018). *Kasvissivutuotteiden hyödyntäminen rehuna ja maanparannusaineena*. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 14/2018. Luonnonvarakeskus (Luke). Haettu 9.1.2019 osoitteesta https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/541635/luke-luobio_14_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Lempa, O. (2018). *Kotikosmetiikan raaka-aineet ja valmistus*. Helsinki: BoD – Books on Demand.

Lepistö, T. (2014). *Luonnonkuitukomposiitit*. Mikkelin ammattikorkeakoulu, A: Tutkimuksia ja raportteja – Research reports 89. Haettu 30.7.2018 osoitteesta <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/80141/ISBN9789515884329.pdf?sequence=1>

Luostarinen, S. (2015). Biokaasutuotannon raaka-aineet. Teoksessa M. Kymäläinen & O. Pakarinen (toim.) *Biokaasuteknologia. Raaka-aineet, prosessointi ja lopputuotteiden hyödyntäminen*. Hämeenlinna. HAMK, 37–39.

Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus (MTT). (n.d.). Tiesitkö tätä? Haettu 8.1.2019 osoitteesta https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/mtt/hankkeet/lcainlandscaping/esitelmät/Komposti%20info_1.pdf

Mannila, S. (2013). Närpiön malli. Yhteiskuntapolitiikka 78 (2013):4. Haettu 30.7.2018 osoitteesta <https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/110785/mannila.pdf?sequence=1>

Márquez, M.A., Diáñez, F. & Camacho, F. (2010). The use of vegetable subproducts from greenhouses (VSG) for animal feed in the Poniente region of Almería. *Renewable Agriculture and Food Systems* 26(1), 4–11. Haettu 12.7.2018 osoitteesta https://www.researchgate.net/profile/Francisco_Camacho-Ferre/publication/248625830_The_use_of_vegetable_subproducts_from_greenhouses_VSG_for_animal_feed_in_the_Poniente_region_of_Almeria/links/582966aa08ae254c5086a069/The-use-of-vegetable-subproducts-from-greenhouses-VSG-for-animal-feed-in-the-Poniente-region-of-Almeria.pdf

Mattila, M. & Björklund, K. (2013). *Tomaatteja, teollisuutta ja monikulttuurisuutta. Närpiön malli maahanmuuttajien kotouttamisessa*. Siirtolaisinstituutin Pohjanmaan aluekeskuksen tutkimuksia nro 5. Haettu 30.7.2018 osoitteesta <http://www.siirtolaisuusinstituutti.fi/files/paine-tutpohjanmaan-aluekeskuksen-julkaisuja-ja-tutkimuksia/sipa-5-narpion-malli-siirtolaisuusinstituutti2013.pdf>

Motiva. (2013). *Biokaasun tuotanto maatilalla*. Haettu 28.8.2018 osoitteesta https://www.motiva.fi/files/6958/Biokaasun_tuotanto_maatilalla.pdf

Murmann, T. (1992). *Kasvihuonekurkun viljely*. Kauppapuutarhaliitto r.y. Julkaisu n:o 4.

Murmann, T. (1996). *Tomaatin viljely*. Kauppapuutarhaliitto r.y. Julkaisu n:o 8.

Mäkinen, P. (2016). *Biohiilen lisäyksen vaikutukset kompostointiprosessiin laitosmittakaavan tunnelikompostoinnissa*. Pro gradu -tutkielma. Helsingin yliopisto. Ympäristöekologia. Haettu 11.1.2019 osoitteesta https://www.hsy.fi/fi/asiantuntijalle/jatehuolto/tutkimusjakehitys/Documents/Pro%20gradu_Pekka%20M%C3%A4kinen_biohiili_kompostoinnissa.pdf

Närpes Grönsaker. (n.d.). Närpiön Vihannes – vihannesten kasvihuoneparatiisi. Haettu 14.5.2018 sivulta <https://www.narpesgronsaker.fi/fi/narpi-on-vihannes-vihannesten-kasvihuoneparatiisi>

