



MAITOSUKLAAN TUOTANTOKETJUN LINKITTYMINEN LUONTOKATOON

Lappeenrannan–Lahden teknillinen yliopisto LUT

Ympäristötekniikan kandidaatintyö

2024

Carla Ollikainen

Tarkastaja: Apulaisprofessori Ville Uusitalo

Ohjaaja: Nuorempi tutkija Lauri Leppäkoski

TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan–Lahden teknillinen yliopisto LUT

LUTin energijärjestelmien tiedekunta

Ympäristötekniikka

Carla Ollikainen

Maitosuklaan tuotantoketjun linkittyminen luontokatoon

Ympäristötekniikan kandidaatintyö

2024

30 sivua ja 4 kuvaa

Tarkastaja: Apulaisprofessori Ville Uusitalo

Ohjaaja: Nuorempi tutkija Lauri Leppäkoski

Avainsanat: luontokato, luonnon monimuotoisuus, luontokadon ajurit, suklaan tuotantoketju

Käynnissä oleva laaja luontokato uhkaa luonnon monimuotoisuutta ja samalla ihmisten olemassaoloa. Jotta luontokadon syntymistä voitaisiin ehkäistä maailmanlaajuisesti eri tuotantoketjuissa, on tärkeää tunnistaa, millä tavoin tuotteiden tuotantoketjut vaikuttavat luontokatoon. Tässä kandidaatintyössä selvitetään, mitkä ovat maailmanlaajuisen luontokadon keskeisimmät tekijät eli luontokadon ajurit sekä tutkitaan, millä tavoin maitosuklaan tuotantoketju linkittyy näihin. Maitosuklaan tuotantoketjua on relevanttia tutkia, sillä suklaan tuotannossa on kyse hyvin isoista markkinoista.

Työssä selvisi, että luontokadon viisi ajuria ovat kemiallinen saastuminen, elinympäristöjen häviäminen, lajien riistokäyttö, haitallisten vieraslajien leviäminen sekä ilmastonmuutos. Tutkimuksessa onnistuttiin tunnistamaan maitosuklaan tuotantoketjun ympäristövaikutusten kautta linkittyminen elinympäristöjen häviämiseen, kemialliseen saastumiseen ja ilmastonmuutokseen. Lisäksi maitosuklaan tuotantoketju linkittyy ilmastonmuutoksen kautta epäsuorasti haitallisten vieraslajien leviämiseen ja elinympäristöjen häviämiseen. Työssä tunnistettiin myös mahdollisuus haitallisten vieraslajien leviämiselle maitosuklaan tuotantoketjussa. Merkittävimmät vaikutukset luontokatoon maitosuklaan tuotantoketjussa on kaakaopapujen viljelyllä ja maitojauheen tuotannolla. Tutkimuksen tuloksia voi hyödyntää tunnistettaessa ja soveltaessa keinoja luontokadon ehkäisemiseen suklaan tuotantoketjussa tai samantyyppisissä tuotantoketjuissa. Työssä tunnistettiin lisätutkimuksen tarve maitosuklaan tuotantoketjun ympäristövaikutuksille sekä maitosuklaan tuotantoketjun yhteyksistä luontokatoon. Työssä havaittiin myös tarve jatkotutkimuksille, joissa selvitettäisiin maitosuklaan tuotantoketjun kvantitatiivisia vaikutuksia luontokatoon.

ABSTRACT

Lappeenranta–Lahti University of Technology LUT

LUT School of Energy Systems

Environmental Technology

Carla Ollikainen

Milk Chocolate's Production Chain's Connection to Biodiversity Loss

Bachelor's thesis

2024

30 pages and 4 figures

Examiner: Associate Professor Ville Uusitalo

Instructor: Junior Researcher Lauri Leppäkoski

Keywords: biodiversity loss, diversity of nature, drivers of biodiversity loss, chocolate's production chain

The ongoing extensive biodiversity loss threatens natural diversity and human existence. To prevent the emergence of biodiversity loss in different production chains, it's crucial to identify the ways that production chains impact this loss. This bachelor's thesis studies what the drivers of biodiversity loss are and examines how milk chocolate's production chain is connected to these. It is relevant to study milk chocolate's production chain due to the big chocolate market.

The research revealed that the five drivers of biodiversity loss are chemical pollution, habitat loss, exploitation of species, invasive species, and climate change. The study successfully identified the connection of milk chocolate's production chain to habitat loss, chemical pollution, and climate change through its environmental impacts. Milk chocolate's production chain also indirectly connects to invasive species and habitat loss through climate change. The study also identified a possibility of the spread of invasive species in milk chocolate's production chain. The most significant impacts on biodiversity loss within the production chain of milk chocolate are due to cocoa bean cultivation and milk powder production. The results of this study can be used to recognize and apply ways to prevent biodiversity loss in chocolate's production chain or in similar production chains. The need for further research on the environmental impacts of milk chocolate's production chain and its connections to biodiversity loss was noticed in this study. In addition, there's a need for studies where the effects of milk chocolate's production chain on biodiversity loss would be quantified.

SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO

Lyhenteet

| | |
|------|----------------------------------------------------------------------|
| GWP | Global Warming Potential (suom. lämmityspotentiaali) |
| LCA | Life Cycle Assessment (suom. elinkaariarviointi) |
| SDGs | Sustainable Development Goals (suom. kestävän kehityksen tavoitteet) |
| YK | Yhdistyneet kansakunnat |

Sisällysluettelo

Tiivistelmä

Abstract

Symboli- ja lyhenneluettelo

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Johdanto..... | 6 |
| 1.1. Työn tavoitteet, tutkimuskysymykset, rajaukset sekä tutkimusmenetelmät | 7 |
| 1.2. Työn rakenne..... | 8 |
| 2. Luontokadon ajurit | 9 |
| 2.1. Kemiallinen saastuminen | 9 |
| 2.2. Elinympäristöjen häviäminen..... | 10 |
| 2.3. Lajien riistokäyttö | 10 |
| 2.4. Haitallisten vieraslajien leviäminen | 11 |
| 2.5. Ilmastonmuutos | 12 |
| 3. Suklaan tuotanto | 14 |
| 3.1. Suklaan kulutus ja tuotanto | 14 |
| 3.2. Maitosuklaan tuotantoketjun vaiheet | 15 |
| 4. Maitosuklaan tuotantoketjun ympäristövaikutusten yhteys luontokatoon | 17 |
| 4.1. Menetelmät..... | 17 |
| 4.2. Tulokset..... | 18 |
| 4.2.1. Vaihe 1a: Kaakaopapujen tuotanto | 18 |
| 4.2.2. Vaihe 1b: Maitojauheen ja sokerin tuotanto | 20 |
| 4.2.3. Vaihe 2: Kaakaopapujen kuljettaminen | 22 |
| 4.2.4. Vaihe 3: Maitosuklaan tuotanto | 23 |
| 4.2.5. Energiankulutuksen vaikutus maitosuklaan tuotantoketjussa..... | 24 |
| 5. Keskustelu | 26 |
| 6. Johtopäätökset | 27 |
| Lähteet | 28 |

1. Johdanto

Luonnon monimuotoisuus eli biodiversiteetti tarkoittaa maapallolla olevien elämänmuotojen moninaisuutta ja erilaisuutta (Singh et al. 2021, 1). Luonnon monimuotoisuus takaa oleellisesti ihmisten olemassaolon; ihmiset tarvitsevat luonnon tarjoamia luonnonvaroja ja ekosysteemipalveluita selviytyäkseen, ja luonnonvarojen ja ekosysteemipalveluiden tarjonta sekä säilyvyys taas vaativat monimuotoisen luonnon ja moninaisten ekosysteemien olemassaolon (Li et al. 2023, 2; Singh et al. 2021, 1). Tänä päivänä luonnon monimuotoisuus on kuitenkin uhattuna, sillä maapallolla tapahtuu laajaa luontokatoa. Luontokato tarkoittaa luonnon monimuotoisuuden vähentymistä eli käytännössä se tarkoittaa esimerkiksi kasvi- ja eläinlajikantojen pienenemistä, joka voi pahimmassa tapauksessa johtaa eri lajien sukupuuttoon (Bellard et al. 2022, 1–2; Mikkelsen et al. 2007, 1). Nykypäivänä luontokato johtuu suurimmilta osin ihmisten toiminnan vaikutuksista luontoon ja näiden vaikutusten aiheuttamasta rajusta sukupuuttoaallostaa. Lajeja kuolee sukupuuttoon tänä päivänä ainakin sata kertaa nopeammin kuin koskaan aikaisemmin ja mahdollisesti vielä nopeamminkin. (Sharma & Mishra 2011, 1; Mikkelsen et al. 2007, 1.) Vuodesta 1500 lähtien sukupuuttoon kuolleita lajeja on kirjattu jo yli 900 (Bellard et al. 2022, 1).

Laaja luontokato uhkaa merkittävästi myös ihmisten hyvinvointia ja olemassaoloa (Bellard et al. 2022, 1; Sharma & Mishra 2011, 1), sillä luonnon monimuotoisuuden vähentyminen niukentaa luonnonvarojen saatavuutta sekä johtaa ekosysteemipalveluiden, kuten ravinnekierron, veden kierron ja ilmaston säätelemisen häiriöihin (Sharma & Mishra 2011, 1). Lisäksi ihmispopulaation jatkuva kasvaminen tekee tästä uhasta vieläkin merkittävämmän, sillä lähtökohtaisesti, mitä enemmän ihmisiä on tällä planeetalla, sitä enemmän luonnonvaroja myös kulutetaan ja tarvitaan, ja sitä enemmän aiheutuu myös luonnon monimuotoisuuden vähentymistä (Cafaro et al. 2022, 1). Luontokatoa on erityisen tärkeää pyrkiä ehkäisemään, jotta turvallinen tulevaisuus tuleville sukupolville voidaan taata.

