



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Jussi Laurila

TULEVAISUUDEN RUOANTUOTANTO

Väestönkasvun asettamat haasteet

Tekniikka
2024

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Jussi Laurila
Opinnäytetyön nimi	Tulevaisuuden ruoantuotanto: Väestönkasvun asettamat haasteet
Vuosi	2024
Kieli	suomi
Sivumäärä	35
Ohjaaja	Johanna Nysten

Tulevaisuudessa ruoantuotantoa on lisättävä kasvavan väestön ruokkimiseksi ja päästöjä vähennettävä ilmaston saastumisen vähentämiseksi. Tässä työssä tutkitaan, mistä ruoan saasteet syntyvät ja miten niitä voidaan ehkäistä.

Lihan tuotannosta syntyy merkittävä osa ruoan päästöistä. Ihmisten on siirryttävä erityisesti kasvipainotteiseen ruokavalioon ja vastuullisesti tuotettuun ruokaan, jotta ilmastotavoitteet saavutetaan. Työssä käydään läpi tulevaisuuden ruokavalioon kuuluvia ruokia. Kuka tahansa voi tehdä ympäristötekoja omalla lautasellaan.

Ruokakasvien kasvattaminen koko maapallon kasvavan väestön tarpeisiin perinteisillä menetelmillä ei ole järkevää. On siirryttävä viljelemään pelloilta kasvihuoneisiin, joissa tilankäyttö ja sato optimoidaan ympäristöystävällisesti.

ABSTRACT

Author	Jussi Laurila
Title	Future food production Challenges put by population growth
Year	2024
Language	Finnish
Pages	35
Name of Supervisor	Johanna Nysten

In the future, food production must be increased to feed the growing population and emissions decreased to reduce global warming. In this thesis we study where food emissions are born and how we can prevent them.

A considerable amount of food's pollution is created from the meat industry. People need to switch to a vegetarian diet to attain environmental goals. In this thesis we go over some of the foods that people most likely will be eating in the future. Anyone can do good for the environment on their own plate.

Growing food for the ever growing people of the Earth using traditional methods is not sensible. We must move from growing in fields to greenhouses, where space and harvest can be optimized in environmentally friendly ways.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

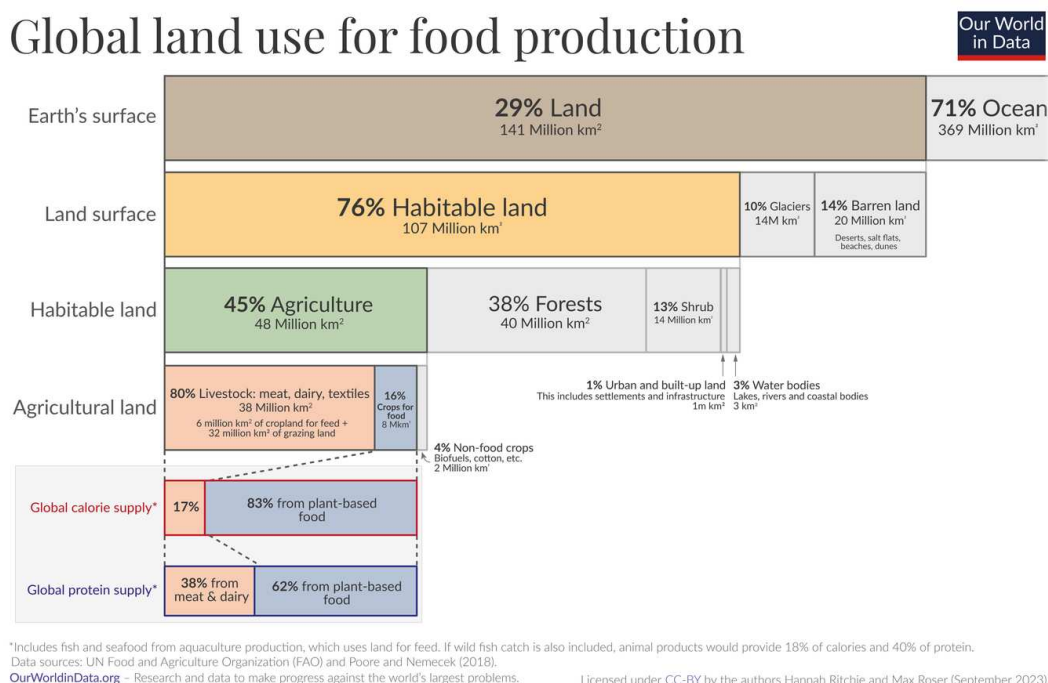
KUVALUETTELO	5
1 JOHDANTO	6
2 RUOANTUOTANNON YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET	7
2.1 Lihantuotanto	7
2.1.1 Lihantuotanto ja zoonosit	10
2.1.2 Lihan tuotannon vaikutukset biodiversiteettiin	11
2.2 Kalastus ja kalantuotanto	12
2.2 Ruokahävikki	13
3. RUOKAVALION MUUTOKSET	14
3.1 Kasviproteiinien lähteitä	14
3.2 Keinoliha	15
3.3 Hyönteiset ravintona	17
3.4 Muita tulevaisuuden ruokia	17
4. TULEVAISUUDEN VILJELY	19
4.1 Urbaani viljely	19
4.2 Vertikaalinen viljely	19
4.3 Vesiviljely	21
5 TEKOÄLY MAATALOUDESSA	24
6 ILMASTONMUUTOKSEN VAIKUTUKSET TULEVAISUUDEN RUOANTUOTANTOON	26
7 KIRJALLISUUSKATSAUKSEN TULOSTEN ANALYSOINTI	27
8 JOHTOPÄÄTÖKSET	28
LÄHTEET	29

KUVALUETTELO

<u>Kuva 1. Ruoantuotannon maankäyttö</u>	<u>6</u>
<u>Kuva 2. Esimerkkejä eri ruokien tuotannon hiilijalanjäljestä</u>	<u>8</u>
<u>Kuva 3. Esimerkkejä ruoantuotannon vesijalanjäljestä</u>	<u>10</u>
<u>Kuva 4. Bioreaktoreita, joissa kasvatetaan keinolihaa</u>	<u>17</u>
<u>Kuva 5. Esimerkki vertikaalisesta viljelystä</u>	<u>20</u>
<u>Kuva 6. Esimerkki vertikaalisesta viljelystä</u>	<u>21</u>
<u>Kuva 7. DWC-vesiviljelyjärjestelmän toiminta</u>	<u>22</u>

1 JOHDANTO

Maailman väkiluvun on ennustettu kasvavan 9,8 miljardiin vuoteen 2050 mennessä (United Nations, 2017). Tämä aiheuttaa haasteita tulevaisuuden ruoantuotannolle; on ruokittava enemmän ihmisiä samalla kun pyritään vähentämään päästöjä. Suomi on asettanut tavoitteeksi saavuttaa hiilineutraalisuus jo vuoteen 2035 mennessä, kun enimmäkseen muualla Euroopassaa tavoitevuosi on 2050 (Euroopan parlamentti, 2019; Seppälä, J. 2019). Ruoka aiheuttaakin noin viidesosan ilmastonmuutosta kiihdyttävistä päästöistä, joka on saman verran kuin liikenne (Ryynänen, K. 2016). Ilman muutoksia ruoantuotannossa ei Pariisin ilmastopimuksen kahden asteen rajaa keskilämpötilan nousulle ole helppo saavuttaa. Maapallon vesivaroistakin 70 % kuluu ruoantuotantoon (Ryynänen, K. 2016). Kuten kuvasta 1 voidaan nähdä, jopa 80 % maailman viljelypinta-alasta kuluu lihateollisuuden käyttöön joko eläinten laidunmaaksi tai rehun kasvatukseen (Ritchie ja Roser, 2024).



Kuva 1. Ruoantuotannon maankäyttö (Ritchie ja Roser, 2024).

