Tartu Ülikool

Loodus- ja täppisteaduste valdkond

Ökoloogia ja maateaduste instituut

Botaanika osakond

Annaliisa Väljaots

Inimeste toitumisvalikute mõjud keskkonnale ja elurikkusele

Bakalaureusetöö (12 EAP)

Bioloogia ja elustiku kaitse

Juhendaja: Riin Tamme, PhD

Tartu 2025

Infoleht

Inimeste toitumisvalikute mõjud keskkonnale ja elurikkusele

Selles bakalaureusetöös antakse kirjanduse põhjal ülevaade, kuidas globaalne toidu tootmine ja tarbimine mõjutab keskkonda ja elurikkust. Töös käsitletakse põllumajanduse ja kalanduse peamisi mõjusid keskkonnale ja elurikkusele ning taimset ja loomset päritolu toiduainete ning levinumate dieetide keskkonnamõjude erinevusi. Samuti antakse ülevaade Euroopa ja Eesti elanike toitumisvalikutest ning arutletakse, millised on toidutootmise tulevikuprognoosid ja kuidas teaduspõhine poliitika saaks vähendada toidu tootmise ja tarbimise negatiivset keskkonnamõju ning muuta toitumist jätkusuutlikumaks.

Märksõnad: ülemaailmne toidutootmine, kasvuhoonegaasid, maakasutusmuutused, ökosüsteem

CERCS: B390 Taimekasvatus, aiandus, taimekaitsevahendid, taimehaigused; B400 Zootehnika, loomakasvatus, aretustegevus; B402 Akvakultuuride kasvatamine, kalakasvatus

The Environmental and Biodiversity Impacts of Human Dietary Choices

This bachelor's thesis provides a literature-based overview of how global food production and consumption affect the environment and biodiversity. The thesis examines the main environmental and biodiversity impacts of agriculture and fisheries, and the differences in environmental impacts between plant-based and animal-based foods and the most common diets. It also provides an overview of the dietary choices of European and Estonian populations and discusses future projections of food production and how evidence-based policy could reduce the negative environmental impacts of food production and consumption and promote more sustainable diets.

Keywords: global food production, greenhouse gases, land use changes, ecosystem

CERCS: B390 Phytotechny, horticulture, crop protection, phytopathology; B400 Zootechny, animal husbandry, breeding; B402 Aquaculture, pisciculture

Sisukord

Sissejuhatus.....4

1. Elurikkuse roll toidutootmisel.....6

2. Toidutootmise mõjud keskkonnale.....8

2.1. Põllumajanduse mõjud.....8

2.2. Kalanduse ja vesiviljeluse mõjud.....10

3. Muutused inimeste toitumisvalikutes.....12

4. Inimeste toitumisvalikute mõjud keskkonnale.....14

4.1. Loomsete toiduainete mõjud.....14

4.2. Taimsete toiduainete mõjud.....17

4.3. Toitumiseelistuste (dieetide) mõjud.....18

4.4. Euroopa ja Eesti elanike toitumisvalikute mõjud.....20

5. Tulevikuprognoosid ja toitumispoliitika kui lahendus.....23

Kokkuvõte.....26

Summary.....28

Tänuavaldused.....30

Kasutatud kirjandus.....31

Sissejuhatus

Toidutootmine on ülemaailmsete keskkonnamõjude ja -muutuste üks peamisi põhjustajaid (Ritchie *et al.*, 2022). Toidu tootmine ja tarbimine moodustavad märkimisväärse osa kasvuhoonegaaside heitkogustest ning maa- ja veekasutusest (Poore & Nemecek, 2018), mõjutades elurikkuse ehk bioloogilise mitmekesisuse säilimist (Van Dooren *et al.*, 2018). Elurikkuse vähenemine muudab aga ökosüsteemid haavatavaks, sest mõjutab liikidevahelisi suhteid, mis on vajalikud looduslike ökosüsteemide ning ka toidutootmise süsteemide tasakaalu hoidmiseks (Pilling & Bélanger, 2019). Rahvastiku elatustaseme tõus ning sellega seotud loomsete toiduainete tarbimise kasv nii arenenud maades kui arengumaades põhjustavad prognooside kohaselt toidunõudluse ja keskkonnamõjude olulist suurenemist 2050. aastaks (Fróna *et al.*, 2019; Tilman & Clark, 2014). Seega on keskkonna seisukohalt jätkusuutliku toitumise uurimine oluline, sest maailm seisab silmitsi mitmete toidu tootmise ja tarbimisega seotud keeruliste väljakutsetega, näiteks toidupuuduse, loodusvarade vähenemise ja kliimamuutustega (FAO & WHO, 2019).

Samuti on tänapäeval muutunud üha aktuaalsemaks mitmesugused alternatiivsed toitumisvalikud, näiteks Vahemere dieet, taimetoitlus ja veganlus, mida inimesed erinevatel põhjustel (eetilistel, kultuurilistel või tervislikel kaalutlustel) järgivad, kuid mis võivad potentsiaalselt leevendada ka negatiivseid keskkonnamõjusid (Springmann *et al.*, 2016; Tilman & Clark, 2014). Sellest lähtuvalt on aina enam muutunud oluliseks toitumisega seotud keskkonnamõjude uurimine, et edendada teadmistepõhist ning jätkusuutlikku toidu tootmist ja tarbimist ning kujundada toitumispoliitikat (Springmann *et al.*, 2016; Tilman & Clark, 2014; Van Dooren *et al.*, 2018). Lisaks muutub järjest olulisemaks vajadus pöörata tähelepanu sellele, kuidas inimeste tarbimisharjumused kujundavad toidutootmist ja sellega ka mõju keskkonnale ning elurikkusele (Delabre *et al.*, 2021). Autori huvi antud teema vastu seisneb soovis mõista, kuidas inimeste, kaasa arvatud autori enda, toitumisvalikud ja -harjumused mõjutavad keskkonda ning kuidas teha jätkusuutlikumaid valikuid.