YK:n kestävän kehityksen tavoitteissa (engl. Sustainable Development Goals, SDGs) vaaditaan vastuullista kuluttamista ja tuottamista korostaen esimerkiksi kestävien tuotantoketjujen tärkeyttä (SDG 12). Lisäksi siellä vaaditaan ekosysteemien suojelemista ja luontokadon ehkäisemistä (SDG 15). (Li et al. 2023, 2; García-Herrero et al. 2019, 1.) Etenkin ruokatuotteiden tuotantoketjuissa syntyy paljon eri ympäristövaikutuksia (García-Herrero et al.

2019, 1), joista vähintään osalla on yhteyksiä luonnon monimuotoisuuden vähentymiseen (da Costa et al. 2023, 1). On siis erityisen tärkeää tutkia ja tunnistaa ruokatuotteiden tuotantoketjujen vaikutuksia luontokatoon, jotta luontokadon syntymistä voitaisiin ehkäistä maailmanlaajuisesti eri tuotantoketjuissa.

Tässä kandidaatintyössä tutkitaan luontokadon keskeisimpiä tekijöitä, mitä näiden tekijöiden taustalla on sekä millä tavoin maitosuklaan tuotantoketju linkittyy näihin luontokadon tekijöihin ja luonnon monimuotoisuuden vähentymiseen. Tutkittavaksi kohteeksi valikoitui maitosuklaan tuotantoketju, sillä lähtökohtaisesti on tiedossa, että suklaan tärkeimmän raaka-aineen, kaakaopavun, viljelemiseen liittyy ympäristön kestävyuden kannalta ongelmia. Yleisesti ottaen minkä tahansa lajin viljelyllä on aina enemmän tai vähemmän ympäristövaikutuksia, joten on pääteltävissä, että näillä ympäristövaikutuksilla saattaa olla kaakaopavun kohdalla osuutta luontokatoon. Lisäksi suklaata on relevanttia tutkia, koska suklaamarkkinat ovat isot, suklaan kulutus on maailmanlaajuisesti kasvanut ja kasvun on arvioitu jatkuvan tulevaisuudessakin (Perez et al. 2021, 11; Afoakwa 2016, 17). Maitosuklaan tuotantoketjun linkittymistä luontokatoon ei ole koskaan aikaisemmin tutkittu.

1.1. Työn tavoitteet, tutkimuskysymykset, rajaukset sekä tutkimusmenetelmät

Tämän ympäristötekniikan kandidaatintyön tavoitteena on selvittää, mitkä ovat keskeisimpiä tekijöitä maailmanlaajuisessa luontokadossa sekä millä tavoin maitosuklaan tuotantoketju vaikuttaa luontokatoon näiden tekijöiden kautta. Työn tutkimuskysymykset ovat seuraavat: Mitkä ovat luontokadon keskeisimpiä tekijöitä eli luontokadon ajureita ja mistä nämä johtuvat? Miten maitosuklaan tuotantoketju linkittyy luontokatoon? Jotta jälkimmäiseen tutkimuskysymykseen voidaan vastata, on sitä varten työssä selvitettävä maitosuklaan tuotantoketjun vaiheet sekä jokaisen vaiheen ympäristövaikutukset.

Työssä käsitellään luontokadon viittä päätekijää eli niitä, jotka mainitaan kaikista useimpien eri tutkimuksissa. Nämä ovat kemiallinen saastuminen, elinympäristöjen häviäminen, lajien riistokäyttö, vieraslajien leviäminen sekä ilmastonmuutos (Sigmund et al. 2023, 2; Caro et al. 2021, 1; Singh et al. 2021, 1; Mikkelsen et al. 2007, 1). Muutamassa tutkimuksessa luontokadon tekijöiksi mainitaan myös luonnonkatastrofit, luonnonvarojen käyttäminen ja maatalouden laajentuminen (Caro et al. 2021, 1; Singh et al. 2021, 1; Mikkelsen et al. 2007, 1), mutta näiden käsittely rajataan tästä työstä pois, sillä ne sisältyvät jo edellä

mainittuihin luontokadon päätekijöihin. Tässä työssä myös maitosuklaan tuotantoketjusta on rajattu pois maitojauheen ja sokerin kuljetusvaihe, sillä tätä vaihetta ei käsitellä lainkaan työn aineistossa. Tuotantoketjuun liittyvän epäsuoran energiankulutuksen linkittymistä luontokatoon ei myöskään tutkita, jotta pysytään tämän työn tarkoituksen kannalta kaikissa olennaisimmissa asioissa. Näin myös vältetään työn pituuden paisumiselta.

Työ suoritetaan kirjallisuuskatsauksena ja vastauksia tutkimuskysymyksiin etsitään lukiemalla tieteellisiä artikkeleita ja relevantteja verkkojulkaisuja luotettavista lähteistä. Työn aineistona käytetään Scopuksesta, ScienceDirectistä ja Google Scholarista löytyviä tieteellisiä artikkeleita sekä luotettavien lähteiden, kuten WWF:n, verkkojulkaisuja. Aineisto on suurimmilta osin 2010- ja 2020-luvuilta, jotta työssä käytetään mahdollisimman uutta tietoa. Tässä työssä tulosten selvittämiseen, analysointiin ja esittämiseen käytetään soveltaen elinkaariajattelua (engl. life cycle thinking).

1.2. Työn rakenne

Ensimmäiseksi tässä työssä käydään läpi päätekijät eli ajurit, jotka vaikuttavat suoraan luonnon monimuotoisuuden vähentymiseen ja selvitetään, mistä nämä johtuvat. Tämän jälkeen nostetaan esille olennaisia seikkoja suklaan tuotannosta sekä käydään läpi maitosuklaan tuotantoketjun vaiheet alkutuotannosta valmiiseen tuotteeseen asti. Neljännessä luvussa nostetaan aikaisempien tutkimusten perusteella esille maitosuklaan tuotantoketjun eri vaiheiden ympäristövaikutuksia ja pyritään tunnistamaan näiden yhteyksiä luontokadon ajureihin ja luontokatoon. Neljännessä luvussa myös analysoidaan sitä, millä tavoin maitosuklaan tuotantoketjun vaiheet vaikuttavat luonnon monimuotoisuuden vähentymiseen. Lisäksi tässä nostetaan esille tuotantoketjun suoran energiankulutuksen vaikutuksia luontokatoon, koska suoraa energiankulutusta on tuotantoketjussa paljon. Tämän jälkeen on keskusteluosio, jossa pohditaan tutkimuksessa ja tuloksissa esille nousseita seikkoja. Aivan työn lopuksi tehdään johtopäätökset siitä, mihin luontokadon ajureihin maitosuklaan tuotantoketju linkittyy sekä siitä, mitkä tuotantoketjun vaiheet vaikuttavat eniten luonnon monimuotoisuuden vähentymiseen. Lisäksi johtopäätöksissä nostetaan esille lisätutkimusten tarve.

2. Luontokadon ajurit

Maailmanlaajuista luontokatoa aiheuttaa monet tekijät, joiden syntymiseen ihmistoiminta vaikuttaa. Tässä luvussa käydään läpi luontokadon viisi keskeisimpää tekijää, joita kutsutaan myös luontokadon ajureiksi. Luontokadon ajureiksi on tunnistettu kemiallinen saastuminen, elinympäristöjen häviäminen, lajien riistokäyttö, vieraslajien leviäminen sekä ilmastonmuutos (Sigmund et al. 2023, 2; Caro et al. 2021, 1; Singh et al. 2021, 1; Mikkelsen et al. 2007, 1). Lisäksi luonnonkatastrofit, luonnonvarojen käyttäminen ja maatalouden laajentuminen mainittiin joissakin tutkimuksissa luontokadon ajureiksi (Caro et al. 2021, 1; Singh et al. 2021, 1; Mikkelsen et al. 2007, 1), mutta näiden käsittely rajataan pois, koska ne sisältyvät jo edellä mainittuihin ajureihin. Tässä luvussa kerrotaan, mistä jokainen luontokadon ajuri johtuu sekä millä tavoin ajurit vaikuttavat luonnon monimuotoisuuden vähenemiseen.

2.1. Kemiallinen saastuminen

Ilman, maaperän ja vesistöjen kemiallinen saastuminen on yksi viidestä keskeisimmistä luontokadun ajureista ja se vaikuttaa sekä ilmaan, maaperään että vesistöihin. Luontoon päätyy saastuttavia kemikaaleja ihmisten toiminnan seurauksena monista eri lähteistä, ja saastuttavat kemikaalit voivat levitä laajalle sekä pysyä luonnossa jopa vuosikymmeniä (Cousins et al. 2022, 1). Kemikaaleja päätyy luontoon esimerkiksi maatalouden tuholaismyrkkujen sekä keinolannoitteiden käytön takia, ja etenkin suuria määriä typpeä sekä fosforia päätyy maatalouden harjoittamisen seurauksena maaperään sekä huuhtoutuneena vesistöihin. Lisäksi teollisuudesta päätyy luontoon eri kemikaaleja, kuten kaikenlaisia ilmansaasteita ja raskasmetalleja. Nämä ovat peräisin muun muassa tehtaista, louhoksista ja teollisuusjätteistä. Myös kulutustuotteiden käytön ja hävittämisen seurauksena päätyy kemikaaleja luontoon; etenkin suuria määriä mikromuovia, jotka päätyvät meriin. Eri kemikaaleja päätyy maaperään, ilmaan ja vesistöihin myös suurien teollisten onnettomuuksien, kuten öljyvuotojen, takia. (Sigmund et al. 2023, 3; Singh et al. 2021, 2.)