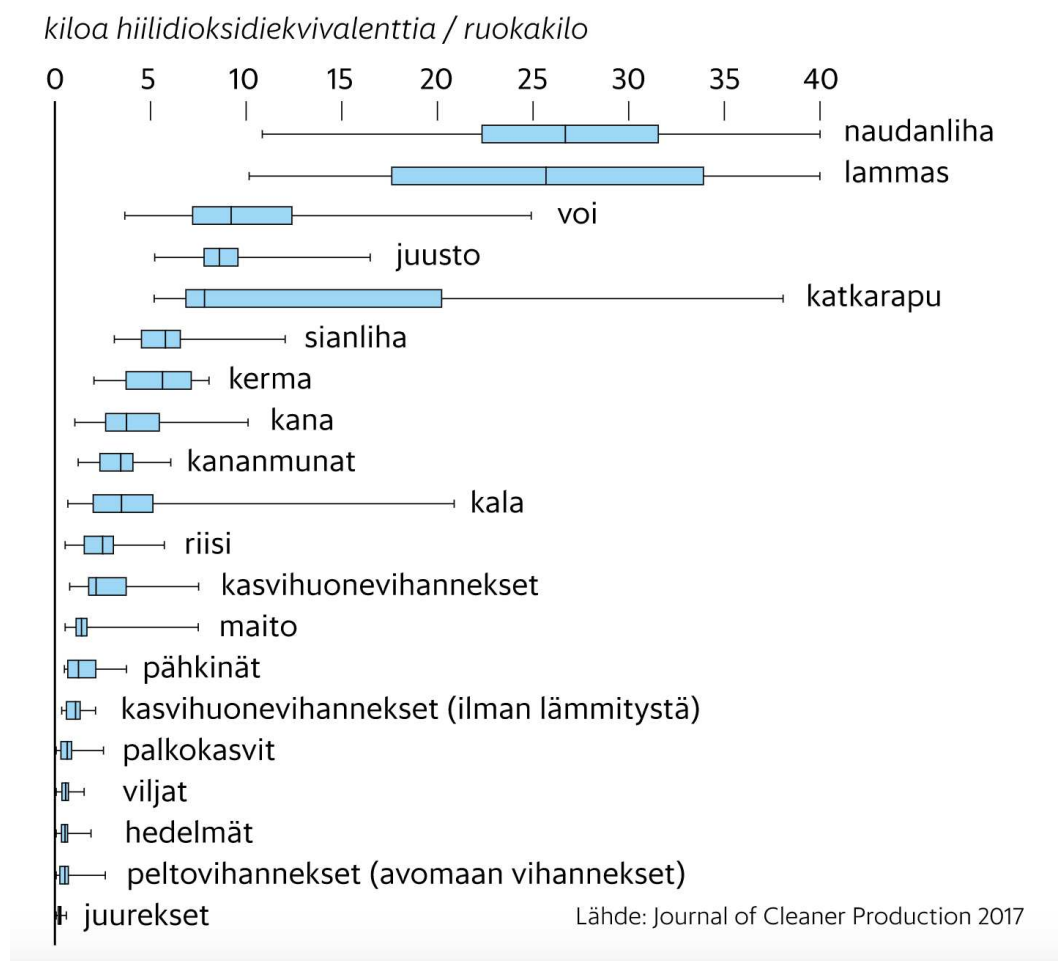
2 RUOANTUOTANNON YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET

2.1 Lihantuotanto

Eläinperäisten tuotteiden tuotannosta aiheutuu paljon ilmastoa rasittavia kasvihuonekaasuja. Itse asiassa Suomessa 60 % hiilijalanjäljestä koostuu karjataloudesta (Pakkanen, T. 2019). Unicafe-ravintolat päättivät luopua jo vuonna 2019 naudanlihan tarjoilusta, ja toimintaa pyörittävien mukaan se vähentää raaka-aineiden hiilijalanjälkeä 11 prosenttia (Kangas, J. ja Krautsuk, S. 2019).

Pelloilla tapahtuvassa rehun viljelyssä joudutaan käyttämään torjunta-aineita ja lannoitteita. Torjunta-aineiden käyttö on merkittävä saastelähde, joka pilaa vettä, maaperää ja ilmaa, vähentäen biologista monimuotoisuutta ja johtaa torjunta-aineressistenssiin. Ihmisten altistuminen kemiallisille torjunta-aineille on yhteydessä kroonisiin sairauksiin, kuten syöpään sekä sydän-, hengitys- ja hermostosairauksiin (European Environment Agency, 2023).

Lisäksi eläintuotanto aiheuttaa ilmastovaikutuksia ruoansulatuksen ja lannan vuoksi. Märehtijät, kuten lehmät ja lampaat, tuottavat ruoansulatuksessaan ilmastolle haitallista metaania, joka on ilmastolle 80 kertaa haitallisempaa kuin hiilidioksidi (Horsfield, G. 2022; WWF, n.d.). Eri lihojen ilmastovaikutuksissa on kuitenkin eroja. Kuvassa 2 esitellään eri ruokien hiilidioksidijalanjälkeä.



Kuva 2. Esimerkkejä eri ruokien tuotannon hiilijalanjäljestä (Viite Tieteen ja teknologian vihreät, 2019)

Suomeen tuodaan rehusoijaa, jonka kasvatus Etelä-Amerikassa on yhteydessä sademetsien hakkuisiin. Suomeen tuodusta soijasta noin 95 % menee rehuteollisuuden käyttöön (Suveri, L. ja Konst, T. 2023). Tämä soija voitaisiin yhtä hyvin käyttää ihmisravinnoksi. Silloin tarvittava viljely pinta-ala olisi merkittävästi pienempi, vedenkulutus pienempi ja ilmastopäästöt pienempiä. Samalla määrällä soijaa voitaisiin ruokkia enemmän ihmisiä kuin jos se syötettäisiin karjalle, jonka söisivät ihmiset. Jopa 90 % karjalle syötetystä rehusta kuluu elintoimintojen ylläpitämiseen ja haihtuu lämmöksi, joten rehua menee hukkaan verrattuna siihen, että ihmiset söisivät soijan itse (Viite Tieteen ja teknologian vihreät, 2019).

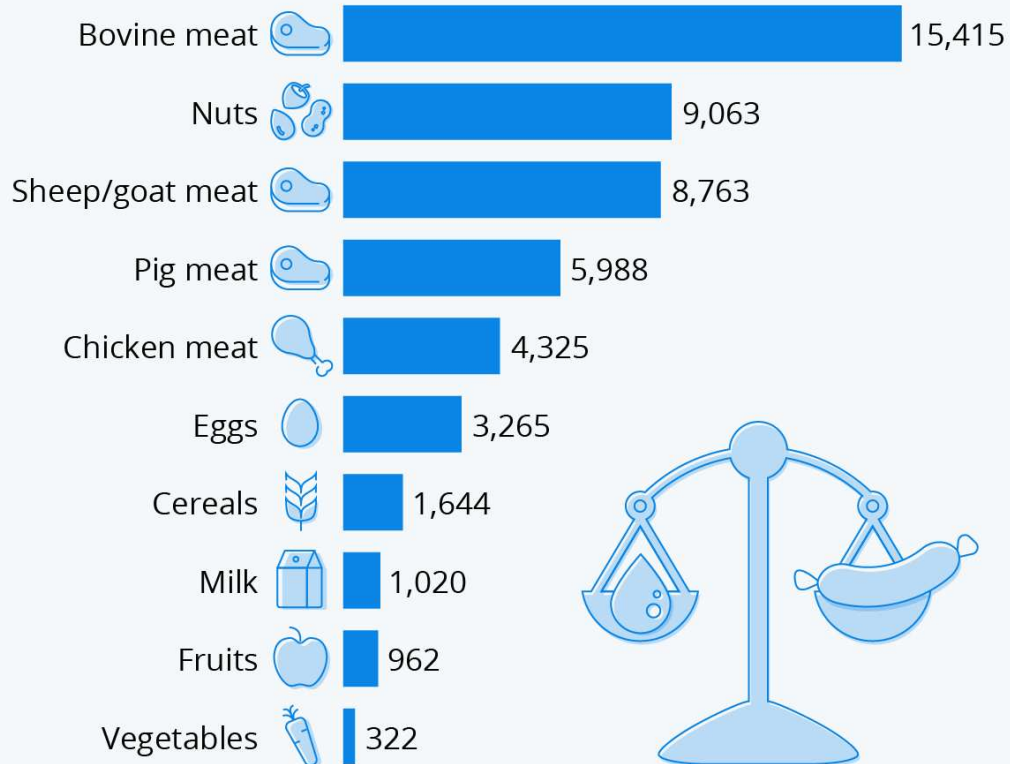
Joulukuussa 2020 arvioitiin, että Suomessa käytetyn rehusoijan määrä on noin 100 000 tonnia. Se tarkoittaa noin 18 kiloa suomalaista kohti (Koistinen, M. 2020). Valtaosa elintarvikkeiden päästöistä tulee alkutuotannosta; valmistuksen, pakkauksen ja kuljetuksen osuus tuotteiden päästöistä on pieni. (WWF, n.d.)