Orthex Group. (n.d.). Inspiroidu. Biomuovi. Uutuus! GastroMax™ Bio. Haettu 29.8.2018 osoitteesta <http://www.orthexgroup.fi/inspiroidu/biomuovi>

Pisto, V. (2018). Suomessa muhii jättipotti – tehdas eristi puusta aineen, josta voi tehdä ympäristöystävällisiä maaleja ja liimoja. Yle Uutiset. Haettu 10.7.2018 osoitteesta <https://yle.fi/uutiset/3-10098485>

Rehulaki 86/2008. Haettu 9.1.2019 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2008/20080086>

Ruokavirasto. (2019). Rehut ja rehualan toimijat. Haettu 9.4.2019 osoitteesta <https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/rehu--ja-lannoiteala/rehut-ja-rehualan-toimijat/>

Saarinen, E. (2018). Kasvihuoneiden viherbiomassojen hyödyntäminen. Sähköpostiviesti tekijälle. 3.5.2018

Salmi, P. (2018). Kasvihuonetuotannon viherbiomassat. Sähköpostiviesti tekijälle. 8.11.2018

St1. (2019). Uusiutuva energia. Jätteestä etanolia. Haettu 9.4.2019 osoitteesta <http://lomakkeet.st1.fi/uusiutuva-energia>

Suomen tulevaisuus. (2015). *Ligniinillä voi tehdä kaikkea. Ja rahaa*. Haettu 10.7.2018 osoitteesta <https://suomentulevaisuus.com/ligniinilla-voi-tehda-kaikkea-ja-rahaa/>

Suomen virallinen tilasto (SVT): Luonnonvarakeskus, Puutarhatilastot. (2018). Haettu 9.4.2019 osoitteesta https://stat.luke.fi/puutarhatilastot-2018_fi

Suutari, M. (2019). Kasvihuoneiden viherbiomassoista biohiiltä? Sähköpostiviesti tekijälle. 9.1.2019

Söderlund, M. (2011). *Kartläggning av organiska restprodukter i Österbotten och Västerbotten – potential som substrat för en biogasprocess*. Opinnäytetyö. Ympäristötekniikka. Yrkeshögskolan Novia. Haettu 10.2.2019 osoitteesta <https://www.theseus.fi/handle/10024/29669>

Taha, I., Elkafafy, M.S. & El-Mously, H. (2016). *Potential of utilizing tomato stalk as raw material for particleboards*. Haettu 17.7.2018 osoitteesta https://ac.els-cdn.com/S2090447916301459/1-s2.0-S2090447916301459-main.pdf?tid=4b214a13-142a-4549-92cf-d84d5d1c4f0b&acdnat=1531823164_faf8dbcfb36b230ece534e03b97fcb02

Tahvonen, R. (2015). Viljelyolosuhteiden hallinta nykyaikaisessa kasvihuoneutuotannossa. Kauppapuutarhaliitto.fi

Teknologian tutkimuskeskus VTT. (2014). *VTT ja MTT kehittivät kasvi-huoneviljelijöille rahkasammalesta ympäristöystävällisiä kasvualustoja*. Haettu 6.4.2019 osoitteesta <https://www.vtt.fi/medialle/uutiset/vtt-ja-mtt-kehittiv%C3%A4t-kasvihuoneviljelij%C3%B6ille-rahkasammalesta-ymp%C3%A4rist%C3%B6yst%C3%A4v%C3%A4llisi%C3%A4-kasvualustoja>

Valtioneuvosto. (n.d.). Hallitusohjelman toteutus. Biotalous ja puhtaat ratkaisut. Haettu 15.2.2019 osoitteesta <https://valtioneuvosto.fi/hallitusohjelman-toteutus/biotalous>