Ilman, maaperän ja vesistöjen kemiallinen saastuminen heikentävät kokonaisvaltaisesti ekosysteemien terveyttä ja niiden seuraukset voivat olla moninaisia sekä kauaskantoisia (Sigmund et al. 2023, 2). Saastuminen voi esimerkiksi vaikeuttaa eri lajien lisääntymistä,

heikentää eliöiden eloonjäämisen mahdollisuuksia, aiheuttaa epämuodostumia eliöille, aiheuttaa lajien käyttäytymiseen muutoksia ja aiheuttaa suoraan eliöiden kuolemia. Vesistöissä merkittävä ongelma on kemiallisesta saastumisesta johtuva rehevöityminen (Wang et al. 2021, 1). Nämä kaikki edellä mainitut kemiallisen saastumisen vaikutukset eri ekosysteemeissä voivat johtaa lajikantojen pienentymiseen ja täten heikentää luonnon monimuotoisuutta. (Sigmund et al. 2023, 5–7; Singh et al. 2021, 2; Wang et al. 2021, 1.)

2.2. Elinympäristöjen häviäminen

Elinympäristöjen häviäminen on luontokadon toinen merkittävä ajuri. Yin et al. (2021), Pardini et al. (2017) ja Hanskin (2011) mukaan tämä on maailmanlaajuisesti kaikista merkittävien uhka luonnon monimuotoisuudelle eli toisin sanoen voitaisiin väittää, että tämä on luontokadon pahin ajuri.

Elinympäristöjä häviää tuhoutumalla ja sirpaloitumalla pääasiassa maankäytön muutosten sekä ilmastonmuutoksen vaikutusten takia (Yin et al. 2021, 1; Hanski 2005, 1–3). Kun ihmiset muuntavat luonnonmukaisia elinympäristöjä esimerkiksi maa- ja metsätalousmaaksi, viljelymaaksi, eläinlaitumiksi, kaupungeiksi ja kyliksi sekä infrastruktuuriksi, se ajaa eri ekosysteemien populaatioita ja kokonaisia lajeja ahtaalle. Tämän seurauksena monet lajikannat pienenevät ja kuolevat sukupuuttoon. (Hanski 2011, 1.) Tämä tapahtuu, koska elinvoimaiset populaatiot eivät voi pysyä elinvoimaisina, jos niiden elinympäristöt muuttuvat liikaa niin etteivät nämä muuttuneet elinympäristöt pysty enää tarjoamaan populaatioille kaikkia edellytyksiä selviytyä hengissä (Hanski 2005, 1).

Kuten aikaisemmin kerrottiin, myös ilmastonmuutoksen vaikutukset aiheuttavat elinympäristöjen häviämistä saattaen eri lajeja uhanalaisiksi. Ilmastonmuutosta ja sen vaikutuksia käsitellään lisää myöhemmin omassa alakappaleessaan, sillä ilmastonmuutos on itsessään yksi luontokadon ajureista.

2.3. Lajien riistokäyttö

Lajien riistokäyttö on Caro et al. (2021) ja Rosser & Mainkan (2002) mukaan toiseksi pahin tekijä, joka ajaa lajeja sukupuuttoon heti elinympäristöjen häviämisen jälkeen. Lajien

riistokäyttö tarkoittaa lajiyksilöiden viemistä pois niiden luonnollisista elinympäristöistä ihmisten hyödyntämistarkoituksia varten sellaisella tahdilla, jolla populaatioiden ei ole mahdollista enää elpyä (Challender et al. 2023, 1). Riistokäyttöä on liallinen metsästäminen, laitton salametsästäminen, laitton villieläinkauppa ja äärimmäinen kalastaminen (Singh et al. 2021, 3; Sharma & Mishra 2011, 3). Lajeja riistokäytetään lähinnä niiden kaupallisen arvon vuoksi. Ihmiset haluavat eläimistä esimerkiksi lihaa sekä tiettyjä ruumiinosia, joita käytetään koristeina ja tuliaisina, kun taas kasveja halutaan esimerkiksi tutkimuskäyttöön tai lääkinällisten vaikutusten takia (Singh et al. 2021, 3). Riistokäyttö uhkaa eniten nisäkkäitä sekä lintuja (Bellard et al. 2022, 2).

Lajien riistokäytön vaikutukset luonnon monimuotoisuuden vähentymiseen ovat suoraviivaiset: koska riistokäytön seurauksena lajikannat ja populaatiot eivät ehdi elpyä, ne lopulta kuolevat sukupuuttoon, jos riistokäyttöä ei lopeteta tarpeeksi ajoissa. Riistokäyttö aiheuttaa haittaa myös muille lajeille ekosysteemin sisällä. Eri lajit saattavat joutua kärsimään riistokäytön seurauksena ruuan saatavuuden heikentymisestä (Singh et al. 2021, 3), minkä takia riistokäyttö uhkaa muidenkin kuin riistokäytettyjen lajien olemassaoloa.

2.4. Haitallisten vieraslajien leviäminen

Haitallisten vieraslajien leviäminen on yksi luontokadon ajureista. Vieraslajit ovat eläin-, kasvi- ja sienilajeja, jotka eivät ole alun perin olleet osana kyseistä ekosysteemiä vaan ovat kulkeutuneet sinne itse tai ihmisten mukana. Vieraslajit leviävät uusiin ekosysteemeihin ihmisten toiminnan seurauksena. Ne voivat löytää tiensä uusiin ekosysteemeihin esimerkiksi ihmisten matkalaukuissa, kansainvälisten kuljetusten mukana tai jos ihminen tarkoituksella tuo lajin mukanaan jonnekin, missä sitä ei luonnossa esiinny. (WWF n.d.) Vieraslajeja leviää myös ilmastonmuutoksen seurauksena uusille alueille, sillä ilmastonmuutoksen vaikutukset elinympäristöihin voivat laajentaa tai täysin muuttaa joidenkin lajien esiintyvyyssalueita (Sharma & Mishra 2011, 3).

Läheskään kaikki vieraslajit eivät ole haitallisia, mutta niitä, jotka horjuttavat ekosysteemin tasapainoa, kutsutaan haitallisiksi vieraslajeiksi (Singh et al. 2021, 3). Haitalliset vieraslajit menestyvät erityisen hyvin uudessa ekosysteemissä, jolloin ne saattavat lisääntyä nopeasti vieden elintilaa alkuperäisiltä lajeilta. Haitalliset vieraslajit voivat myös saalistaa kestävästi ekosysteemin alkuperäisiä eläinlajeja ja ne voivat syödä alkuperäisiä kasvilajeja liian

tehokkaasti. Lisäksi ne voivat tuoda ekosysteemiin mukansa tauteja tai loisia. Sen lisäksi, että haitalliset vieraslajit usein lisääntyvät nopeasti keskenään uudessa ekosysteemissään, ne saattavat risteytyä myös ekosysteemin alkuperäislajien kanssa, mikä voi johtaa geneettisen monimuotoisuuden heikentymiseen ekosysteemissä. (Singh et al. 2021, 3; WWF n.d.)

Haitalliset vieraslajit voivat siis monella tapaa hankaloittaa alkuperäislajien eloa ekosysteemissä sekä aiheuttaa alkuperäislajikantojen pienenemistä ja pahimmassa tapauksessa katoamista kyseisessä ekosysteemissä. Etenkin saarissa haitallisten vieraslajien leviäminen on suuri uhka luonnon monimuotoisuudelle ja usein jopa suurempi kuin luontokatoa aiheuttava elinympäristöjen häviäminen, joka taas on globaalisti merkittävin luontokadon ajuri (Bellard et al. 2022, 2). Lokaalilla tasolla tarkasteltuna vieraslajien leviäminen voi siis olla paljon merkittävämpi luontokadon ajuri kuin miltä se globaalilla tasolla saattaa ensiksi näyttää.

2.5. Ilmastonmuutos

Tänä päivänä ilmastonmuutos nähdään valtavirrassa ja mediassa isoimpana uhkana ihmis-kunnalle (Caro et al. 2021, 1). Sillä on osuutta luontokadon aiheuttajana, mutta se aiheuttaa luontokatoa hitaammalla tahdilla, kuin muut luontokadon ajurit (Bellard et al. 2022, 2; Caro et al. 2021, 2). Tämän takia ilmastonmuutoksen kokonaisvaltaiset vaikutukset luontokatoon eivät ole vielä tarkkaan tiedossa eikä vaikutusten laajuutta osata tarkasti ennustaa. Varmasti kuitenkin tiedetään, että ilmastonmuutos aiheuttaa muutoksia eri lajien elinympäristöissä ja eri puolilla maapalloa sijaitsevilla ekosysteemeillä (Hanski 2005, 3).

Tällä hetkellä käynnissä oleva ilmastonmuutos on ihmisten toiminnan aiheuttamaa kiihtyvää ilmastonmuutosta, jossa maapallon keskilämpötila nousee nopeammalla tahdilla kuin koskaan aikaisemmin. Maapallo lämpenee, sillä ilmakehään vapautuu jatkuvasti suuria määriä kasvihuonekaasuja, jotka moninkertaistavat auringonsäteilyn lämmittävää vaikutusta maahan. Tämä aiheuttaa eri puolilla maapalloa erinäisiä vaikutuksia. Joillakin maapallon alueilla ilmasto kuumenee entisestään ja joillakin taas kylmenee entisestään. Sään ääri-ilmiöt, kuten myrskytuulet, rankkasateet ja kuivuuskaudet, lisääntyvät ja näiden lisääntyminen taas aiheuttaa enenevässä määrin tulvia, maanvyörymiä ja maasto- sekä metsäpaloja. Tulvien, maanvyörymien ja maasto- sekä metsäpalojen seurauksena suuri määrä lajiyksilöitä kuolee ja näiden elinympäristöjä tuhoutuu. Ilmastonmuutoksen takia myös jäätiköt sulavat, mikä aiheuttaa merenpinnan nousua eri puolilla maapalloa. Lisäksi ilmastonmuutos lisää tautien

välittymistä. Kaikki nämä edellä mainitut ilmastonmuutoksen vaikutukset muuttavat eri lajien elinympäristöjä ja pienentävät populaatioiden kokoja. (Sharma & Mishra 2011, 2.)