Ihmisten käytössä on rajallinen maa-ala. Jos siinä tuotetaan kasvipöistä ruokaa, pystytään ruokkimaan neljä kertaa enemmän ihmisiä kuin jos samalla alueella tuotetaan lihaa. (Viite Tieteen ja teknologian vihreät, 2019.)

Vesijalanjälki on analoginen malli ekologiselle jalanjäljelle. Vesijalanjäljessä arvioidaan kuluttajan kulutuksessaan aiheuttaman tai tietyn tuotteen tuotannossa suoraan tai epäsuorasti aiheuttaman vesimäärän kulutusta. (Väisänen, 2009) Kuvasta 3 huomataan, että lihalla on valtavan suuri vesijalanjälki. Yhteen kiloon naudanlihaa tarvitaan 15 415 litraa vettä. Sitä kuluu pääasiassa rehun kasteluun ja eläinten juomiseen. Myös pähkinöillä on melko suuri vesijalanjälki, mutta pähkinöitä syödään yleensä paljon vähemmän kerrallaan kuin lihaa.

How Thirsty is Our Food?

Liters of water required to produce one kilogram of the following food products*



* Global averages

Source: Water Footprint Network



statista

Kuva 3. Esimerkkejä ruoantuotannon vesijalanjäljestä (Armstrong, M. 2021).

2.1.1 Lihantuotanto ja zoonoosit

Tartuntatauteja, joiden aiheuttajat voivat siirtyä eläimistä ihmisiin ja päinvastoin, kutsutaan zoonooseiksi. Zoonoosien aiheuttajiin kuuluu erilaisia bakteereita, viruksia, alkueläimiä, loisia ja muita taudinaiheuttajia kuten prioni. (Ruokavirasto, 2022 b.)

Monet merkittävimmistä ihmisten tartuntataudeista maailmassa ovat zoonooseja, esimerkiksi lintuinfluenssa (H5N1) ja sikainfluenssa (H1N1). Zoonooseista osa aiheuttaa melko lieviä sairastumisia, mutta eräät niistä ovat ihmiselle hengenvaarallisia ja voivat aiheuttaa suuria taloudellisia menetyksiä yhteiskunnassa. (Ruokavirasto, 2022 b.)

Karjataloudessa eläinten infektioita hoidetaan antibiooteilla, joiden liiallinen käyttö kuitenkin voi johtaa antibioottiresistenssiin. Se tarkoittaa, että kyseistä antibioottia ei voi enää käyttää kyseisen bakteerin aiheuttamien infektioiden hoidossa. Jos antibioottiresistenssi yleistyy, ihmiset voivat kuolla tavanomaisiin infektioihin, kuten keuhkokuumeeseen tai leikkausalueen infektiin (THL, 2023).

Zoonoosien leviämisen ehkäisyssä tärkeäksi tulee eläintiheyden vähentämisen lisäksi kasvipohjainen ruokavalio. Jos kaikki käyttäisivät vain kasvukunnan tuotteita, ei kysynnän vuoksi karjataloutta olisi yhtä paljon eikä siten tautien leviämisen riski olisi yhtä suuri.

2.1.2 Lihan tuotannon vaikutukset biodiversiteettiin

Lihan tuotanto on pääasiallinen lähde luonnollisen elinympäristön katoamiseen maailmanlaajuisesti (Machovina, B. ja muut, 2015). Erityisesti naudanlihan tuotanto vaatii suuria maa-aloja laiduinmaiksi ja rehuntuotantoon. Tämä johtaa usein metsien ja muiden luonnonympäristöjen raivaamiseen erityisesti trooppisilla alueilla, kuten Amazonin sademetsissä. Lihan tuotanto voi tuhota tuhansia lajeja kokonaan seuraavien muutamien vuosikymmenien aikana. Tutkijat sanovat, että eläinten kasvattamisen seurauksena, planeettamme aiemmin monimuotoinen eläinkanta on suuresti korvattu viljellyillä eläimillä, enimmäkseen lehmällä, sioilla ja kanoilla. Esimerkiksi kasvatetut kanat kattavat 57 % kaikista linnuista massan mukaan laskettuna. (Splitter, J. 2021)

Eläintuotanto vie tilaa luonnonvaraisilta eläimiltä, mikä voi johtaa kilpailuun resursseista. Esimerkiksi suurpetojen elinalueet ovat kaventuneet laidunalueiden

levittäytyessä. Myös hämähäkit ovat tärkeä osa ekosysteemiä. Jos ne kuolevat sukupuuttoon, mikään muu laji ei voi korvata niiden roolia. (Splitter, J. 2021)

2.2 Kalastus ja kalantuotanto

Kala on yksi suosituimmista eläinproteiinin lähteistä. Se päätyy lautasellemme kahdesta lähteestä: villin kalan kalastuksella tai kasvatettuna kalana. Kummallakin tavalla on huomattavasti negatiivisia vaikutuksia ympäristölle. Vaikka lihaa ja maitotuotteita pidetään pahimpien ympäristövaikutusten aiheuttajina, on kalan syönnillä merkittäviä negatiivisia vaikutuksia ympäristöön. Yksi pahimmista kalankasvatuksen ongelmista on ravinteiden kertyminen. Sitä tapahtuu kalojen kuolemisen, syömättä jääneestä ruoasta ja kalojen ulostamisen seurauksena. Tutkijat ovat ennustaneet, että liikakalastuksen, saasteiden ja merien happamoitumisen seurauksena kalat voisivat kuolla sukupuuttoon vuoteen 2048 mennessä nykyisellä käyttäytymisellä. Merenelävillä puolestaan on tärkeä merkitys ihmisten selviytymisen kannalta, sillä niiden hyötyihin kuuluu haitallisten myrkkujen suodattaminen meristä ja leväkukintojen hallinta, joiden hallitsematta jättämisellä voi olla katastrofaalisia vaikutuksia. (Berman, S. 2021; Haro, A. 2014.)

Kalojen hiilijalanjäljillä on kuitenkin eroja. Suomessa kasvatetuilla kaloilla suurin ilmastovaikutus on kiertovesikasvatuksessa kasvatetulla kirjolohella, 6-10 kg CO₂-ekv/kg fileetä. Verkkokalastettujen kalojen ja troolilla kalastetun muikun ilmastovaikutus on 1,9-2,5 kg CO₂-ekv/kg lopputuotetta. (Silvenius ja muut, 2022)

Rehevöityminen on lähivesien suuri ongelma, jota aiheuttaa fosfori ja typpi. Siitä seuraa ongelmia monille vesieliöille ja se saa aikaan myrkyllisiä sinileväkukintoja. Särkiä syömällä vähennetään rehevöitymistä. Särkikalat ovat erinomainen ravinteiden poistaja. Niihin sitoutuu erityisen paljon fosforia ja särkiä syömällä voi poistaa merkittäviä määriä ravinteita vedestä. (Vallila, H. 2019.)

2.2 Ruokahävikki

On arvioitu, että joka vuosi noin kolmannes kaikesta ihmiselle tuotetusta ruoasta maailmassa menee hävikkiin. Maailmanlaajuisesti hävikkiin menevän ruoan hiilijalanjäljen on arvioitu olevan jopa 3,3 gigatonnia hiilidioksidia. Siten se on kolmanneksi suurin päästöaiheuttaja Yhdysvaltain ja Kiinan jälkeen. Ruokahävikin vesijalanjälki on noin 250 kuutiokilometriä, mikä vastaa vuosittaisen vesivirtauksen määrää Volga-joessa tai kolme kertaa Genevejärven tilavuutta. Syömättä jätetty ruoka vie melkein 1,4 miljardia hehtaaria maata, lähes 30 % maailman viljelypinta-alasta. (FAO, n.d.)