Vuori, E. & Kangas, N. (2017). Ihmeaine BIOHIILI. *Puutarha & kauppa*, 7.3.2017. Haettu 11.1.2019 osoitteesta <https://www.puutarha-kauppa.fi/index.php/uusin-juttu/79-ihmeaine-biohiili>

Westerholm, R. (2018). Opinnäytetyö viherbiomassoista. Sähköpostiviesti tekijälle. 28.6.2018

Wikberg, H., Grönqvist, S., Niemi, P., Mikkelsen, A., Siika-aho, M., Kärner, H., Käsper, A. & Tamminen, T. (2017). Hydrothermal treatment followed by enzymatic hydrolysis and hydrothermal carbonization as means to valorise agro- and forest-based biomass residues. *Bioresource Technology* 235 (2017) 70–78.

Ympäristöministeriö. (2018). Tuore selvitys: Orgaaninen jäte ei juuri päädy kaatopaikoille. Haettu 1.4.2019 osoitteesta https://www.ym.fi/fi-FI/Ymparisto/Tuore_selvitys_Orgaaninen_jate_ei_juuri

Äystö, H. & Rahtola, M. (2004). *Kasvihuoneyrittäjän ympäristöopas*. Kaup-
papuutarhaliitto ry. Julkaisu n:o 17.

SÄHKÖPOSTIKYSELY

En undersökning till tomat- och gurkaodlare om hur kan växtbiomassan utnyttjas

Jag studerar bioekonomi vid HAMK Häme University of Applied Sciences, en högre högskoleexamen. Svaren på frågeformuläret används i mitt uppsatsarbete. Avhandlingen ingår i projektet Trädgårdsproduktionens nya cirkulära ekonomi (ArvoBio). Svaren behandlas anonymt.

Jag hoppas, att du kan svara så snart som möjligt.
Vänligen skicka svaren till adressen xxxxxxxx

Företagets namn:

Grunduppgifter

- Vad odlar ni och vilken typ av odlingsmetoder använder ni?
- Hur många planteringar per år?
- Hur stor areal odlar ni? Hur många plantor per m²?
- Odlar ni året runt eller sommarodling?
- Odlingstid i veckor?
- Hur lång blir plantan under odlingsperioden?

Hur uppstår växtbiomassa

- Gör man skötselbeskärningar (gurka) och hur många gånger per månad?
- Hur ofta bladas plantorna och hur många blad tas bort per gång? Hur mycket växtbiomassa uppstår på en vecka? (T.ex m^3 ?)
- Hur mycket växtbiomassa uppstår det vid plantbyten? (T.ex m^3 eller antal avfallsflak)

Behandling av växtbiomassa just nu

- Hur behandlar ni växtbiomassa som uppstår då ni bladar? Kompostering? Någonting annat?
- Hur behandlar ni växtbiomassa från en avslutad kultur (stammen)? Vilka åtgärder vidtas då? Hur påverkar plastclips och klasstöd i behandlingen av stammar/gamla plantor?
- Om stammarna komposteras, kommer komposten att användas senare? Vad används den till?
- Tas plastdelarna bort när avfallet komposteras eller före kompostering? I så fall hur görs det?
- Förs plantorna någonstans efter tömning av växthuset? Vem transporterar och vart?

- Har du övervägt andra typer av behandlingsmöjligheter av växtbiomassan? Vilken typ? (T.ex. foder, biogas, återanvänd kompostering)
- Vilka är orsakerna till det nuvarande sättet att behandla växtbiomassa? Kostnader eller andra skäl?
- Finns det regionala samarbetsmöjligheter för växtbiomassabehandling? Eller finns det några hinder för samarbete? Finns det redan samarbete?
- Kan man använda bladen från tomater eller gurka som djurföda i närområdet?
- Vilka möjligheter eller hinder ser ni för ett framgångsrikt utnyttjande av bladen (t ex foder eller förädling)?
- Vilka är de största hindren för användning av växtbiomassa? (Regionalt och allmänt)

TACK!