On arveltu, että tulevaisuudessa ilmastonmuutos voi nousta yhä vakavammaksi uhaksi luonnon monimuotoisuudelle (Bellard et al. 2022, 2; Sharma & Mishra 2011, 2). Jo nyt ilmastonmuutoksen vaikutukset ovat muuttaneet eri lajien levinneisyyttä, käyttäytymistä, populaatioiden kokoja sekä lisännyt tautien ja tuholaisten leviämistä eri lajien keskuudessa. Nämä vaikutukset voivat ajaa itsestään tai yhdessä muiden luontokadon ajureiden kanssa lajeja sukupuuttoon tai sen partaalle. (Caro et al. 2021, 4; Sharma & Mishra 2011, 2.) Lisäksi, kuten aikaisemmin jo todettiin, ilmastonmuutos voi aiheuttaa elinympäristöjen tuhoutumista, joka on itsessään jo yksi pahimmista luontokadon ajureista.

3. Suklaan tuotanto

Tässä luvussa tarkastellaan maailmanlaajuisesti suklaan kulutusta ja suklaamarkkinoiden laajuutta, nostetaan esille olennaisia seikkoja suklaan tuotannosta sekä lopuksi käydään läpi suklaan tuotantoketjun vaiheet alkutuotannosta valmiiseen tuotteeseen asti.

3.1. Suklaan kulutus ja tuotanto

Suklaa on yksi maailman suosituimmista makeist tuotteista (Konstantas et al. 2018, 1), jota myydään esimerkiksi suklaalevyinä, -konvehteina ja -patukoina. Sitä käytetään paljon myös leivonnaisissa, kuten kekseissä ja kakuissa. Suklaan maailmanlaajuisen kulutuksen arvioitiin olevan noin 7,25 miljoonaa tonnia vuonna 2014 (Gallo et al. 2017, 4) ja vuonna 2015 suklaan maailmanlaajuisen myynnin arvioitiin olevan noin 101 miljardia Yhdysvaltain dollaria (Konstantas et al. 2018, 1). Euroopassa suklaan kulutus on maailman korkeinta ja kattaa maailmalajuisesta suklaan kulutuksesta noin 45 % (Konstantas et al. 2018, 1). Onkin arvioitu, että eurooppalainen ostaa keskimäärin 11 kilogrammaa suklaata vuodessa vuoden 2015 tilastojen mukaan (Gallo et al. 2017, 4). Suklaamarkkinoissa on siis kyse isosta liiketoiminnasta, mikä tekee suklaan tuotantoketjusta hyvin relevantin tutkimuskohteen ympäristövaikutusten ja luontokadon näkökulmasta. Pelkästään Suomessa suklaata syödään vuodessa yhteensä noin 25–35 miljoonaa kiloa, joka on keskimäärin noin 7 kilogrammaa tai noin 30 suklaalevyä henkilöä kohden (WWF 2022; Fazer n.d.).

Kaikista suosituin suklaalaatu kuluttajien keskuudessa on maitosuklaa (Gallo et al. 2017, 4) ja sitä myös tuotetaan kaikista eniten; 51 % maailman suklaan tuotannosta on nimenomaan maitosuklaan tuotantoa (Afoakwa 2016, 37). Tämän takia maitosuklaan tuotantoketju myös valittiin tämän kandidaatintyön tutkimuskohteeksi. Maitosuklaan, kuten minkä tahansa muunkin suklaalaadun, pääraaka-aineena toimii kaakaopavut. Kaakaopavuista saadaan suklaassa käytettävää kaakaomassaa sekä kaakaovoita. Kaakaovoita voidaan korvata myös jollain toisella rasvalla, kuten esimerkiksi palmuöljyllä. Muut maitosuklaan raaka-aineet ovat maito tai maitojauhe sekä sokeri. (Konstantas et al. 2018, 1–2; Gallo et al. 2017, 4; International Cocoa Organization 2012, 23; Fazer n.d.)

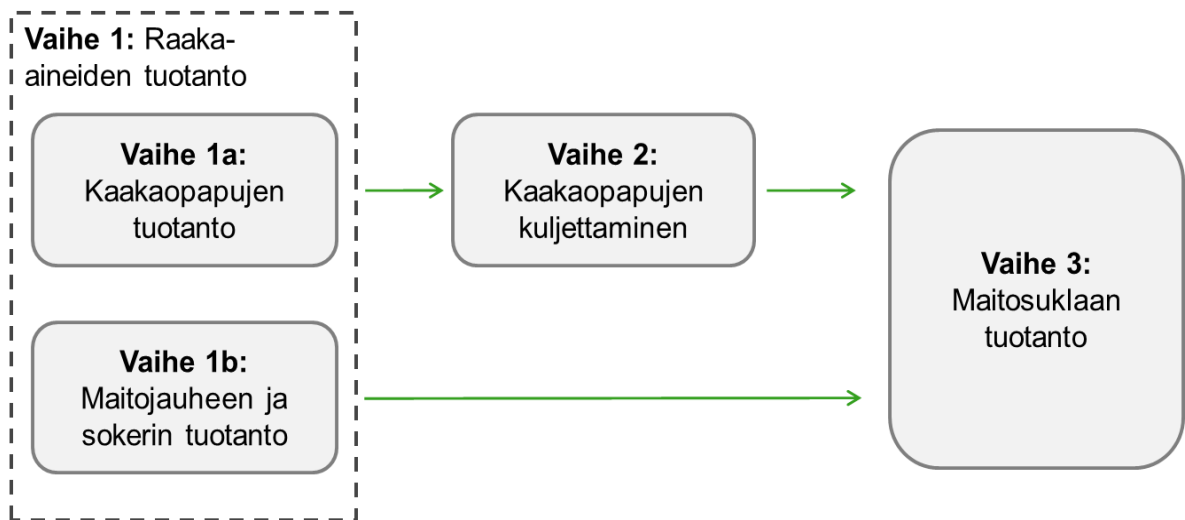
Suklaan pääraaka-ainetta, kaakaopapuja, saadaan kaakaopuista. Kaakaopuut tarvitsevat kasvaakseen korkean ilman kosteuden, korkean ilman lämpötilan sekä paljon auringonvaloa, minkä takia niitä kasvatetaan trooppisilla alueilla päiväntasaajan tuntumassa (Boegman et al. 2023, 1; Gallo et al. 2017, 4). Maailman kaakaoviljelmät ovat kooltaan yhteensä arviolta 8 miljoonaa hehtaaria (Afoakwa 2016, 1). Kaakaopapuja viljellään eniten Länsi-Afrikassa, jossa kaakaopapujen tuotanto kattaa noin 70 % koko maailman kaakaopapujen tuotannosta (Afoakwa 2016, 2). Pelkästään Norsunluurannikolla tuotetaan noin 40 % maailman kaakaopavuista tehden siitä isoimman kaakaopapujen tuottajamaan. Tätä seuraa Ghana ja Kamerun, joiden osuudet maailman kaakaopapujen tuotannosta ovat noin 17 % ja 7 %. (Pérez-Neira et al. 2020, 2.) Kaakaopapuja kasvatetaan lisäksi Keski- ja Etelä-Amerikassa sekä Kaakkois-Aasiassa esimerkiksi Ecuadorissa, Brasiliassa ja Indonesiassa (Konstantas et al. 2018, 1; Afoakwa 2016, 17). Kaakaopapujen kasvattamisesta 90–95 % tapahtuu pienviljelijöiden tiloilla (Afoakwa 2016, 17).

Ylivoimaisesti suurin osa suklaasta tuotetaan länsimaissa eikä kaakaopapujen alkuperämaissa esimerkiksi Etelä-Amerikassa tai Länsi-Afrikassa. Tämä näkyy myös kaakaopapujen varastoinnissa, sillä 72 % kasvatetuista kaakaopavuista on varastoitu kaakaon maahantuontimaissa ja vain 24 % kaakaopapujen tuotantomaissa (Afoakwa 2016, 26). Suklaan tuotantoketjussa on siis usein pitkät kuljetusmatkat kaakaopapujen alkuperämaiden sekä suklaan tuotantomaiden välillä. Suurin osa suklaasta tuotetaan Euroopassa (Afoakwa 2016, 26), missä suklaan kulutus on myös maailman korkeinta (Konstantas et al. 2018, 1).

3.2. Maitosuklaan tuotantoketjun vaiheet

Tässä työssä tarkastellaan maitosuklaan tuotantoketjua eli maitosuklaan tuotannon vaiheita alkutuotannosta täysin valmiiseen tuotteeseen asti. Työssä käsitellään maitosuklaata, jonka tuotanto tapahtuu Euroopassa tai USA:ssa, koska, kuten edellisessä luvussa kerrottiin, suurin osa suklaasta tuotetaan länsimaissa eikä kaakaopapujen alkuperämaissa. Maitosuklaan tuotantoketjun vaiheet on jaettu tässä työssä raaka-aineiden tuotantoon, kaakaopapujen kuljetamiseen niiden alkuperämaasta suklaan tuotantomaahan sekä viimeisenä suklaan tuotantoon (Pérez-Neira et al. 2020, 4; Busser & Jungbluth 2009, 3). Raaka-aineiden tuotanto on jaettu kahteen osaan; kaakaopapujen tuotantoon sekä maitojauheen ja sokerin tuotantoon. Tuotantoketjun vaiheet on havainnollistettu lohkokaaavion muodossa kuvassa 1.

Maitojauheen ja sokerin tuotantovaihetta käsitellään tässä työssä vain hyvin yleisellä tasolla, kun taas kaakaopapujen tuotantovaiheeseen syvennytään enemmän. Maitojauheen ja sokerin kuljetusvaihe on myös rajattu kokonaan pois. Tuotantoketjun vaiheiden lisäksi työssä kiinnitetään huomiota suoraan energiankulutukseen, sillä maitosuklaan tuotantoketju on hyvin energiariippuvainen (Pérez-Neira 2015, 8).