3. RUOKAVALION MUUTOKSET

Isoin ruokaan liittyvä ympäristöteko on vaihtaa vähintään osa lihasta kasviksiin ja kestävästi pyydettyyn tai kasvatettuun kalaan. Monien tutkijoiden mielestä ilmaston lämpenemiselle asetetun kahden asteen rajan alla tuskin pysytään ilman lihan ja maitotuotteiden käytön vähentämistä. (Lindfors, S. ja Tolonen, A. 2016)

Tulevaisuudessa joudutaan vähentämään lihan kulutusta, jos halutaan turvata riittävät luonnonvarat myöhemmillekin sukupolville. On siirryttävä erityisesti ekologiseen kasvisruokaan, jonka tuottaminen käyttää vain vähän luonnonvaroja ja saattaa itse asiassa sitoa enemmän hiilidioksidia kuin tuotannosta ja kuljetuksesta seuraa (Mbow, C. ja Rosenzweig, C. 2019).

Lihan hyötynä pidetään usein korkeaa proteiinipitoisuutta, mutta sitä on paljon myös monissa kasvikunnan tuotteissa. Esimerkiksi kalkkunanrinta tarjoaa korkean proteiinipitoisuuden (36 %), mutta saman verran on myös kurpitsansiemenissä ja soijapavuissa. Broilerissa on proteiinia 26 %, kun nyhtökaurassa sitä on 30 % (Kuntoplius, 2022). Kasvikunnan tuotteiden käyttöä tulisi lisätä tulevaisuudessa.

3.1 Kasviproteiinin lähteitä

Ruoanvalmistuksessa soijapapua voidaan käyttää monipuolisesti proteiinin lähteenä: ituina salaateissa, jauhona leivonnassa, hiutaleina aamiaisessa, suikaleina pataruissa, fileinä lihan tapaan, mutta papuja voi nauttia myös sellaisenaan. Soijasta valmistetaan myös jogurttia, juomaa, maustekastiketta ja tofua. Japanissa tofua käytetään lähes päivittäin. Soijapapu on kasvikunnan tuotteista paras proteiinin lähde, sillä se sisältää sopivassa suhteessa kaikkia ihmisen tarvitsemia aminohappoja. (Johnson, M. 2023.) Myös muut pavut ja herneet ovat hyviä.

Pähkinöissä (kuten hassel- ja cashewpähkinöissä sekä manteleissa) ja siemenissä (esim. seesamin-, kurpitsan- ja chiansiemenissä) on paljon energiaa, ja niiden sisältämä rasva on pääosin terveellistä. Niitä käytetään ruoanlaitossa, salaateissa,

leivonnaisissa sekä välipaloina. Pähkinöissä on proteiinin lisäksi kuitua, kivennäisaineita ja vitamiineja. Pähkinöitä ja siemeniä voi lisätä lajeja vaihdellen noin 2 rkl (30 g) päivässä vaikkapa salaattiin. Öljykasvien siemeniä suositellaan tästä määrästä olevan enintään puolet (15 g), koska niihin kertyy raskasmetalleja, kuten nikkeliä ja kadmiumia. Siemeniä kannattaa käyttää vaihtelevasti, sillä siten raskasmetallien liikasaannin riski pienenee. (Valio, 2021)

Täysjyväviljoissakin on proteiinia keskimäärin 10-15 % (WWF, n.d.). Ne ovat loistavia etenkin hiilihydraattien, kuidun, B-vitamiinien ja kivennäisaineiden lähde (Ruokavirasto, 2022 a). Valkoista eli prosessoitua viljaa kannattaa käyttää vain satunnaisesti, sillä siitä on poistettu ravintorikkaat kuoriosat. Viljatuotteiden ympäristökuorma on pieni, ja niitä viljelläänkin paljon myös kotimaassa toisin kuin soijaa. Etenkin kaurasta tehdään paljon proteiinivalmisteita ja sitä viljelläänkin elintarviketeollisuudessa vuosittain lähes 160 miljoonaa kiloa (Leipätietous, 2024).

3.2 Keinoliha

Vaihtoehtona tavalliselle lihalle voisi olla keinoliha. Se muistuttaa ulkonäöltään ja maultaan oikeaa lihaa, mutta on valmistettu eläinten soluista laboratoriossa. Siten vältetään monilta ympäristö- ja eettisyshaitoilta, joita eläinten kasvattamiseen ja teurastukseen liittyy. (Live Science, 2022.)

Keinoliha voi kuluttaa jopa 45 % vähemmän energiaa, päästää 96 % vähemmän kasvihuonekaasuja, käyttää 99 % vähemmän maata ja käyttää 96 % vähemmän vettä kuin tavallinen liha (Live Science, 2022). Tämä tekee siitä potentiaalisen ratkaisun kestäväen ruoantuotannon haasteisiin, sillä keinolihan tuotanto voi vähentää merkittävästi maatalouden ympäristövaikutuksia ja auttaa suojelemaan luonnonvaroja tuleville sukupolville.

Keinoliha syntyy eläinten soluja viljelemällä. Valmistajien mukaan yhdellä jääkaapin kokoisella bioreaktorilla on mahdollista tuottaa kahden lehmän edestä

lihaa kuukaudessa. Perinteisissä olosuhteissa lehmällä kestää jopa 12 - 18 kuukautta kasvaa teurastettavaksi. (Shieber, J. 2019) Bioreaktori on suljettu laite, jossa soluja kasvatetaan hallituissa olosuhteissa kasvualustassa. Kuvassa 4 on esitelty bioreaktoreita. Keinolihan valmistuksessa käytettävä bioreaktori jäljittelee eläimen kehon olosuhteita ja luo ympäristön, jossa lihassolut voivat kasvaa ja lisääntyä tehokkaasti ilman eläintä. Se luo optimaaliset olosuhteet solukasvulle säätämällä tarkasti lämpötilaa, pH-arvoa, happipitoisuutta ja ravinteiden saantia. Bioreaktorit voivat olla tilavuudeltaan useita tuhansia litroja. (Good Food Institute, n.d.)

Keinoliha ei kuitenkaan välttämättä ole ratkaisu kasvavan väestön ruokkimiseen. Keinolihan valmistuksessa ei synny metaania, mutta se vaatii energiaa, ja mikäli käytetään uusiutumattomia energialähteitä keinolihan tuotannossa, voi seurauksena syntyä hiilidioksidipäästöjä, jotka säilyvät ilmakehässä pidempään kuin metaani. Mallit ovat näyttäneet, että vaikka karjalla on aluksi suurempi ilmastoja lämmittävä vaikutus, joissakin tapauksissa keinolihan tuottaminen johtaa suurempaan ilmaston lämpenemiseen. Sekä karjataloudella että keinolihallalla on monimutkaisia vaikutuksia, jotka pitää ymmärtää selvittääkseen niiden täysivaltaiset vaikutukset ympäristölle. (University of Oxford, 2019)



Kuva 4. Bioreaktoreita, joissa kasvatetaan keinolihaa (Shieber, J.2019)

3.3 Hyönteiset ravintona

Hyönteisten elintarvikekäyttö on voimakkaassa kasvussa, ja maailmalla hyönteisiä onkin syöty jo tuhansien vuosien ajan: esimerkiksi Kiinassa ja kaakkois-Aasiassa hyönteisten syöminen on monille osa jokapäiväistä elämää (Pekkinen, J. 2019). Hyönteiset ovat hyvä energianlähde ihmisille; kotisirkassa on proteiinia 25 % ja 100 grammassa sirkkajauhoa on proteiinia 70 grammaa (Sundström, J. 2018). Lisäksi niiden tuotannon hiilijalanjälki on pieni, rehuhyötysuhde korkea ja veden ja tilan tarve vähäistä verrattuna suuriin karjaeläimiin (Pekkinen, J. 2019).

3.4 Muita tulevaisuuden ruokia

Levä tulee olemaan tärkeää ravintoa tulevaisuudessa. Kuivatussa mikrolevässä, kuten spiruliinassa voi olla proteiinia jopa 60 %. Levissä on myös vitamiineja ja omega-3 rasvahappoja. Leväviljely on myös ympäristöystävällistä, koska levät eivät tarvitse makeaa vettä ja ne sitovat hiilidioksidia, mikä auttaa torjumaan ilmastonmuutosta. (Beall, A. n.d.)