Bakalaureusetöö eesmärk on anda olemasoleva teaduskirjanduse põhjal ülevaade inimeste toitumisvalikute mõjust keskkonnale ja elurikkusele ning arutleda toitumise tulevikuprognooside ja toitumispoliitika rolli üle keskkonnamõjude leevendamisel. Töös otsitakse vastuseid järgmistele uurimisküsimustele:

1) Kuidas toidutootmine mõjutab keskkonda? Töös käsitletakse peamisi põllumajanduse (looma- ja taimekasvatuse) ning kalanduse mõjusid keskkonnale ja elurikkusele.
2) Millised on eri toiduainete keskkonnamõjud? Töös võrreldakse loomset ja taimset päritolu toiduainete keskkonnamõjusid ning tuuakse välja mõjude erinevuste põhjused.
3) Millised on eri dieetide keskkonnamõjud? Töös võrreldakse erinevate laialdasemalt levinud dieetide keskkonnamõjusid ning tuuakse välja, millised toitumisvalikud on jätkusuutlikumad.

Peamiselt on toitumisvalikute mõju teadustöödes käsitletud kahel viisil, kas võrreldud taimsete ja loomsete toiduainete erinevaid keskkonnamõjusid (nt Clark *et al*., 2019; Poore & Nemecek, 2018) või erinevate dieetide keskkonnamõjusid (nt Rosi *et al*., 2017; Tilman & Clark, 2014), mistõttu antakse ka selles bakalaureusetöös nendest ülevaated eraldi peatükkides. Lisaks antakse töös ülevaade ka Euroopa ja Eesti elanike toitumisvalikute keskkonnamõjudest ja nende põhjustest.

1. Elurikkuse roll toidutootmisel

Elurikkus ehk bioloogiline mitmekesisus on inimeste jaoks vajalik, kuna inimkond saab kasu sellest tulenevatest teenustest ehk ökosüsteemiteenustest, millest peamised varustusteenused (ingl *provisioning services*) on toit, loomasööt, ravimid, energia, puit jm materjalid (European Environment Agency, 2020; Kliimaministeerium, 2023). Ülemaailmse toidutootmisega seotud elurikkus ei piirdu ainult kasvatatavate põllukultuuride ja kariloomade või püütavate mere- ja magevee liikidega, vaid hõlmab arvukalt ka teisi taimi, loomi ja mikroorganisme, kes osutavad tootmiseks vajalikke ökosüsteemiteenuseid, kuid kelle mitmekesisus nii geneetilisel, liigilisel kui ökosüsteemide tasemel on vähenemas (Lynch *et al.*, 2023; Pilling & Bélanger, 2019; Worm *et al.*, 2006). Peamised toidutootmiseks vajalikud ökosüsteemiteenused, mida elurikkuse vähenemine mõjutab, on tolmeldamine, mullateke, aine- ja veeringe ning looduslik kahjuritõrje (Dainese *et al.*, 2019; Pilling & Bélanger, 2019).

Need ökosüsteemiteenused on seotud erinevate organismirühmade (näiteks taim–taim, tolmeldaja–taim või mikroorganism–taim) vaheliste interaktsioonidega, mistõttu on oluline, et mitmekesisus säiliks kõigis organismirühmades (Dawson *et al.*, 2019). Elurikkuse vähenemine mõjutab aga liikidevahelisi interaktsioone, mis omakorda võib halvendada toidutootmise süsteemide vastupanuvõimet mitmetele stressoritele, näiteks kliimamuutustele, kahjuritele ja haigustele (Dawson *et al.*, 2019; Pilling & Bélanger, 2019). Preagused põllumajandusvõtted aga mõjutavad kõiki üheksat Maa taluvuspiiri ehk planetaarset piiri (ingl *planetary boundaries*), millest elurikkuse ning lämmastiku- ja fosforiringe piirid on juba ületatud (Campbell *et al.*, 2017). Samuti on viimase 200 aasta jooksul kalade ja teiste rannikuökosüsteemide liikide arvukus järsult langenud (Worm *et al.*, 2006). Jätkusuutliku toidutootmise seisukohast on oluline hoida elurikkust, et tagada ökosüsteemiteenuste toimimine ning tõsta põllumajanduse ja kalanduse saagikust (Garibaldi *et al.*, 2018; Worm *et al.*, 2006).

Lisaks saagikuse kvantitatiivsele suurendamisele on inimeste jaoks oluline ka toidu kvaliteet (Pilling & Bélanger, 2019). Toiteväärtus erinevatel toiduks kasutatavatel liikidel varieerub, kuna need sisaldavad erinevas koguses valke, vitamiine ja muid toitained, ning elurikkus tagab, et inimestel oleks võimalik tarbida erinevate toitainete sisaldusega saaduseid (Lachat *et al.*, 2018; Pilling & Bélanger, 2019; Ramanujan, 2021). Näiteks on Lachat *et al.* (2018) leidnud, et iga uue liigi lisamine toitumisse parandab oluliselt inimese kui tarbija võimalust

saada toidust kätte vajalik kogus toitaineid. Seega toetab toidutootmiseks vajaliku elurikkuse hoidmine nii inimeste tervist kui ka toiduga kindlustatust tulevikus (Lynch *et al*., 2023; Shroff & Cortés, 2020).