Kuva 1. Maitosuklaan tuotantoketjun vaiheet

Maitosuklaan tuotantoketjun päävaiheisiin sisältyy monia pienempiä vaiheita ja prosesseja. Kaakaopapujen tuotantovaiheeseen sisältyy kaakaopapujen viljely, sadonkorjuu, käyminen ja kuivattaminen (Pérez-Neira et al. 2020, 3–4). Maitosuklaan tuotantovaiheeseen taas sisältyy kaakaopapujen prosessointi, suklaan valmistaminen ja suklaan pakkaus (Konstantas et al. 2018, 2–3). Kaakaopapujen prosessointiin kuuluu kaakaopapujen kuorien poistaminen, kaakaopapujen puhdistus, paahtaminen ja jauhaminen (Beckett 2009) ja tuloksena saadaan suklaassa käytettävää kaakaomassaa sekä kaakaovoita. Suklaan valmistamiseen kuuluu raaka-aineiden sekoittaminen, valssaus eli hienontaminen, konssaus eli sekoittaminen isoissa säiliöissä, temperointi eli lämpökäsittely, muotoilu ja lopuksi jäähdytys (Konstantas et al. 2018, 2–3; Beckett 2009; Fazer n.d.). Suklaan pakkauksessa pakkausmateriaaleina käytetään alumiinifoliota, paperia ja yhdistelmämuoveja (García-Herrero et al. 2019, 4; Konstantas et al. 2018, 3; Busser & Jungbluth 2009, 3).

4. Maitosuklaan tuotantoketjun ympäristövaikutusten yhteys luontokatoon

Tässä luvussa keskitytään käsittelemään maitosuklaan tuotantoketjun eri vaiheiden kytkeytymistä luontokadon ajureihin ja sitä kautta luontokatoon. Luvussa kerrotaan ensimmäiseksi menetelmistä, joita käytettiin tulosten saamiseksi. Tämän jälkeen käsitellään ja analysoidaan itse tuloksia.

4.1. Menetelmät

Tässä kandidaatintyön osassa, jossa pyritään tunnistamaan maitosuklaan tuotantoketjun linkittymistä luontokatoon, käytetään aineistona eri tieteellisiä tutkimuksia, joissa on selvitetty suklaan elinkaaren ympäristövaikutuksia. Kun ympäristövaikutukset on saatu selville, pyritään tunnistamaan, mitkä näistä ympäristövaikutuksista linkittyvät luontokadon ajureihin ja millä tavoin. Linkittymisen tunnistamiseksi sovelletaan luvun 2 kirjallisuusselvitystä luontokadon ajureista ja näiden aiheuttajista.

Tulosten selvittämiseen käytetyissä tutkimuksissa suklaan elinkaaren ympäristövaikutuksia on selvitetty muun muassa elinkaariarvioiden (engl. life cycle assessment, LCA) kautta. Näissä tutkimuksissa suklaan elinkaaren pituudet sekä tehdyt rajaukset vaihtelevat. Esimerkiksi Konstantas et al. (2018) tutkimuksessa elinkaariarvioon on otettu mukaan kaikkien suklaan raaka-aineiden tuotannot sekä suklaan elinkaaren loppu aivan suklaan pakkauksen kierrätykseen asti. Sen sijaan esimerkiksi Pérez-Neira et al. (2020) tutkimuksessa elinkaariarvioon on otettu mukaan vain kaakaopapujen tuotanto eikä muiden suklaan raaka-aineiden tuotantoa ja elinkaariarvio loppuu jo siihen, kun suklaa saapuu jälleenmyyjälle. Tässä tutkimuksessa suklaan elinkaaren loppuosaa ei siis ole huomioitu.

Siitä huolimatta, että näissä tehdyissä tutkimuksissa suklaan elinkaaren pituudet ja rajaukset vaihtelevat, tutkimuksissa on tunnistettu samoja ympäristövaikutuksia samoissa suklaan elinkaaren vaiheissa. Toki huomioitavaa on, että näiden vaikutusten kvantitatiiviset suuruudet eri tutkimusten välillä eivät ole aina suoraan verrattavissa toisiinsa juurikin tutkimusten

rajausten vaihtelevuuden takia. Tässä kandidaatintyössä tarkoituksena ei ole kuitenkaan nostaa esille tai verrata näiden ympäristövaikutusten kvantitatiivisia suuruuksia vaan tarkastella ympäristövaikutuksia kvalitatiivisesta näkökulmasta ja pyrkiä tunnistamaan tutkimuksissa esiin nousseiden ympäristövaikutusten yhteyksiä luontokadon ajureihin ja luontokatoon.

Suurin osa tämän työn tulosten selvittämiseen käytetyistä tutkimuksista käsittelee tummaa suklaata ja vain kaksi niistä käsittelee maitosuklaata. Vaikka aineistona käytetyistä tutkimuksista moni käsittelee tumman suklaan elinkaaren ympäristövaikutuksia, voi niitä käyttää myös tunnistamaan maitosuklaan tuotantoketjun ympäristövaikutuksia, koska näiden kahden suklaalaadun tuotantoketjut ovat hyvin samankaltaiset. Käytännössä ainoat erot näissä kahdessa suklaassa on käytetyn maitojauheen, kaakaomassan ja kaakaovoin määrä. Maitosuklaassa käytetään enemmän maitojauhetta kuin tummassa suklaassa ja jossain tummassa suklaassa sitä ei käytetä laisinkaan (Busser & Jungbluth 2009, 4; Fazer n.d.). Lisäksi maitosuklaan tuotannossa käytetään enemmän kaakaovoita kuin kaakaomassaa ja tummassa suklaassa tämä on toisinpäin (Busser & Jungbluth 2009, 4).

4.2. Tulokset

Ympäristövaikutuksia, jotka ovat suoraan kytköksissä luonnon monimuotoisuuden vähentymiseen, on tunnistettavissa maitosuklaan tuotantoketjun jokaisessa vaiheessa sekä liittyen tuotantoketjun suoran energiankulutuksen vaatimaan energiantuotantoon. Jokaisen vaiheen tulokset kerrotaan omissa alaluvuissaan. Tästä lähtien tuotantoketjun eri vaiheisiin viitataan seuraavanlaisesti: kaakaopapujen tuotanto on vaihe 1a, maitojauheen ja sokerin tuotanto on vaihe 1b, kaakaopapujen kuljettaminen niiden alkuperämaasta suklaan tuotantomaahan on vaihe 2 ja suklaan tuotanto on vaihe 3. Suoraa energiankulutusta käsitellään viimeisenä.

4.2.1. Vaihe 1a: Kaakaopapujen tuotanto

Suurin osa maitosuklaan tuotantoketjun ympäristövaikutuksista johtuu tarkasteltujen suklaan elinkaariarvioiden mukaan tuotantoketjun alkupäästä eli maitosuklaan kaikkien raaka-aineiden tuotannosta (Konstantas et al. 2018, 1; Busser & Jungbluth 2009, 3; Ntiamoah & Afrane 2008, 3). Tässä alaluvussa käsitellään ainoastaan suklaan pääraaka-aineen eli

kaakaopapujen tuotantovaiheen ympäristövaikutuksia. Maitojauheen sekä sokerin tuotantovaiheen ympäristövaikutuksia käsitellään seuraavassa alaluvussa.

Kaakaopapujen tuotantovaihe aiheuttaa esimerkiksi maankäytön muutosta, metsäkatoa, maaperän ja vesistöjen kemiallista saastumista sekä rehevöitymistä ja lisäksi sillä on ilmastoa lämmittävä vaikutus (García-Herrero 2019, 4; Ingram et al. 2018, 1; Konstantas et al. 2018, 5–7; Ntiamoah & Afrane 2008, 3–4). Kaikki edellä mainitut ympäristövaikutukset ovat kytköksissä luonnon monimuotoisuuden vähentymiseen. Tarkemmin ottaen maankäytön muutos ja metsäkato linkittyvät elinympäristöjen häviämiseen, joka on yksi luontokadon ajureista, ja ilmastoa lämmittävä vaikutus taas linkittyy ilmastonmuutokseen eli toiseen ajuriin. Maaperän sekä vesistöjen kemiallinen saastuminen, johon myös rehevöityminen liittyy, on jo itsessään luontokadon ajuri. Ilmastonmuutoksen kautta kaakaopapujen tuotanto linkittyy epäsuorasti myös elinympäristöjen häviämiseen ja haitallisten vieraslajien leviämiseen, sillä ilmastonmuutoksella on osuutta näiden luontokadon ajurien aiheutumiseen.

Maitosuklaan koko tuotantoketjusta johtuva maankäytön muutos on laajinta raaka-aineiden tuotannossa (Konstantas et al. 2018, 7) ja kaakaopapujen tuotannolla on tähän merkittävä vaikutus maitojauheen ja sokerin tuotannon ohella. Kaakaopapujen viljeleminen aiheuttaa niiden tuotantovaiheessa maankäytön muutoksen takia laajaa metsäkatoa ja se onkin kaakaopapujen tuotantomaissa kaikista merkittävin syy metsäkadolle (Perez et al. 2020, 2; García-Herrero et al. 2019, 4). Vuosien 1988 ja 2007 välillä Länsi-Afrikassa kaakaopapujen tuotantomaissa katosi 2,3 miljoonaa hehtaaria metsää kaakaopapujen viljelyn seurauksena. Ongelmallista kaakaopapujen viljelemisessä on myös se, että Länsi-Afrikan maissa niitä viljellään osittain laittomasti luonnonsuojelualueilla. (García-Herrero et al. 2019, 4.) Koska metsäkatoa syntyy kaakaopapujen viljelemisestä näin paljon, voidaan olettaa, että siitä aiheutuva elinympäristöjen häviäminen ja luontokato on lokaalisti hyvin merkittävää.