Suomalainen Solein- niminen yhtiö on kehittänyt uuden kestävän tavan tuottaa proteiinia. Se käyttää ilmaa ja sähköä, ja sitä kutsutaan sähköproteiiniksi. Tuote voisi auttaa vähentämään karjataloutta, joka on suuri kasvihuonekaasujen päästäjä. Soleinin tuote koostuu kuivatuista mikrobeista joita ruokitaan ilman komponenteilla. Yhtiön mukaan yhden kilogramman sähköproteiinin kasvattamiseen tarvitaan vain 1 prosentti vettä ja 5 prosenttia maata verrattuna saman määrän kasviproteiinin kasvattamiseen, samalla kun päästetään vain viides hiilidioksidia. (Malayil, J. 2024)

Myös ruoan 3D-tulostus tulee todennäköisesti yleistymään. Tulevaisuudessa voisi ostaa ruokatahnaa kaupasta, ja kotona voisi tulostaa sellaisen aterian kuin haluaa. Kehittyneimmillä laitteilla voisi myös säätää ruoan ravintoarvoja ja makua. (Becher, B. 2024.)

4. TULEVAISUUDEN VIILJELY

4.1 Urbaani viljely

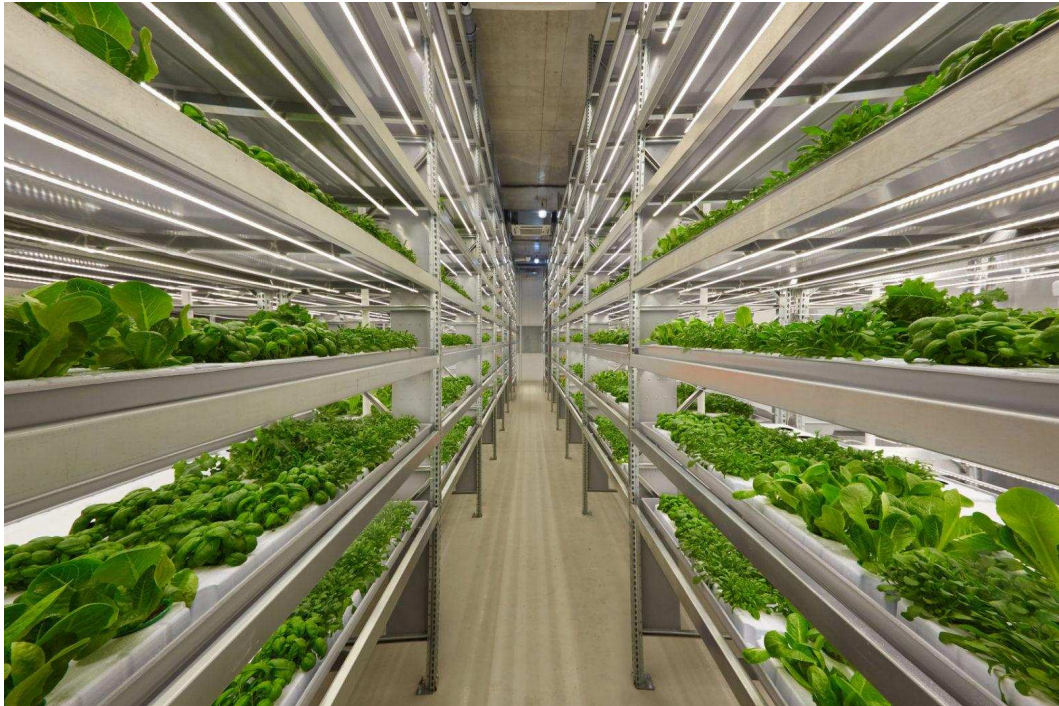
Urbanilla viljelyllä tarkoitetaan ruokakasvien kasvattamista kaupunkialueilla, lähellä ihmisiä. Se voi tapahtua esimerkiksi takapihoilla, ikkunalaudoilla, katoilla tai suuremmissa kasvihuoneissa. Koska katot ovat tyhjää tilaa, niitä voi hyvin hyödyntää ruokakasvien kasvattamiseen. Katot kattavat noin 30 % kaupunkien kokonaisuus-alueita. Sisätiloissa on mahdollista saada satoa vuoden ympäri myös Suomessa. (Heinonen, 2020.)

Kaupunkiviljelyllä voidaan vähentää tuotteiden hiilijalanjälkeä, kun ruokaa ei tarvitse kuljettaa pitkiä matkoja ja pakkausmateriaaleja kuluu vähemmän. Kasvillisuus poistaa ilmansaasteita suodattamalla ja sitomalla hiukkasia sekä absorboimalla ja hajottamalla haitallisia kaasuja. Lähellä tuotettu ruoka on tuoreempaa ja usein puhtaampaa torjunta-aineista. Lisäksi kotikasvatuksella säästetään ruokakuluissa edistämällä omavaraisuutta. Kaiken lisäksi puutarhan hoito voi olla monelle rentouttava harrastus. (Heinonen, 2020.)

4.2 Vertikaalinen viljely

Nykyinen tapa kasvattaa ruokakasveja vie paljon tilaa. Parempi ratkaisu on kasvattaa vertikaalisesti, jolloin saadaan useampi kasvi samalle pinta-alueelle. Kasveja viljellään joko pystyssä olevaa tasoa pitkin (kuva 6) tai hyllyillä, joissa on useita kerroksia vaakatasossa (kuva 5). Viljelmät voidaan rakentaa jopa niille tarkoitettuun kerrostaloon kaupunkiin. Tällä tavalla on mahdollista ruokkia suuri osa kaupungin väestöstä urbanilla viljelyllä. Vertikaalisessa viljelyssä optimaalinen valo saadaan aikaan käyttäen sekä keinotekoisia että luonnonvaloa.

Tässä tavassa käytetään multaviljelyn sijasta vesiviljelyä. (Heinonen, 2020)



Kuva 5. Esimerkki vertikaalisesta viljelystä (Global garden, 2022).

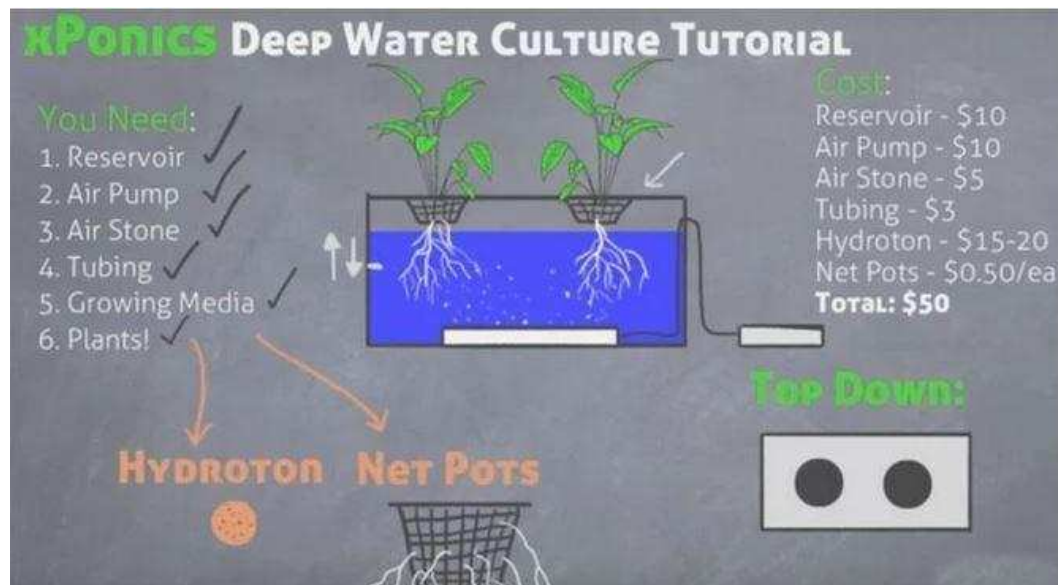


Kuva 6. Esimerkki vertikaalisesta viljelystä (Global Garden, 2022).