2. Toidutootmise mõjud keskkonnale

25. septembril 2015 võtsid Ühendatud Rahvaste Organisatsiooni (ÜRO) liikmesriigid vastu säästva arengu tegevuskava aastani 2030 ning 17 ülemaailmset säästva arengu eesmärki, millest mitmed – sealhulgas bioloogilise mitmekesisuse ja keskkonna heaolu edendamine – on otseselt või kaudselt seotud inimeste toitumisvalikute ja -harjumustega (Riigikantselei, 2024; United Nations, 2015). Samuti mõjutab ülemaailmne toidutootmine Pariisi kliimakokkuleppe eesmärkide saavutamist, panustades märkimisväärselt kasvuhoonegaaside heitesse (Clark *et al.*, 2020a). Seetõttu on toiduga seotud käitumine, alates riigi tasandist kuni üksikisikute valikuteni, tihedalt seotud ökosüsteemide elurikkuse seisundiga (Delabre *et al.*, 2021). Otsest toidutootmise mõju elurikkusele on võimalik uurida näiteks konkreetsetel põllu- või karjamaadel, näiteks kuidas loomakasvatus mõjutab liigirikkust või niiduliikide geneetilist mitmekesisust (Kok *et al.*, 2020), kuid laialdasemat toitumisvalikute mõju elurikkusele hinnata on keeruline, mistõttu tehakse seda peamiselt keskkonnaindikaatorite, nagu maa- ja veekasutuse, kasvuhoonegaaside tekke ning fosfori- ja lämmastikuringe, analüüsimise kaudu (Van Dooren *et al.*, 2018).

Toidutootmisega, sealhulgas põllumajanduse laienemisega, kaasnevad ühed suurimad inimtekkelised negatiivsed mõjud bioloogilisele mitmekesisusele ja keskkonnale (Awuchi *et al.*, 2020; Clark *et al.*, 2019). Teadustöödes enim uuritud ohutegurid on ulatuslik maa- ja mageveekasutus, kasvuhoonegaaside heide atmosfääri ning liigsete toitainete ning kemikaalide sattumine mage- ja merevette (Halpern *et al.*, 2019, 2022). Crippa *et al.* (2021) on oma töös välja toonud, et ülemaailmne toidutootmine emiteerib kolmandiku kogu inimtekkelistest kasvuhoonegaasidest. Lisaks kasutab ÜRO Toidu- ja Põllumajandusorganisatsiooni (ingl *Food and Agriculture Organization*, edaspidi FAO) 2021. aasta raporti kohaselt taime- ja loomakasvatus 4,75 miljardit hektarit elamiskõlbulikust maast ning tarbib 70% kogu mageveest, millest suurem osa läheb taimekasvatuses põldude niisutamiseks (FAO, 2021).

2.1. Põllumajanduse mõjud

Kuigi juba praegu avaldab põllumajandus ehk taime- ja loomakasvatus elurikkusele märkimisväärset mõju, suureneb rahvaarvu kasvu ning elatustaseme tõusuga kaasneva toidunõudluse tõttu taime- ja karjakasvatuse roll inimkonna toitmisel tulevikus veelgi (Cole *et al.*, 2018; Tian *et al.*, 2021). Sellest tulenevalt on toimunud põllumajandusliku maa pindala

laienemine mitmete teiste elupaikade pindala vähenemise ja killustumise kulul (Machovina *et al*., 2015; Ramankutty *et al*., 2018). FAO andmete kohaselt on taimekasvatuseks kasutatava maa pindala laienenud aastast 2000 aastani 2021 kokku 6%, sealjuures püsikultuuride pindala kasvas 38% ning ajutiste kultuuride pindala 12% (viimase suurenemine tuli peamiselt kesa- ja ajutiste karjamaade arvelt, mille pindala samaaegselt 78 miljonit ha vähenes) (FAO, 2023). Metsade raadamine suurte põllumajanduslike ettevõtmiste jaoks on peamine troopiliste metsade vähenemise põhjus, moodustades 40% kogu troopiliste metsade kaost, samas kui väikepõllumajandus moodustab 33% ning linnade laienemine ja infrastruktuur kokku 20% metsade vähenemisest (Pilling & Bélanger, 2019). Liigid, kes on kohastunud eluks nendes kahaneva pindalaga biotoopides, võivad maakasutuse muutuste tõttu sattuda väljasuremisohtu (Harfoot *et al.*, 2021; Machovina *et al*., 2015).