Myös globaalisti tarkasteltuna kaakaopapujen viljelemiseen liittyvä metsäkato ja siitä johtuva elinympäristöjen häviäminen on merkittävä asia, sillä kaikki maailman kaakaoviljelmät, jotka ovat kooltaan yhteensä noin 8 miljoonaa hehtaaria (Afoakwa 2016, 1), sijaitsevat trooppisilla alueilla. Merkittävyyttä korostaa entisestään se, että trooppisissa sademetsissä yksi metsäkadon päätekijöistä on nimenomaan kaakaopapujen viljeleminen (Boegman et al. 2023, 1). Trooppisilla alueilla luonto on maailman rikkainta, joten siellä tapahtuva metsäkato ja elinympäristöjen häviäminen johtaa huomattavaan luonnon monimuotoisuuden vähentymiseen (Boegman et al. 2023, 1).

Maitosuklaan tuotantoketjussa myös vesistöjen rehevöitymistä aiheutuu eniten maitosuklaan raaka-aineiden tuotannon takia. Maitosuklaan raaka-aineista kaakaopapujen tuotanto aiheuttaa toiseksi eniten vesistöjen rehevöitymistä heti maitojauheen tuotannon jälkeen. (Konstantas et al. 2018, 5.) Kaakaopapujen tuotannossa viljelyllä on suurin vaikutus rehevöitymiseen (Ntiamoah & Afrane 2008, 3). Kaakaopuiden kasvatuksessa käytetään keinolannoitteita, joiden sisältämät kemikaalit kerääntyvät maaperään ja vesistöihin, mikä aiheuttaa kemiallista saastumista ja vesistöissä etenkin rehevöitymistä (da Costa et al. 2023, 1–2; Ntiamoah & Afrane 2008, 3). Lisäksi niiden kasvatuksessa käytetään säännöllisesti tuholaismyrkkyjä, jotka sisältävät muun muassa isoja määriä eri raskasmetalleja. Pitkällä aikavälillä näitä raskasmetalleja alkaa kerääntymään kaakaopapuviljelmien lähistölle maaperään sekä eläinten turkkeihin ja mahdollisesti eläinten elimistöihin. (da Costa et al. 2023, 1–2.) Tuholaismyrkkyjen ja keinolannoitteiden käyttö kaakaopapujen tuotantovaiheessa aiheuttaa siis merkittävää kemiallista saastumista ja sitä kautta luontokatoa. Trooppiset alueet, joilla kaakaopapuja viljellään, ovat muutenkin erityisen alttiita ympäristön pilaantumiselle (Boegman et al. 2023, 3).

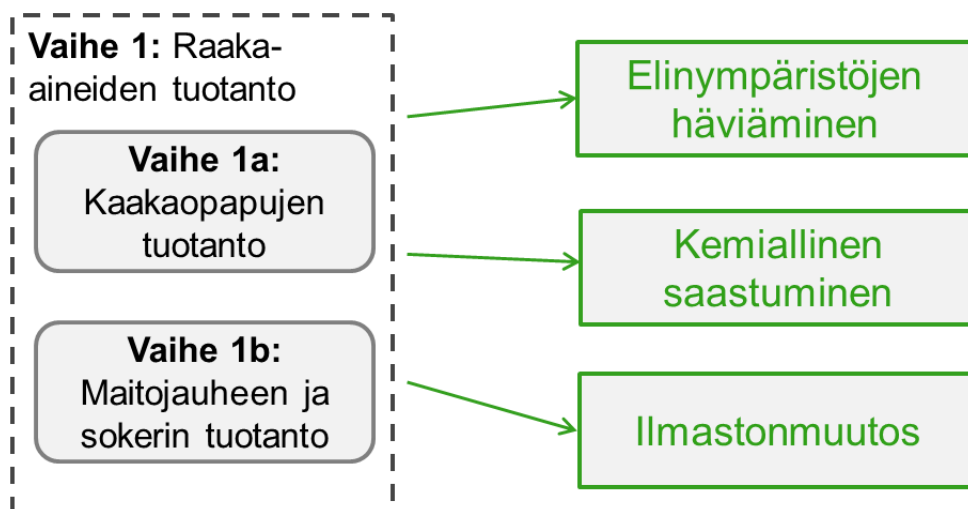
Suklaan raaka-aineiden tuotannolla on isoin lämmityspotentiaali eli GWP-arvo (engl. global warming potential) maitosuklaan tuotantoketjussa. Lämmityspotentiaali kuvastaa ilmastoa lämmittävää vaikutusta eli vaikutusta ilmastonmuutokseen. (Konstantas et al. 2018, 5.) Kaakaopapujen tuotantovaihe vaikuttaa hyvin merkittävästi raaka-aineiden tuotannon lämmityspotentiaaliin ja sillä onkin maitojauheen tuotannon jälkeen toiseksi isoin lämmityspotentiaali raaka-aineiden keskuudessa. Huomioitavaa kuitenkin on, että kaakaopapujen tuotannon lämmityspotentiaali kolmin- tai nelinkertaistuu, jos tässä huomioidaan myös niiden viljelyyn liittyvä maankäytön muutos. Tällöin kaakaopapujen tuotannon lämmityspotentiaali kasvaa suuremmaksi kuin maitojauheen tuotannon lämmityspotentiaali. (Konstantas et al. 2018, 8.) Tämä johtuu siitä, että maankäytön muutoksesta aiheutuva metsäkato trooppisilla alueilla, joilla kaakaopapuja viljellään, johtaa huomattaviin hiilidioksidipäästöihin (Boegman et al. 2023, 1).

4.2.2. Vaihe 1b: Maitojauheen ja sokerin tuotanto

Kuten edellisessä alaluvussa nousi esille, suurin osa maitosuklaan tuotantoketjun ympäristövaikutuksista johtuu maitosuklaan kaikkien raaka-aineiden tuotannosta (Konstantas et al.

2018,1; Busser & Jungbluth 2009, 3; Ntiamoah & Afrane 2008, 3). Maitosuklaan valmistamisessa käytettävällä maitojauheella ja sokerilla on siis myös merkittäviä ympäristövaikutuksia maitosuklaan tuotantoketjussa ja osa näistä ympäristövaikutuksista linkittyy luontokatoon. Soveltaen Konstantas et al. (2018) tutkimuksen tuloksia voidaan todeta, että vaikka kaakaopapujen tuotanto aiheuttaa sekä lokaalisti että globaalisti merkittävää maankäytön muutosta, aiheuttaa maitojauheen ja sokerin tuotanto tätä vieläkin enemmän. Tarkemmin ottaen maitosuklaan raaka-aineista eniten maankäytön muutosta aiheuttaa maitojauheen tuotanto, toiseksi eniten sokerin tuotanto ja kolmanneksi eniten kaakaopapujen tuotanto (Konstantas et al. 2018, 7). Maitojauheen tuotannolla on suurin vaikutus vesistöjen rehevöitymiseen maitosuklaan raaka-aineiden kesken ja sokerin tuotannolla vaikutus on taas pienin. Maitojauheen tuotantovaiheella on myös suurin ilmastoa lämmittävä vaikutus eli lämmityspotentiaali. Tämä on kuitenkin vain, jos kaakaopapujen tuotantovaiheen lämmityspotentiaalissa ei huomioida maankäytön muutoksen vaikutuksia. (Konstantas et al. 2018, 5–8.)

Maitosuklaan tuotantoketjussa maitojauheen ja sokerin tuotantovaihe linkittyy siis kolmeen luontokadon ajuriin, jotka ovat ilmastonmuutos, elinympäristöjen häviäminen ja kemiallinen saastuminen. Kaikkien maitosuklaan raaka-aineiden tuotanto linkittyy luontokatoon siis samojen ajurien kautta (kuva 2). Ilmastonmuutokseen linkittymisen kautta myös maitojauheen ja sokerin tuotannolla on epäsuoraa vaikutusta elinympäristöjen häviämiseen ja haitallisten vieraslajien leviämiseen.

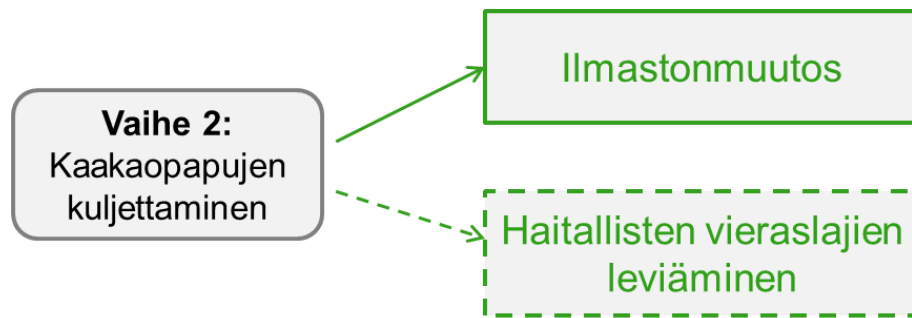


Kuva 2. Maitosuklaan raaka-aineiden tuotannon linkittyminen luontokatoon

Maitosuklaassa käytettävän maitojauheen määrä vaikuttaa hyvin merkittävästi suklaan tuotantoketjun ympäristövaikutuksiin; kun maitojauhetta käytetään maitosuklaassa vähemmän myös ympäristövaikutukset, etenkin vaikutukset rehevöitymiseen, maankäytön muutokseen ja lämmityspotentiaaliin eli GWP:hen, vähenevät huomattavasti (Konstantas et al. 2018, 8). Voidaan siis todeta, että maitojauheen tuotannolla on hyvin merkittävä ja jopa isoin tai vähintään toiseksi isoin vaikutus luontokatoon maitosuklaan tuotantoketjussa.