4.3 Vesiviljely

Vesiviljely on mullatonta viljelyä, keino kasvattaa kasveja vesipohjaisessa ravinnerikkaassa liemessä. Kasvin juuristoa tuetaan kiinteällä väliaineella, kuten perliitillä, vermikuliitilla, kivivillalla tai rahkasammaleella. Perusidea vesiviljelyssä on antaa kasvin juurien tulla kosketukseen ravinneliuoksen kanssa samalla kun varmistetaan pääsy happeen, joka on oleellista asianmukaiseen kasvuun. (FAO, n.d.) Kenties yksinkertaisimmassa aktiivijärjestelmässä kasvit ovat vaahtomuovialustalla, joka kelluu suoraan ravintoliuoksen päällä. Juurien hapensaannista vastaa ilmakivi, jonka läpi tuodaan pumpun avulla ilmaa. Kuvassa 8 esitetään DWC-vesiviljelyjärjestelmän toimintaa. Passiivisissa järjestelmissä ei käytetä ollenkaan pumppuja, vaan kiinteää väliainetta kastellaan käsin. Tunnetuin

passiivisen vesiviljelyn muoto on monelle tuttu altakasteluruukku. (Puutarha.net, 2024.) Vesiviljelyä voidaankin käyttää joko suuressa mittakaavassa tai kotiolosuhteissa ilman suuria investointeja.



Kuva 7. DWC-vesiviljelyjärjestelmän toiminta (Epic gardening, n.d.).

Luonnossa kasvien on käytännöllistä käyttää maantuvaa kasvimassaa kasvualustana. Kasvatuksessa on kuitenkin useita syitä käyttää vesiviljelyjärjestelmää mullan sijaan. Vesiviljely voi viedä vähemmän tilaa ja käyttää vähemmän vettä. Se kohdistaa ravinteet paremmin, pH:n säätö on vedessä tarkempaa taaten paremman ravinteiden käytön, se vaatii vähemmän hoitoa ja on vähemmän altis tuholaisille sekä rikkaruohoille eli ei tarvita torjuntakemikaaleja. (McCray, N. 2023.)

Multaviljelyn alkukustannukset ovat pienemmät, mutta se käyttää 30 % enemmän vettä verrattuna vesiviljelyyn. Lisäksi multaviljely vaatii enemmän työtunteja rikkaruohojen kitkemisen, kastelun ja torjunta-aineiden suihkuttamisen vuoksi. Treftz ja Omaye (2015) vertailivat multa- ja vesiviljeltyjä mansikoita ja saivat tulokseksi, että vesiviljelty mansikka teki 17 % enemmän satoa. Vesiviljellyillä kasveilla on ajateltu olevan suurempi sato, koska

ravintoliuosta voidaan hallita tarkasti ja siten antaa kasveille parhaat mahdolliset kasvuolosuhteet. Lisäksi yksittäisten mansikoiden koko kasvoi, kun niillä oli vähemmän stressiä. Vesiviljelyllä mansikoilla oli myös parempi selviytymisprosentti (80 %) kuin multaviljelyssä (46 %). Näistä syistä vesiviljely tulee pitkällä aikavälillä halvemmaksi. Kun tarvitsee käyttää vähemmän energiaa löytääkseen vettä ja ravinteita, voi energian käyttää kasvuun.

Aquaponinen viljely on kasvatusmenetelmä, joka yhdistää kalankasvatuksen ja vesiviljelyn. Aquaponisessa viljelyssä kalaa ja kasveja viljellään yhdessä symbioottisessa ympäristössä, jossa molemmat hyötyvät toisistaan. Kalat tuottavat jätettä, mikä muuttuu hyödyllisten bakteerien ansiosta ravinteiksi, joita kasvit voivat käyttää. Kääntöpuolella kasvit suodattavat ja puhdistavat vettä luoden terveellisen ympäristön kaloille. Siksi toisin kuin tavallisessa kalankasvatuksessa vettä ei tarvitse vaihtaa ollenkaan, ainoastaan lisätä. Myös vesiviljelyssä täytyy joskus vaihtaa vesiä, kun kemikaaleja ja suoloja kerääntyy ravintoliuokseen. Tämä systeemi on tehokas, se käyttää huomattavasti vähemmän vettä kuin tyypilliset kasvatusmenetelmät ja poistaa kemiallisten lannoitteiden käytön tarpeen. (Go green aquaponics, 2024.) Bioponisessa viljelyssä kalojen tilalla on hyödyllisiä mikro-organismeja eikä siten tarvitse käyttää kemiallisia lannoitteita. Saatavaa tuotetta voidaan kutsua luomuksi. (Bioponica, 2019.)

5 TEKÖÄLY MAATALOUDESSA

Tekoälyä voidaan hyödyntää maataloudessa laajasti. Sitä voidaan käyttää yleiseen viljelykasvien hallintaan. Ajatus tekoälyn hyödyntämisestä viljelykasvien hallinnassa tuli esiin ensi kertaa vuonna 1985. (Bannerjee ja muut, 2018)

Haitalliset tuhohyönteiset ovat yksi hälyttävimmistä ongelmista maataloudessa, joka johtaa suuriin taloudellisiin menetyksiin. Vuosikymmeniä tutkijat ovat yrittäneet lieventää tätä uhkaa luomalla tietokonejärjestelmiä, jotka havaitsevat aktiiviset tuhoeläimet ja ehdottavat hallintamenetelmiä. Tieto maatalouden hallinnassa on usein epätarkkaa. Siksi on kehitetty sumeaa logiikkaan perustuvia järjestelmiä tuhoeläinten hävittämiseksi. (Bannerjee ja muut, 2018.)

Viljelykasvien taudit ovat myös todellinen huolenaihe viljelijälle. Huomattavaa tietotaitoa vaaditaan huomaamaan oireileva kasvi ja tekemään tarvittavat askeleet palautumiseen. Tietokoneavustettuja järjestelmiä käytetään maailmanlaajuisesti diagnosoimaan tauteja ja ehdottamaan jatkotoimenpiteitä. (Bannerjee ja muut, 2018.)

Toinen tärkeä aihe viljelijälle on seuranta, säilytys, kuivaus ja luokittelu. On kehitetty monia viljeltävän ruoan seuranta- ja laaduntarkkailumekanismeja, jotka hyödyntävät tekoälyä. Koneoppimismallit analysoivat satelliitti- ja dronien keräämää dataa viljelysalueista, mikä auttaa havaitsemaan esimerkiksi kasvuston kunnon ja ravinnepuutteet sekä tuholaisien tai tautien levinneisyyden. (Bannerjee ja muut, 2018.)

Ongelmat liittyen maaperään ja keinokasteluun ovat oleellisia. Tekoäly tuo merkittäviä parannuksia keinokasteluun parantamalla resurssien käyttöä, vähentämällä vedenkulutusta ja optimoimalla kasvien kasvua. Vääränlainen keinokastelu ja maaperän hallinta johtaa sadon vähenemiseen ja laadun heikkenemiseen. (Bannerjee ja muut, 2018.)

Tekoäly on mullistanut rikkakasvien hallinnan tekemällä siitä tarkempaa, tehokkaampaa ja ympäristöystävällisempää. Sen avulla voidaan minimoida kemikaalien käyttö suojellen maaperää ja vesistöjä ja säästää aikaa viljelyprosessissa. Tekoälyllä rikkakasvien tunnistaminen ja poistaminen on tarkempaa ja nopeampaa kuin perinteisillä menetelmillä. Siten säästetään kustannuksissa, kun tarvitaan vähemmän kemikaaleja ja työvoimatunteja. (Bannerjee ja muut, 2018.)

Viljelykasvien sadon ennustaminen on hyvin hyödyllistä markkinointistrategioiden kannalta. Tekoäly käyttää antureista, droneista ja satelliiteista kerättyä dataa yhdistettynä sääennusteisiin ja historiallisiin tuotantotietoihin. Tämä mahdollistaa erittäin tarkan ennusteen sadon määrästä ja laadusta. (Bannerjee ja muut, 2018.)

6 ILMASTONMUUTOKSEN VAIKUTUKSET TULEVAISUUDEN RUOANTUOTANTOON

Suomi on ruoantuotannon suhteen turvallisella ilmastoalueella myös tulevaisuudessa, mutta luontoon ja ekosysteemeihin ilmastonmuutos voi vaikuttaa rajusti. Jos hiilidioksidipäästöjen kasvu jatkuu entisellään, uhkaa havumetsävyöhyke kadota Suomesta lähes kokonaan vuoteen 2100 mennessä. (Aalto, 2021.)