Lisaks sellele, et ulatuslik maakasutus häirib liikide looduslikke elupaiku ning ohustab sellega ökosüsteemide tasakaalu ja terviklikkust, vähendab metsade arvelt põldude ja karjamaade rajamine süsiniku sidumise potentsiaali (Kastner *et al.*, 2021). Selle tulemusel võib põllumajandusmaa laiendamine intensiivistada kliimamuutusi, sest metsadel on oluline roll kliimamuutuste reguleerimises ja mõjude leevendamises (Law *et al.*, 2018). Samuti tekitab intensiivne karjakasvatus märkimisväärseid kasvuhoonegaaside heitkoguseid, sealhulgas metaani ja dilämmastikoksiidi, mille peamised allikad on kariloomade soolesisene fermentatsioon ja sõnnikukäitlus (Leip *et al*., 2015). Need gaasid aitavad samuti kaasa kliimamuutustele, mis veelgi süvendab bioloogilise mitmekesisuse vähenemist, muutes ökosüsteeme ja suurendades äärmuslike ilmastikutingimuste sagedust, mis omakorda mõjutab ka inimeste toiduga kindlustatust (Audi *et al*., 2020). Näiteks on Ortiz-Bobea *et al.* (2021) leidnud, et inimtekkelised kliimamuutused on alates 1961. aastast vähendanud globaalse põllumajanduse kogutootlikkust ligikaudu 21% ehk kliimamuututse tõttu saadakse samade sisendite juures vähem saaki.

Põllumajandus muudab ka paljusid mulla füüsikalisi, keemilisi ja bioloogilisi omadusi, näiteks mulla struktuuri, pH-d, toitainete ja orgaanilise aine sisaldust ning mikroorganismide biomassi (Bedolla-Rivera *et al.*, 2023; Leip *et al.*, 2015). Lisaks on Trivedi *et al.* (2016) oma töös esile toonud, et põllumajandusvõtete mõju mulla keemilistele ja bioloogilistele omadustele ei ole kõikjal ühesugune, vaid varieerub erinevate kliimadega piirkondades. Siiski viivad intensiivsed põllumajandusvõtted sageli muldade degradatsioonini, mille tagajärjel suureneb vajadus kasutada taimekasvatuses rohkem väetisi ja taimekaitsevahendeid või võtta kasutusele uusi põllumaid (Gomiero, 2016). Väetiste ja taimekaitsevahendite kasutamine,

samuti ka loomakasvatuse tagajärjel tekkivad toitained omakorda mõjutavad nii muldade kui ka põhjavee ja veekogude seisundit, soodustades veelgi negatiivseid keskkonnamõjusid, näiteks veekogude eutrofeerumist ja muldade saastumist (Cesoniene *et al*., 2019; Gomiero, 2016; Kim *et al*., 2021; Kopittke *et al*., 2019).

Lisaks põllumajanduses kasutatavatele ja tekkivatele toitainetele avaldab veeökosüsteemidele mõju ka intensiivne magevee kasutamine nii taime- kui loomakasvatuses (Campbell *et al*., 2017; Leng & Hall, 2021). Kliimasoojenemise tingimustes muutub põldude niisutamine aina vajalikumaks, et maksimeerida põllukultuuride saagikust (Matiu *et al*., 2017; Meng *et al*., 2016). Lisaks on Zaveri *et al.* (2016) oma töös India näitel välja toonud, et magevee ülekasutamine ohustab inimeste toiduga kindlustatust tulevikus ka seetõttu, et põhjustab põhjaveetaseme langust, vähendades selle ressursi kättesaadavust. Põhjaveetaseme langus põhjustab omakorda veekogude taseme või voolukiiruse langust, mõjutades elupaiku ja vähendades ökosüsteemide mitmekesisust (De Graaf *et al.*, 2019).

2.2. Kalanduse ja vesiviljeluse mõjud

Toidunõudluse kasv ning tehnoloogia areng avaldavad survet ka kalandusele ja vesiviljelusele, mida illustreerib kalapüügi mahu viiekordistumine 1950. aasta 19,2 miljonilt tonnilt 96 miljoni tonnini 2019. aastal ning vesiviljeluse suurenemine 0,6 miljonilt tonnilt 116 miljoni tonnini samal ajaperioodil (Einarsson & Óladóttir, 2020). Ülepüük on merekeskkonna bioloogilise mitmekesisuse vähenemise peamine tegur, mis muudab toitumisahelate võrgustikke, häirib mereökosüsteemide tasakaalu ning seab sellega liigid väljasuremisohtu (McCauley *et al.*, 2015). Püügi mõjul väheneb peamiselt tippkiskjate populatsioonide arvukus või isendite kehasuurus, mis soodustab saakpopulatsioonide laiemat levikut ning võib mõjutada nii zooplanktoni kui ka fütoplanktoni biomassi (Dulvy *et al*., 2021; Shackell *et al*., 2010). Kaaspüük on samuti tegur, mis soodustab elurikkuse vähenemist, põhjustades organismidele füüsilisi vigastusi ja kõrget stressitaset, mis vähendab nende ellujäämise tõenäosust pärast vette tagasilaskmist (Komoroske & Lewison, 2015; Rodgers, 2019).

Kalapüük ja vesiviljelus kujundavad ümber elupaiku, mis on elurikkuse säilitamiseks vajalikud (Klinger & Naylor, 2012; McCauley *et al*., 2015). Näiteks põhjatraalimine kraabib veekogu põhja, mõjutades seal elavate liikide taksonoomilist mitmekesisust ning üldist arvukust (Sciberras *et al*., 2018). Samuti viib vesiviljeluse laienemine sageli elupaikade, näiteks mangroovide, degradeerumiseni kala- või krevetikasvanduste rajamise tõttu (Ahmed

& Glaser, 2016). Lisaks sellele, et selline elupaikade pindala vähenemine mõjutab nii seal elavaid kui ka paljunevaid liike, halveneb sellega ka nende elupaikade võime pakkuda ökosüsteemiteenuseid, näiteks süsiniku sidumist või kaldajoone stabiliseerimist (Sumaila & Tai, 2020).