4.2.3. Vaihe 2: Kaakaopapujen kuljettaminen

Kaakaopapujen kuljettaminen niiden alkuperämaasta suklaan tuotantomaahan aiheuttaa luontokatoa ilmastonmuutoksen ja mahdollisesti myös haitallisten vieraslajien leviämisen kautta (kuva 3). Kaakaopapujen kuljetuksella alkuperämaasta suklaan tuotantomaahan on ilmastonmuutosta kiihdyttävä vaikutus (García-Herrero et al. 2019, 4), sillä kaakaopapujen kuljetuksesta syntyy huomattavasti kasvihuonekaasupäästöjä (Perez 2020, 2). Tämä vaikutus ilmastonmuutokseen vaihtelee kuljetusmatkojen pituuksien sekä kuljetusmuotojen mukaan. Kaakaopapuja voidaan kuljettaa esimerkiksi laivalla, rekalla tai lentokoneella (Pérez-Neira et al. 2020, 4; Busser & Jungbluth 2009, 3–4). Pérez-Neira et al. (2020) tutkimuksessa selvisi, että Ecuadorissa kasvatettujen kaakaopapujen kuljetuksen hiilijalanjäljen osuus koko suklaan tuotantoketjun hiilijalanjäljestä on 8,9–51,1 % välillä riippuen kuljetusmuodosta ja siitä, valmistetaanko suklaa Ecuadorissa, USA:ssa vai Euroopassa. Koska kaakaopapujen kuljetusmatkat ovat usein hyvin pitkät suklaan tuotantomaihin, voi kuljetuksesta syntyvät päästöt olla merkittäviä ja kuljetuksella voi olla merkittävä vaikutus ilmastonmuutokseen. Koska kaakaopapujen kuljetuksella on enemmän tai vähemmän ilmastonmuutosta kiihdyttävä vaikutus, on kuljetuksella samalla myös epäsuora vaikutus elinympäristöjen häviömiseen ja haitallisten vieraslajien leviämiseen, sillä ilmastonmuutos aiheuttaa näitä.

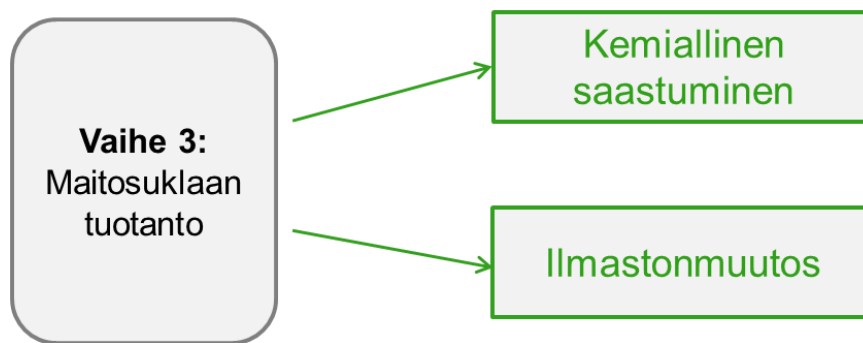


Kuva 3. Kaakaopapujen kuljettamisen linkittyminen luontokatoon

Työn aineiston perusteella ei selviä, leviääkö tai onko joitakin haitallisia vieraslajeja levinnyt kaakaopapujen kuljettamisen seurauksena uusille alueille. Tätä voidaan kuitenkin pitää mahdollisena, sillä, kuten tämän työn toisessa pääluvussa selvisi, haitallisia vieraslajeja leviää paljon kansainvälisten kuljetusten mukana. Työn aineiston valossa ei voida kuitenkaan olla täysin varmoja siitä, onko juuri kaakaopapujen kuljettamisella osuutta leviämisessä.

4.2.4. Vaihe 3: Maitosuklaan tuotanto

Maitosuklaan tuotantovaihe aiheuttaa toiseksi eniten ympäristövaikutuksia maitosuklaan tuotantoketjussa heti raaka-aineiden tuotannon (vaihe 1) jälkeen (Konstantas et al. 2018, 1). Maitosuklaan tuotantovaiheella onkin toiseksi suurin vaikutus ilmaston lämpenemiseen sekä vesistöjen rehevöitymiseen maitosuklaan tuotantoketjussa (Konstantas et al. 2018, 5; Busser & Jungbluth 2009, 3–4). Se aiheuttaa luontokatoa siis ilmastonmuutoksen ja kemiallisen saastumisen kautta (kuva 4). Lisäksi se linkittyy epäsuorasti elinympäristöjen häviämiseen ja haitallisten vieraslajien leviämiseen ilmastonmuutoksen kautta.



Kuva 4. Maitosuklaan tuotannon linkittyminen luontokatoon

Merkittävin vaikutus ilmastonmuutokseen ja kemialliseen saastumiseen aiheutuu maitosuklaan tuotantovaiheessa kaakaopapujen prosessoinnin sekä maitosuklaan valmistamisen seurauksina. Suklaan pakkauksella taas on pienin vaikutus näihin (Busser & Jungbluth 2009, 3). Toisaalta Perez (2020) et al. tutkimuksen mukaan suklaan pakkausmateriaalien ympäristövaikutuksia on jonkun verran aliarvioitu.

4.2.5. Energiankulutuksen vaikutus maitosuklaan tuotantoketjussa

Maitosuklaan tuotantoketju on erittäin riippuvainen energiasta (Pérez-Neira 2015, 8). Suoraa energiankulutusta on maitosuklaan tuotantoketjussa raaka-aineiden tuotantovaiheessa sekä suklaan tuotantovaiheessa. Suurin energiantarve maitosuklaan tuotantoketjussa on tunnistettu olevan raaka-aineiden tuotannossa eli kaakaopapujen, maitojauheen ja sokerin tuotannossa (Pérez-Neira et al. 2020, 2; García-Herrero et al. 2019, 4; Konstantas et al. 2018, 5). Toiseksi suurin energiantarve on tunnistettu olevan suklaan tuotantovaiheessa (García-Herrero et al. 2019, 4; Konstantas et al. 2018, 5). Konstantas et al. (2018) tekemästä tutkimuksesta selvisi, että Yhdistyneessä kuningaskunnassa tuotetun maitosuklaan tuotantoketjussa kuluu 31–40 MJ energiaa yhtä kiloa tuotettua maitosuklaata kohden. Tässä tutkimuksessa tuotantoketjussa maitosuklaan kaakaopavut olivat peräisin Länsi-Afrikasta. Kaikista maitosuklaan raaka-aineista maitojauheen tuotannolla on suurin energiantarve (Konstantas et al. 2018, 5).

Kaakaopapujen tuotantovaiheessa energiaa kuluu esimerkiksi kastelulaitteiden käytössä (Pérez-Neira et al. 2020, 5). Maitosuklaan tuotantovaiheessa paljon energiaa kuluu

tuotannon koneiden ja laitteiden käytössä (Konstantas et al. 2018, 5; Ntiamoah & Afrane 2008, 4). Esimerkiksi kaakaopapujen paahtaminen ja suklaan lämpökäsittely vaativat hyvin korkeita lämpötiloja (Perez et al. 2020, 3), joten näissä prosesseissa kuluu paljon lämpöenergiaa. Myös suklaan pakkausvaiheessa kuluu lämpöä pakkausmateriaalien muotoiluun (García-Herrero et al. 2020, 4).

Energiankäytöllä on ilmastoa lämmittävä vaikutus (García-Herrero et al. 2020, 4; Ntiamoah & Afrane 2008, 4) eli suklaan tuotantoketjun energiankäyttö on kytköksissä ainakin yhteen luontokadon ajuriin, ilmastonmuutokseen. Ilmastonmuutoksen kautta energiankäytöllä on myös epäsuora yhteys kahteen muuhunkin luontokadon ajuriin, elinympäristöjen häviämiseen ja haitallisten vieraslajien leviämiseen, sillä ilmastonmuutos aiheuttaa näitä.

5. Keskustelu

Tutkiessa tämän työn tuloksia on tärkeää huomioida, että työn lähtökohtana pyrittiin tunnistamaan ja päättelemään, mitkä maitosuklaan tuotantoketjun ympäristövaikutukset aiheuttavat luontokatoa soveltaen luvun 2 kirjallisuusselvitystä, ja että kaikkia kytköksiä luontokatoon ja luontokadon ajureihin ei välttämättä ole kuitenkaan onnistuttu tunnistamaan. Tämä johtuu siitä, ettei tuloksia selvittäessä löytynyt tutkimuksia, joissa käsiteltäisiin suoraan suklaan tuotantoketjun tai elinkaaren vaikutuksia luonnon monimuotoisuuden vähenemiseen. Joissakin tutkimuksissa saatetaan ohimennen mainita, että suklaan tuotantoketju aiheuttaa biodiversiteetin vähentymistä, muttei tätä analysoida sen syvällisemmin.

Tämän työn tuloksia selvittäessä huomattiin myös, että tutkimuksista, joissa käsitellään elinkaariarvioiden kautta suklaan tuotantoketjun ympäristövaikutuksia, puuttuu kokonaan indikaattori luontokadolle. Myös yhtäkään luontojalanjälkilaskelmaa ei oletettavasti ole tehty suklaan tuotantoketjulle tai elinkaarelle, koska tällaista tutkimusta ei löytynyt. Työtä tehtäessä esille nousee siis selkeä tarve jatkotutkimuksille, joissa selvitettäisiin suklaan ja erityisesti maitosuklaan tuotantoketjun tai sen koko elinkaaren kvantitatiivisia vaikutuksia luontokatoon esimerkiksi luontojalanjälkilaskelmalla ja joissa analysoitaisiin syvällisemmin näiden vaikutusten syitä.