Sademäärän muutokset, kuivuus ja ilmaston lämpeneminen uhkaavat erityisesti Etelä- ja Kaakkois-Aasian sekä Afrikan poikki ulottuvan Sahelin alueen ruokatuotantoa. Kummankin alueen kyky sopeutua muuttuviin kasvuolosuhteisiin on jo nyt alhainen. (Aalto, 2021.)

Toisaalta ilmastonmuutos voi tuoda mukanaan myös hyötyjä Suomen maataloudelle, jos niitä osataan hyödyntää. Pidempi kasvukausi ja leudommat talvet mahdollistavat uusien, satoisampien viljelykasvien ja -lajikkeiden viljelyn. Myös perinteisten viljelykasvien, kuten vehnän, öljykasvien ja palkoviljojen, viljely voi laajentua pohjoisemmaksi. (Ilmastoviisas, n.d.)

7 KIRJALLISUUSKATSAUKSEN TULOSTEN ANALYSOINTI

Opinnäytetyön tavoitteina oli saada ihmisiä kääntymään kasvipohjaiselle ruokavaliolle vertailemalla lihantuotannon ja kasvipohjaisen ruoan ympäristövaikutuksia. Toisena tavoitteena oli innovatiiviset ratkaisut kestäväan tuotantoon; työ tuotti konkreettisia ehdotuksia siitä, kuinka toimeksiantaja voi kehittää ympäristöystävällisempiä ja taloudellisesti kannattavia toimintatapoja esimerkiksi vertikaaliviljely, vesiviljely tai kasviproteiinien tuotanto.

Löysin eri lähteistä sekä keinolihaa ylistävää tietoa, että sitä kritisoivaa tietoa. Kirjoitin aiheesta luvussa 3.2. Käytin opinnäytetyön aiemmassa versiossa kaupallisen toimijan vesiviljelyä ja multaviljelyä vertailevaa kuvaajaa, mutta tähän lopulliseen versioon otin tulokset luotettavammasta lähteestä. Kaupallisen toimijan mukaan vesiviljelyllä saatiin 8 % -yksikköä parempi sato, mikä ei tule yllätyksenä; kaupalliset toimijat yrittävät myydä tuotteitaan liioittelemalla vesiviljelyn hyötyjä.

Kasvipohjaiset tuotteet, kuten lihankorvikkeet, kehittyvät jatkuvasti makunsa, tekstuurinsa ja ravintoarvojensa osalta. Tulevaisuudessa ne voivat korvata yhä suuremman osan eläinperäisestä proteiinista. Yhteiskunnan suhtautuminen ja hintojen kilpailukyky vaikuttavat ratkaisevasti niiden laajempaan käyttöön.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä opinnäytetyössä käytiin läpi sitä, miten tulevaisuuden ruoantuotannon menetelmät, kuten vertikaaliviljely ja vesiviljely voivat vastata ruoantuotannon kasvavaan kysyntään ja kestävyysaasteisiin. Yksi lupaavimpia tulevaisuuden ruoan tuotantomenetelmiä on tekoälyn hyödyntäminen maanviljelyssä. Tekoälyllä onkin merkittävä rooli tulevaisuuden ruoantuotannossa ympäristökuormituksen vähentämisessä ja tuotannon tehokkuuden parantamisessa. Ilmastonmuutos vaikuttaa maanviljelyyn sademäärän muutoksilla ja muiden sääilmiöiden voimistumisella.

Tulevaisuudessa olisi hyödyllistä tutkia tarkemmin, miten tekoäly voi tukea pienviljelijöiden toimintaa kehittyvissä maissa. Olisi myös tarpeellista arvioida uusien proteiinilähteiden pitkän aikavälin vaikutuksia ruokaturvaan ja kuluttajakäyttäytymiseen. Tulevaisuuden ruoantuotanto tulee nojaamaan yhä enemmän teknologiaan ja uusiin innovaatioihin, mikä tarjoaa mahdollisuuden vastata kestävyysaasteisiin globaalilla tasolla.

LÄHTEET

Aalto (2021). Tuore tutkimus: Ilmastonmuutos uhkaa jopa kolmannesta maailman ruoantuotannosta. Noudettu 20.11.2024 osoitteesta

<https://www.aalto.fi/fi/uutiset/tuore-tutkimus-ilmastonmuutos-uhkaa-jopa-kolmannesta-maailman-ruoantuotannosta>

Armstrong, M. (2021). Which foods need the most water to produce? Noudettu 14.10. 2024 osoitteesta

<https://www.weforum.org/agenda/2021/06/water-footprint-food-sustainability/>

Bannerjee, Sakar, Das & Ghosh (2018). Artificial Intelligence in Agriculture: A Literature Survey

https://www.researchgate.net/profile/Gouravmoy-Banerjee/publication/326057794_Artificial_Intelligence_in_Agriculture_A_Literature_Survey/links/5b35ab970f7e9b0df5d83ec6/Artificial-Intelligence-in-Agriculture-A-Literature-Survey.pdf

Beall, A. (n.d.) The green sludge that could transform our diets. Noudettu 15.10.2024 osoitteesta

<https://www.bbc.com/future/bspoke/follow-the-food/the-green-sludge-that-could-transform-our-diets.html>

Becher, B. (2024). What is 3D-printed food? How does it work? Noudettu

15.10.2024 osoitteesta <https://builtin.com/articles/3d-printed-food>

Berman, S. (2021). The environmental impact of the fishing industry. Noudettu 22.11.2024 osoitteesta

<https://www.theclimatechangereview.com/post/the-environmental-impact-of-the-fishing-industry>

Bioponica (2019). What is bioaponics? Noudettu 16.10.2024 osoitteesta

<https://bioponica.org/2019/01/08/principals-of-bioaponics/>

Dewsbury, G. (2022). A quick introduction to vertical farming methods. Noudettu 15.10.2024 osoitteesta

<https://www.globalgarden.co/knowledge/vertical-farming-methods/>

Epic Gardening (n.d.). Noudettu 16.10.2024 osoitteesta

<https://www.epicgardening.com/hydroponic-systems/>

Euroopan parlamentti (2019). Mitä hiilineutraalius tarkoittaa ja miten se saavutetaan 2050 mennessä? Noudettu 8.11. 2024 osoitteesta

<https://www.europarl.europa.eu/topics/fi/article/20190926STO62270/mita-hiilin-eutraalius-tarkoittaa-ja-miten-se-saavutetaan-2050-mennessa>

European Environment Agency (2023). EU:ssa tarvitaan tehokkaampia toimia kemiallisten torjunta-aineiden vaikutusten vähentämiseksi. Noudettu 8.1.2024 osoitteesta

<https://www.eea.europa.eu/fi/highlights/eu-ssa-tarvitaan-tehokkaampia-toimia>

FAO (n.d.). Food wastage footprint. Impacts on natural resources. Noudettu 8.11.2024 osoitteesta <https://www.fao.org/4/i3347e/i3347e.pdf>

FAO (n.d.). Health and nutrition-sensitive agriculture for soils and water.

Noudettu 19.11.2024 osoitteesta

<https://www.fao.org/land-water/overview/onehealth/nutsens/en/>

Go green aquaponics (2024). What is aquaponics and how does it work?

Noudettu 16.10.2024 osoitteesta

<https://gogreenaquaponics.com/blogs/news/what-is-aquaponics-and-how-does-it-work>

Good Food Institute (n.d.). Deep dive: Cultivated meat bioprocess design.