Kuigi kalanduse kasvuhoonegaaside heitkogused on üldiselt väiksemad kui põllumajanduses, pärineb siiski arvestatav osa toidutootmise kasvuhoonegaaside emissoonidest kalandussektori heitmetest, mida põhjustab peamiselt fossiilkütuste kasutamine kalalaevade töös (Parker *et al*., 2018). Samuti kaasneb vesiviljelusega saasteainete, näiteks liigse orgaanika, lämmastiku ja fosfori, sattumine veekogudesse, mis põhjustab eutrofeerumist (Liu *et al*., 2024). Eutrofeerimine ja kasvuhoonegaasidega seotud kliimamuutused põhjustavad intensiivseid vetikate õitsenguid, mis omakorda võivad põhjustada hapnikupuudust veekogudes ning viia kalade ja teiste veeorganismide massilise hukkumiseni (Reid *et al*., 2019).

3. Muutused inimeste toitumisvalikutes

Ülemaailmsel toidutootmisel (nii põllumajandusel kui ka kalandusel) on olulised keskkonnamõjud ökosüsteemidele ja elurikkusele, kusjuures nende mõjude ulatus sõltub ka inimeste toitumisvalikutest. Inimeste toitumisvalikuid mõjutavad mitmed aspektid, näiteks tervis, kultuurilised tavad, eetilised tõekspidamised ning elatustase, mis määravad toitumisharjumuste kujunemise ja muutumise võimalused (Fróna *et al*., 2019). Kuigi eelnevalt mainitud tegurid soodustavad toitumisvalikute erinevusi piirkondlikul tasandil, on inimeste globaalsed toitumisharjumused pidevalt liikumas loomse päritoluga toodete suureneva tarbimise suunas (Sans & Combris, 2015). Toitumisharjumuste muutumist iseloomustab sageli kaheastmeline protsess (Kearney, 2010). Esimeses etapis suureneb inimeste kaloritarbimine peamiselt odavate taimsete toitude, nagu teraviljad ja juurviljad, arvelt. Kui sissetulekud kasvavad, toimub teine etapp, kus suurem osa tarbimisest liigub loomsete saaduste, õlide ja töödeldud toitude suunas. Lisaks suurenevale liha- ja piimatoodete tarbimisele soosib elatustaseme tõus ka rafineeritud suhkrute ning rasvade suurenevat tarbimist (Tilman & Clark, 2014). Sellega seoses on muutunud ka inimeste päevas tarbitavate kalorite hulk, mis on alates 1960ndatest tõusnud nii arengumaades kui ka arenenud riikides ning prognoosi kohaselt ületab 2050. aastaks mitmes maailma piirkonnas 3000 kcal piiri (Alexandratos & Bruinsma, 2012).

Suuremad muutused toidu tarbimises on praegu toimumas just arengumaades, kus linnastumine ja elatustaseme tõus võimaldavad inimestel senisest suuremat vabadust toidu kui energiaallika valikul (He *et al*., 2018) ning supermarketite levik pakub suuremat ligipääsu töödeldud ja energiarikastele toitudele, mis on avaldanud märkatavat mõju tarbijate eelistustele ja toitumismustritele (Kearney, 2010). He *et al*. (2018) on oma töös Hiina näitel välja toonud, et kuigi üldine päevane energiatarbimine on Hiina elanike seas aastatel 1997 kuni 2011 vähenenud, on maa- ja linnapiirkonna elanike toidutarbimine muutunud sarnasemaks ning tärkliserikkad toidud on asendunud suurema liha ja toiduõlide tarbimisega. Sarnast lihatarbimise suurenemist on Heller *et al.* (2020) täheldanud ka Vietnamis ja Keenias. Quintero-Lesmes & Herran (2019) on välja toonud, et arenenud riikides ei tule toitumise muutused nii selgelt esile, sest nendes riikides domineerivad sageli juba n-ö läänelikud toitumisharjumused. Azzam (2021) on leidnud, et ülemaailmne toidutarbimine siiski ei liigu ainult läänelike toitumisharjumuste suunas, sest mõnedes riikides, kus juba 1993. aastal olid laialdaselt levinud läänelikud toitumismustrid, on nende järgimine 2013. aasta seisuga

vähenenud. Mitmes maailmajaos on aga suurenenud ka kalanduse ja vesiviljeluse saaduste tarbimine ajavahemikul 1990–2018 (Garlock *et al.*, 2022).

Tulenevalt kultuurilisest taustast, eetilistest tõekspidamistest või tervise- ja elustiilivalikutest on inimesed võtnud omaks ka mitmeid konkreetseid toitumisharjumusi ehk dieete, mis seisnevad teatud toitumispõhimõtete järgimises (Springmann *et al.*, 2016; Tilman & Clark, 2014). Erinevate dieetide, näiteks veganluse, taimetoitluse või omnivoorsuse, keskkonnamõjud varieeruvad suuresti, kuid eelistades üht dieeti teisele või kombineerides erinevaid keskkonna heaolust lähtuvaid toitumisalaseid soovitusi, on võimalik toitumisvalikute kaudu vähendada toidutootmise mõju keskkonnale ja elurikkusele (Springmann *et al.*, 2018; Tilman & Clark, 2014). Uurimistöödes on leitud, et toidutootmisest tuleneva keskkonnasurve vähendamiseks tuleb toitumisharjumusi muuta taimsete toiduainete suureneva tarbimise suunas (Espinosa-Marrón *et al.*, 2022; Springmann *et al.*, 2018). Samas on Espinosa-Marrón *et al.* (2022) oma töös ka välja toonud, et erinevate toitumisvalikute keskkonnamõju sõltub sellest, kuidas tarbitavad toiduained on toodetud ehk mis on olnud toidutootmise mõju keskkonnale ja elurikkusele, mistõttu ei saa üldistada, et iga taimne toiduaine on alati keskkonna seisukohalt kasulikum kui loomne.