Tämän työn tuloksia koskien maitosuklaan tuotantoketjun yhteyksiä luontokatoon voidaan soveltaa myös tumman suklaan tuotantoketjuun, sillä maitosuklaan ja tumman suklaan tuotantoketjut ovat hyvin samankaltaiset ja niiden tuotannossa käytetään samoja raaka-aineita, mutta vain eri määriä. Lähes kaikki tämän työn tuloksien selvittämiseen käytetyistä tutkimuksista käsittelevät tummaa suklaata ja tätä kandidaatintyötä tehtäessä löytyi vain kaksi maitosuklaata käsittelevää tutkimusta. Maitosuklaan elinkaaren ympäristövaikutuksia olisi hyvä tutkia enemmän, sillä se on maailmanlaajuisesti kaikista suosituin ja kulutetuin suklaalaji (Gallo et al. 2017, 4). Lisätutkimus maitosuklaan tuotantoketjun ympäristövaikutuksille olisi siksikin tärkeää, että maitosuklaassa käytetään tummaan suklaaseen verrattuna paljon enemmän maitojauhetta ja juuri tämä maitojauheen käyttö vaikuttaa tulosten mukaan suklaan raaka-aineiden tuotannossa eniten ilmastonmuutokseen ja maankäytön muutokseen ja sillä on myös merkittävä vaikutus vesistöjen kemialliseen saastumiseen.

6. Johtopäätökset

Tässä työssä selvitettiin, että luontokadon viisi päätekijää eli ajuria ovat kemiallinen saastuminen, elinympäristöjen häviäminen, lajien riistokäyttö, haitallisten vieraslajien leviäminen ja ilmastonmuutos. Lisäksi työssä selvitettiin, mistä asioita nämä luontokadon ajurit johtuvat ja että ihmisten toiminta vaikuttaa näihin olennaisesti.

Työssä onnistuttiin tunnistamaan maitosuklaan tuotantoketjun linkittyminen ympäristövaikutusten kautta kolmeen luontokadon ajuriin: kemialliseen saastumiseen, elinympäristöjen häviämiseen ja ilmastonmuutokseen. Ilmastonmuutokseen linkittymisen kautta maitosuklaan tuotantoketju linkittyy myös epäsuorasti elinympäristöjen häviämiseen ja haitallisten vieraslajien leviämiseen. Työssä tunnistettiin myös mahdollisuus sille, että kaakaopapujen kuljettamisen seurauksena leviää tai on jo levinnyt haitallisia vieraslajeja. Työssä ei tunnistettu lajien riistokäyttöön minkäänlaista linkittymistä.

Tuloksista selvisi, että koko maitosuklaan tuotantoketju huomioiden eniten luontokatoa aiheuttaa kaakaopapujen viljely ja maitojauheen tuotanto. Raaka-aineiden tuotantovaiheella on siis maitosuklaan tuotantoketjussa merkittävimmät vaikutukset luontokatoon. Toiseksi merkittävimmät vaikutukset luontokatoon on maitosuklaan tuotantovaiheella. Tehty tutkimus saavutti sille asetetut tavoitteet ja lisäksi tutkimus loi jotain uutta, sillä maitosuklaan tuotantoketjun yhteyksiä luonnon monimuotoisuuden vähentymiseen ei ole aikaisemmin erikseen tutkittu.

Tämän tutkimuksen tuloksia selvittäessä tunnistettiin lisätutkimuksen tarve maitosuklaan tuotantoketjun ympäristövaikutuksille sekä maitosuklaan tuotantoketjun yhteyksistä luontokatoon. Tämä kandidaatintyö voisi toimia inspiraationa samankaltaisille lisätutkimuksille. Tämän tutkimuksen tuloksia voi hyödyntää tunnistettaessa ja soveltaessa keinoja luontokadon ehkäisemiseen suklaan tuotantoketjussa tai samantyyppisissä tuotantoketjuissa. Tämä tukisi myös YK:n kestävän kehityksen tavoitteiden vaatimuksia luontokadon ehkäisemiselle sekä kestävien tuotantoketjujen luomiselle. Tutkimuksen tuloksia voitaisiin myös hyödyntää jatkotutkimuksissa, joissa selvitettäisiin suklaan tuotantoketjun tai kaakaopavun viljelemisen kvantitatiivisia vaikutuksista luontokatoon, sillä tällaisia tutkimuksia ei vielä ole. Jatko-tutkimusaiheena voisi olla myös maitosuklaan tuotantoketjun luontojalanjäljen laskeminen.

Lähteet

- Afoakwa Emmanuel Ohene. 2016. *Chocolate science and technology*. 2. p. Yhdistynyt Kuningaskunta: Wiley-Blackwell. 536 s. ISBN 978-1-1189-9.
- Beckett Steve T. (toim.). 2011. *Industrial chocolate manufacture and use*. 4. p. Yhdistynyt Kuningaskunta: Wiley-Blackwell. ISBN-13: 987-1-4051-3949-6.
- Bellard Céline, Marino Clara & Courchamp Franck. 2022. Ranking threats to biodiversity and why it doesn't matter. *Nature Communications*.
- Boegman Sidney James et al. 2023. Seeing through transparency in the craft chocolate industry: The what, how, and why of cacao sourcing. *Journal of Agriculture and Food Research*.
- Büsser Sybille & Jungbluth Niels. 2009. LCA of chocolate packed in aluminium foil based packaging. ESU-services Ltd. Uster, Switzerland.
- Cafaro Philip, Hansson Pernilla & Götmark Frank. 2022. Overpopulation is a major cause of biodiversity loss and smaller human populations are necessary to preserve what is left. *Biological Conservation*.
- Caro Tim et al. 2021. An inconvenient misconception: Climate change is not the principal driver of biodiversity loss. *Conservation Letters*.
- Challender Daniel W. S. et al. 2023. Identifying species likely threatened by international trade on the IUCN Red List can inform CITES trade measures. *Nature Ecology & Evolution*.
- Cousins Ian T. et al. 2022. Outside the Safe Operating Space of a New Planetary Boundary for Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS). *Environmental Science & Technology*.
- da Costa Letícia Soto, de Souza Adailson Pereira & Bovendorp Ricardo Siqueira. 2023. Heavy metals in hair of small mammals from the cacao agroforestry and Brazilian Atlantic Forest. *Global Ecology and Conservation*.
- Fazer. n.d. Suklaan lyhyt oppimäärä. [Verkköjulkaisu]. [Viitattu 8.11.2023]. Saatavissa: <https://www.fazer.fi/tuotteet/suklaa/artikkelit/suklaan-lyhyt-oppimaara/>

Gallo Peter Jack, Antolin-Lopez Raquel & Montiel Ivan. 2017. Associative Sustainable Business Models: Cases in the bean-to-bar chocolate industry. *Journal of Cleaner Production*.

García-Herrero Laura, De Menna Fabio & Vittuari Matteo. 2019. Sustainability concerns and practices in the chocolate life cycle: Integrating consumers' perceptions and experts' knowledge. *Sustainable Production and Consumption*.

Hanski Ilkka. 2005. Landscape fragmentation, biodiversity loss and the societal response. *EMBO reports*.

Hanski Ilkka. 2011. Habitat Loss, the Dynamics of Biodiversity, and a Perspective on Conservation. *Ambio*.

Ingram Verina et al. 2018. The impacts of cocoa sustainability initiatives in West Africa. *Sustainability*.

International Cocoa Organization. 2012. *The World Cocoa Economy: Past and Present*. London. 43 s.

Konstantas Antonios et al. 2018. Environmental impacts of chocolate production and consumption in the UK. *Food research international*.

Li Fufu et al. 2023. Biodiversity loss through cropland displacement for urban expansion in China. *Science of The Total Environment*.

Mikkelsen, Gregory M., Gonzalez Andrew & Peterson Garry D. 2007. Economic inequality predicts biodiversity loss. *PloS one*.

Ntiamoah Augustine & Afrane George. 2008. Environmental impacts of cocoa production and processing in Ghana: life cycle assessment approach. *Journal of Cleaner Production*.

Pardini Renata, Nichols Elizabeth & Püttker Thomas. 2017. Biodiversity response to habitat loss and fragmentation. *Encyclopedia of the Anthropocene*.

Perez Maria, Lopez-Yerena Anallely & Vallverdú-Queralt Anna. 2020. Traceability, authenticity and sustainability of cocoa and chocolate products: A challenge for the chocolate industry. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*.

Pérez-Neira David. 2015. Energy sustainability of Ecuadorian cacao export and its contribution to climate change. A case study through product life cycle assessment. *Journal of Cleaner Production*.

Pérez-Neira David et al. 2020. Transportation can cancel out the ecological advantages of producing organic cacao: The carbon footprint of the globalized agrifood system of ecuadorian chocolate. *Journal of Environmental Management*.

Rosser Alison M. & Mainka Sue A. 2002. Overexploitation and species extinctions. *Conservation Biology*.

Sharma Dushyant Kumar & Mishra J. K. 2011. Impact of environmental changes on biodiversity. *Indian Journal of Scientific Research*.

Sigmund Gabriel et al. 2023. Addressing chemical pollution in biodiversity research. *Global Change Biology*.

Singh Vijeta, Shukla Shikha & Singh Anamika. 2021. The principal factors responsible for biodiversity loss. *Open Journal of Plant Science*. ISSN: 2640–7906.

Wang Huan et al. 2021. Eutrophication causes invertebrate biodiversity loss and decreases cross-taxon congruence across anthropogenically-disturbed lakes. *Environmental International*.

WWF. n.d. Vieraslajit. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 10.10.2023]. Saatavissa: <https://wwf.fi/uhat/vieraslajit/>

WWF. 2022. Näillä vinkeillä nautit suklaasi ilman metsäkatoa. [Verkkajulkaisu]. Julkaistu 8.12.2022. [Viitattu 9.11.2023]. Saatavissa <https://wwf.fi/uutiset/2022/12/nailla-vinkeilla-nautit-suklaasi-ilman-metsakatoa/>

Yin Deyi, Ye Qing & Cadotte Marc W. 2021. Habitat loss-biodiversity relationships are influenced by assembly processes and the spatial configuration of area loss. *Forest Ecology and Management*.