Noudettu 11.11.2024 osoitteesta

<https://gfi.org/science/the-science-of-cultivated-meat/deep-dive-cultivated-meat-bioprocess-design/>

Haro, A. (2014). The oceans could be dead by the year 2048. Noudettu 22.11.2024 osoitteesta <https://www.theinertia.com/environment/the-oceans-could-be-dead-by-the-year-2048/>

Heinonen, M. (2020). Noudettu 15.10.2024 osoitteesta https://www.tampere.fi/sites/default/files/2022-09/hiedanrannan_urbaani_ruuan_tuotanto.pdf

Horsfield, G. (2022). More meat means more land use and even more greenhouse gases. Noudettu 13.11.2024 osoitteesta <https://www.ewg.org/news-insights/news/2022/01/more-meat-means-more-land-use-and-even-more-greenhouse-gases>

Ilmastoviisas (n.d.). Ruoantuotanto ja ilmastonmuutos - mistä ilmastoviiisaita ratkaisuja maatalouteen? Noudettu 13.11.2024 osoitteesta <https://www.ilmastoviisas.fi/hanke/ruoantuotanto-ja-ilmastonmuutos-mista-ilmastoviiisaita-ratkaisuja-maatalouteen/>

Johnson, M. (2023). What is tofu, and is it healthy? Noudettu 10.10.2024 osoitteesta <https://www.healthline.com/nutrition/what-is-tofu>

Kangas, J. ja Krautsuk, S. (2019). Helsinkiläinen opiskelijaravintola Unicafe lopettaa naudanlihan käytön - Atria: Hämmäntävä ja surullinen päätös. Noudettu 10.10.2024 osoitteesta <https://yle.fi/a/3-11020433>

Koistinen, M. (2020). Soija syynissä: ruuaksi, rehuksi vai boikottiin? Noudettu 10.10.2024 osoitteesta <https://www.fi/uutiset/2020/01/soija-syynissa-ruuaksi-rehuksi-vai-boikottiin/>

Kuntoplus (2022). Proteiini: missä ruoka-aineissa on eniten proteiinia. Noudettu 18.11.2024 osoitteesta <https://kuntoplus.fi/terveellinen-ruokavalio/top-10-parhaat-proteiininlahteet>

Leipätietous (2024). Tietoa leivästä. Noudettu 28.11.2024 osoitteesta <https://www.leipatiedotus.fi/tietoa-leivasta/pelloilta-poytaan/viljan-tuotanto/suomessa.html>

Lindfors, S. ja Tolonen, A. (2016). Pitääkö liha poistaa lautaselta? Noudettu 11.11.2024 osoitteesta <https://yle.fi/aihe/artikkeli/2016/03/06/pitaako-liha-poistaa-lautaselta>

Live Science (2022). Lab-grown meat: How it's made, sustainability and nutrition. Noudettu 14.10.2024 osoitteesta <https://www.livescience.com/lab-grown-meat>

Machovina, Feeley ja Ripple (2015). Biodiversity conservation: The key is reducing meat consumption. Noudettu 3.12.2024 osoitteesta <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969715303697>

Malayil, J. (2024). Finland makes world's "most sustainable" protein from air and electricity. Noudettu 15.10.2024 osoitteesta <https://interestingengineering.com/innovation/solein-sustainable-protein-thin-air>

Mbow, C. ja Rosenzweig, C. (2019). Noudettu 10.10.2024 osoitteesta <https://www.ipcc.ch/srccl/chapter/chapter-5/>

McCray, N. (2023). 12 pros & cons of hydroponic farming. Noudettu 28.11.2024 osoitteesta <https://earth.org/hydroponic-farming/>

Pakkanen, T. (24.10.2019). Energycity-seminaari. Vaasa, Pohjanmaa, Suomi

Pekkinen, J. (2019). Hyönteisruoka: hetken buumi vai osa tulevaisuuttamme? Noudettu 11.11.2024 osoitteesta <https://www.versuslehti.fi/gradusta-asiaa/hyonteisruoka-hetken-buumi-vai-osa-tulevaisuuttamme/>

Puutarha.net (2024). Vesiviljely - viljelyä ilman multaa. Noudettu 19.11.2024 osoitteesta

<https://puutarha.net/artikkelit/vesiviljely-viljely%C3%A4-ilman-multaa/>

Ritchie, H. Ja Roser, M. (2024). Half of the world's habitable land is used for agriculture. Noudettu 10.10.2024 osoitteesta

<https://ourworldindata.org/global-land-for-agriculture>

Ruokavirasto (2022 a). Täysjyväviljavalmisteet. Noudettu 18.11.2024 osoitteesta

<https://www.ruokavirasto.fi/elintarvikkeet/terveytta-edistava-ruokavalio/ruoka-aineet/taysjyvavalmisteet/>

Ruokavirasto (2022 b). Zoonoosit. Noudettu 18.11.2024 osoitteesta

<https://www.ruokavirasto.fi/zoonoosikeskus/zoonoosit/>

Ryynänen, K. (2016). Vähemmän lihaa lautaselle. Noudettu 10.10.2024 osoitteesta

<https://wwf.fi/wwf-lehti/wwf-lehti-1-2016/vahemman-lihaa-lautaselle/>

Seppälä, J. (2019). Suomi hiilineutraaliksi vuonna 2035 - haasteesta mahdollisuudeksi. Noudettu 8.11.2024 osoitteesta

https://www.hiilineutraalisuomi.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Hiilineutraaliblogi/Suomi_hiilineutraaliksi_vuonna_2035_haa

Shieber, J. (2019). Lab-grown meat could be on store shelves by 2022, thanks to Future Meat Technologies. Noudettu 14.10.2024 osoitteesta

<https://techcrunch.com/2019/10/10/lab-grown-meat-could-be-on-store-shelves-by-2022-thanks-to-future-meat-technologies/>

Silvenius, Setälä, Keskinen, Niukko, Kiuru, Kankainen, Saarni ja Silvennoinen (2022). Suomalaisten kalatuotteiden ilmastovaikutus

<https://www.kalankasvatus.fi/wp-content/uploads/2022/02/kalan-ilmastovaikutus.pdf>

Splitter, J. (2021). The way we eat could lead to habitat loss for 17,000 species by 2050. Noudettu 3.12.2024 osoitteesta

<https://www.vox.com/future-perfect/22287498/meat-wildlife-biodiversity-species-plantbased>

Sundström, J. (2018). Eettinen proteiinipommi - ja kolme muuta syytä syödä hyönteisiä. Noudettu 14.10.2024 osoitteesta

<https://yle.fi/aihe/artikkeli/2018/05/10/eettinen-proteiinipommi-ja-kolme-muuta-syyta-syoda-hyonteisia>

Suveri, L. ja Konst, T. (2023). Veganismi on myös päivittäisiä ympäristötekoja. Noudettu 8.11.2024 osoitteesta

<https://vegaaniliitto.fi/tietoa/miksi-veganismi/ymparisto/>

THL (2023). Antibioottiresistenssi. Noudettu 18.11.2024 osoitteesta

<https://thl.fi/aiheet/infektioaudit-ja-rokotukset/audit-ja-torjunta/antibioottiresistenssi>

Treftz ja Omaye (2015). Comparison between hydroponic and soil systems for growing strawberries in a greenhouse.

<https://journals.esciencepress.net/index.php/IJAE/article/view/1236>

United nations (2017). World population projected to reach 9.8 billion in 2050, and 11.2 billion in 2100. Noudettu 10.10.2024 osoitteesta

<https://www.un.org/en/desa/world-population-projected-reach-98-billion-2050-and-112-billion-2100>

University of Oxford (2019). Is lab-grown meat really better for the environment? Noudettu 19.11.2024 osoitteesta

<https://www.ox.ac.uk/news/2019-02-19-lab-grown-meat-really-better-environment>

Valio (2021). Proteiinin lähteet. Noudettu 10.10.2024 osoitteesta

<https://www.valio.fi/artikkelit/proteiinin-lahteet/>

Vallila, H. (2019). Syö särkeä, siinä on järkeä - kolme hyvää syytä särkikalojen syömiseen. Noudettu 22.11.2024 osoitteesta

<https://yle.fi/aihe/artikkeli/2019/12/10/syo-sarkea-siina-on-jarkea-kolme-hyvaa-syyta-sarkikalojen-syomiseen>

Viite Tieteen ja teknologian vihreät (2019). Kotimaisen lihantuotannon ekologisuus on pelkkä myytti. Noudettu 10.10.2024 osoitteesta

<https://www.viite.fi/2019/08/13/kotimaisen-lihantuotannon-ekologisuus-on-pelkka-myytti/>

Väisänen, J. (2009) Ruuan vesijalanjälki. Noudettu 8.11.2024 osoitteesta

<https://blogs.helsinki.fi/ruoka-ja-kestavyys/2009/05/29/ruuan-vesijalanjalki/>

WWF (n.d.). Ruuan ympäristövaikutukset. Noudettu 8.1. 2024 osoitteesta

<https://wwf.fi/ruoka/ruuan-ymparistovaikutukset/>