4. Inimeste toitumisvalikute mõjud keskkonnale

Toidutootmisega seotud keskkonnamõjud on geograafiliselt jaotunud ebaühtlaselt – kõrge summaarne keskkonnasurve, mis hõlmab keskkonnamõjudena nii kasvuhoonegaaside heitkoguseid, magevee kasutamist, elupaikade häiringuid ja toitainetega saastamist, on koondunud 10%-le maailma maismaa- ja ookeanialadest (Halpern *et al*., 2022). Samuti on Halpern *et al*. (2022) töös välja toonud, et summarsest keskkonnasurvest peaaegu poole ehk 43,8% põhjustavad India, Hiina, Ameerika Ühendriigid, Brasiilia ja Pakistan ning kuigi enamiku riikide keskkonnamõju tekib peamiselt maismaapõhise toidutootmise tõttu, on siiski erandeid, näiteks saareriikides ja pika rannajoonega riikides. Samas esineb suur varieeruvus taimse ja loomse toidu keskkonnamõjude vahel, mille peamine põhjus on see, et loomad vajavad massi- või valguühiku tootmiseks mitu korda rohkem sööta, kui sööda enda mass või valgusisaldus (Springmann, 2019). Lisaks sõltub eri loomsete ja taimsete toiduainete keskkonnamõju suuresti kasutatavatest tootmismeetoditest (Tilman & Clark, 2014).

Siiski on Poore & Nemecek (2018) oma töös välja toonud, et tootjate võime vähendada keskkonnamõjusid on piiratud, mis viib olukorrani, kus loomset päritolu tootel on suurem keskkonnamõju kui toiteväärtuselt samaväärsel taimsel tootel, sõltumata sellest, kuidas see on toodetud. Hilisemates teadustöödes on aga leitud, et sõltuvalt tootmismeetodist (Van Vliet *et al.*, 2020) ja -efektiivsusest (Clark *et al*., 2022) võivad mõnikord taimsete toodete keskkonnamõjud olla võrreldavad või isegi suuremad kui loomsetel toodetel. Taimsete toiduainete tootmine ja tarbimine omab siiski potentsiaali vähendada keskkonnajalajälge, pakkudes samas vajalikke toitaineid ning soodustades ülemaailmselt kasvava inimkonna tervist (Clark *et al*., 2019; Springmann, 2019; Tilman & Clark, 2014). Mitme koostisosaga toiduainete keskkonnamõju sõltub iga koostiosa individuaalsest mõjust ja kogusest, mistõttu varieerub ka sama tüüpi toodete keskkonnamõju märkimisväärselt (Clark *et al*., 2022).

4.1. Loomsete toiduainete mõjud

Loomset päritolu toiduained, nagu liha, piim ja munad, on inimeste jaoks olulised valguallikad, mille tootmine toob kaasa märkimisväärseid keskkonnamõjusid, eriti intensiivse loomakasvatuse puhul (Herrero *et al.*, 2016). Ometi on suureneva liha ja piimatoodete nõudluse tulemusel traditsiooniline loomakasvatus asendunud intensiivse loomakasvatusega (Herrero *et al*., 2016; Wang *et al*., 2016). Loomsete toiduainete tootmisel on mitmeid tegureid, mis avaldavad erinevat mõju keskkonnale, näiteks varieeruvad eri lihatootmise

keskkonnamõjud liikide vahel, kuna neil on erinev söödakasutuse efektiivsus, metaani emissiooni tase ja paljunemistsükli kiirus (De Vries & De Boer, 2010). Poore & Nemecek (2018) uuringu kohaselt kasutatakse loomsete toiduainete tootmiseks umbes 83% maailma põllumaast ning loomsed toiduained tekitavad 56–58% toiduga seotud emissioonidest, andes samal ajal vaid 37% inimkonna tarbitavatest valkudest ja 18% kaloritest.

Võttes arvesse kasvuhoonegaaside, maakasutuse, energikasutuse, mulla hapestumise ning veekogude eutrofeerumise potentsiaali, on Clark & Tilman (2017) leidnud, et intensiivse põllumajandusega kasvatatud mäletsejaliste liha ehk veise-, kitse- ja lambaliha keskkonnamõju on 20–100 korda suurem ning piima, munade, sealiha, linnuliha ja mereandide keskkonnamõju on 2–25 korda suurem kui taimsetel toiduainetel arvestatuna toodetud toidu kilokalori kohta. Tilman & Clark (2014) on leidnud ühe märkimisväärseima erinevuse kasvuhoonegaaside heitkogustes, mille kohaselt veise- ja lambaliha emissioon ühe grammi valgu kohta on umbes 250 korda suurem kui kaunviljadel. Tulemuse, et ka kõige väiksema keskkonnamõjuga loomsed toitained, näiteks piim ja munad, ületavad siiski taimsete valguallikate keskmise keskkonnamõju, on oma töös välja toonud ka Poore & Nemecek (2018). Lisaks on nad leidnud, et kuigi vesiviljeluse puhul võidakse kasutada vähe maad, jäävad isegi kõige keskkonnasõbralikumad vesiviljelussüsteemid heitkoguste poolest taimsete valkude tootmisega seotud tasemest kõrgemale (Poore & Nemecek, 2018).

Samuti on loomsete toodete omavahelisest võrdlusest tulnud välja, et munad, piimatooted, mittetraalitud mereannid, looduslike veekogude saadused, linnuliha ja sealiha on kasvuhoonegaaside emissiooni poolest väiksema keskkonnamõjuga kui mäletsejaliste liha (Clark & Tilman, 2017; Poore & Nemecek, 2018; Tilman & Clark, 2014). Kim *et al.* (2020) on leidnud, et putukad (nt jahuussid ja ritsikad) ning söödakalad (nt sardiinid ja heeringad) on loomsete toiduainetena ühed keskkonnasõbralikumad. Ka maakasutus on loomakasvatussaaduste puhul erinev, näiteks on De Vries & De Boer (2010) oma töös välja toonud, et ühe kilogrammi valgu tootmiseks kasutatakse piimatoodangu puhul 33–59 m², sealiha puhul 47–64 m², kanaliha puhul 42–52 m² ning munade puhul 35–48 m² maad samas, kui veiseliha tootmisel kasutatakse 144–258 m². Lisaks on Clark & Tilman (2017) ja Kim *et al.* (2020) esile toonud, et mäletsejate liha tootmise suur mõju ja teiste loomsete toitude mõõdukas mõju keskkonnale ei sõltu sellest, kas seda on mõõdetud tooteühiku (nt 100 grammi toote) või valguühiku (nt ühe grammi valgu) kohta.

Loomsete toodete keskkonnamõju ulatus sõltub kasutatud tootmismeetoditest, mistõttu võib keskkonnamõju varieeruda oluliselt nii maismaal kui ka kalapüügi ja vesiviljeluse korral. Näiteks teravilja söödal põhinev veisekasvatus vajab üldiselt vähem maad ja tekitab vähem kasvuhoonegaase võrreldes rohumaaveiste kasvatusega, mis on tingitud madalamast toitumisefektiivsusest ja pikemast kasvuperioodist, mis omakorda põhjustab näiteks suuremaid metaani emissioone loomade eluea jooksul (Clark & Tilman, 2017). Intensiivsemate veisekasvatuse süsteemide kasutuselevõtt piirkondades, kus karjamaade laienemine on otseselt seotud metsade raadamisega ja elurikkuse vähenemisega, võib aidata säästa ka loodusvarasid, kui sööda tootmisega ei kaasne metsade raadamist (Swain *et al*., 2018). Samas võib rohumaaveiste kasvatus pakkuda toitumisalaseid eeliseid, näiteks parem mikrotoitainete profiil, ja võib suurendada toiduga kindlustatust, pakkuda toitainete ringluse kaudu keskkonnahüvesid ning võimaldada piima- ja lihatoodet tootmist piirkondades, kus taimekasvatuseks sobivat maad ei ole (Eisler *et al.*, 2014; Smith *et al*., 2013). Lisaks aitab rohumaadel karjakasvatus hoida poollooduslike koosluste elurikkust ja ökosüsteemiteenuseid (Prangel *et al*., 2024; Tälle *et al*., 2016).

Samuti on Clark & Tilman (2017) välja toonud, et vesiviljelusmeetoditest on suurema keskkonnamõjuga veekogu põhjatraal võrreldes näiteks põhjalähedase traali või õngejada püügiga (liinide otsas 1–3 meetrise vahega konksuga õnged), sest põhjatraal põhjustab ulatuslikumat kasvuhoonegaaside emissiooni suurema kütusevajaduse tõttu ning elupaikade degradatsiooni ja kaaspüüki, mis kaasneb võrkude merepõhjas lohistamisega. Samas on Gephart *et al.* (2021) leidnud, et mereimetajatele võivad suuremad ohutegurid olla hoopis väiksema kasvuhoonegaaside emissiooniga püügimeetodid, näiteks nakkevõrgud (püünised, mis koosnevad ühest võrgutükist või üksteise külge ühendatud võrkude jadast ning mida hoitakse ujukite ja raskustega vees vertikaalasendis). Kasvuhoonegaaside seisukohast on väiksema keskkonnamõjuga suletud veekasutusega (ingl *non-recirculating aquaculture*) kalakasvatussüsteemid, näiteks tiigid ja jõed, sest vajavad väiksemat energiakasutust kui ringleva veekasutusega (ingl *recirculating aquaculture*) süsteemid (Clark & Tilman, 2017). Teisalt võib suletud veekasutusega süsteemide keskkonnamõju olla ulatuslik näiteks mangroovmetsade raadamise (Páez-Osuna, 2001) ja veekogude eutrofeerumise (Poore & Nemecek, 2018) seisukohalt.

4.2. Taimsete toiduainete mõjud

Loomasöödaks kasvatatavate põllukultuuride keskkonnamõju arvestatakse küll loomset päritolu toiduainete mõju hulka, aga otse inimeste tarbitavate taimsete toiduainete mõju on teadustöödes võrreldud ka eraldi (nt Tilman & Clark, 2014; Willett *et al*., 2019). Kuigi kliimaga seotud keskkonnamõjudest ligikudu kolmveerandi moodustab loomsete toiduainete tootmine, siis põllukultuurid, nagu nisu, riis ja muud teraviljad, põhjustavad kolmandiku kuni poole ülejäänutest põllumajandusega seotud keskkonnamõjudest (Willett *et al*., 2019). Kim *et al*. (2020) on täheldanud, et taimsete toiduainete tootmine tekitab üldiselt vähem kasvuhoonegaaside heitkoguseid kui loomsete toiduainete tootmine, isegi kui arvesse võtta metsade raadamisest tingitud heitkogused, mis kaasnevad palmiõli ja soja tootmisega. Samuti on Halpern *et al*. (2022) leidnud, et veise- ja sealiha kõrval on riisi ja nisu tootmisel ühed suurimad kumulatiivsed keskkonnamõjud, mida peamiselt põhjustavad ulatuslik vee- ja maakasutus. Tilman & Clark (2014) on omakorda välja toonud, et teraviljade hulgas on nisu kasvuhoonegaaside heitkogused ühe grammi valgu kohta viis korda väiksemad kui riisil.

Samas on ettevõtted hakanud üha enam arendama taimseid alternatiive loomsetele toiduainetele, näiteks taimseid "lihatooteid", eesmärgiga pakkuda loomsete toodete tarbimise vähendamiseks jätkusuutlikke valikuid (Bryant, 2022; Macdiarmid, 2022). Mitmetes teadusuuringutes on võrreldud taimsete alternatiivide ja loomsete toodete keskkonnamõju ning kuigi üldiselt on leitud, et taimsed alternatiivid on keskkonnasõbralikumad (nt Bryant, 2022), esineb ka juhtumeid, kus tulemused viitavad vastupidisele (Van Vliet *et al.*, 2020). Erinevused taimsete alternatiivide keskkonnamõjudes tulenevad sellest, millistest komponentidest need on valmistatud. Näiteks on Macdiarmid (2022) oma töös välja toonud, et ettevõtete soov võimaldada tarbijatele mugavust ja odavust, tekitab olukorra, kus paljud toodetud taimsed alternatiivid on ülitöödeldud ning sisaldavad rohkelt kaloreid, rasva, suhkrut ja soola. Lisaks sisaldavad sellised tooted sageli näiteks palmiõli või maisisiirupit, mille intensiivne monokultuurne tootmine põhjustab elurikkuse vähenemist eelkõige elupaikade kadumise ja taimekaitsevahendite kasutamise tõttu (Benton *et al.*, 2021).

Sarnaselt loomset päritolu toodete tootmisega erinevad ka taimsete toodete keskkonnamõjud eri tootmismeetodite kasutuse tõttu (Benton *et al*., 2021; Chiriacò *et al.*, 2022). Peamiselt on teadustöödes keskendutud mahetaimekasvatuse ja tavapärase taimekasvatuse erinevuste uurimisele ning leitud, et kuigi mahetaimekasvatus vähendab sünteetiliste väetiste ja taimekaitsevahendite kasutamisega seotud keskkonnamõju, siis muudes

keskkonnamõjuaspektides ei pruugi mahetaimekasvatusel eeliseid olla (Chiriacò *et al.*, 2022; Muller *et al*., 2017). Näiteks on Benton *et al.* (2021) rõhutanud, et mahetaimekasvatuse korral tuleb arvestada sellega, et tootlikkus on enamasti madalam kui tavapärase taimekasvatuse korral, mistõttu tuleks inimeste toitumisvajaduse rahuldamiseks suurendada maakasutust. Samas vähendab mahetootlus võrreldes traditsioonilise toidutootmisega kasvuhoonegaaside heitkogusteseid, näiteks on Chiriacò *et al.* (2022) leidnud, et mahetootlus vähendab emissioone keskmiselt 43% ühe pindalaühiku (ha) ning 12% ühe tooteühiku (kg) kohta.

4.3. Toitumiseelistuste (dieetide) mõjud

Lisaks erinevate toiduainete tootmise keskkonnamõjude hindamisele on uuritud ja võrreldud ka erinevate dieetide keskkonnamõjusid ning jätkusuutlikkust (Auestad & Fulgoni, 2015; Tilman & Clark, 2014). Kuigi jätkusuutliku dieedi definitsioonid eri allikates varieeruvad, seisneb üldine jätkusuutliku dieedi olemus tervislikus vähese keskkonnamõjuga toitumises, mis säilitab bioloogilist mitmekesisust, ökosüsteeme ja loodusressursse ning tagab nii praegustele kui ka tulevastele põlvkondadele vajaliku toitaineterikka toiduga kindlustatuse (Auestad & Fulgoni, 2015; Espinosa-Marrón *et al.*, 2022). Erinevate dieetide mõju keskkonnale on käsitletud mitmetes teadustöödes, kuid hindamisel kasutatavate lähenemisviiside mitmekesisus (näiteks erinevused tarbimis- ja tootmispõhiste lähenemiste või hüpoteetiliste ja empiiriliste dieedimudelite kasutamises) ja riiklike toiduainete olelusringi ehk toiduainete kogu tootmistsükli keskkonnamõjude hinnangute (ingl *life-cycle assessment*) standardandmebaaside puudumise tõttu võivad tulemused mõningal määral erineda (Auestad & Fulgoni, 2015; Rosi *et al*., 2017), kuid peamised erinevused dieetide vahel tulevad töödes siiski selgelt esile.

Mitmetes teadustöödes, mis käsitlevad toitumisvalikute mõju keskkonnale, võrreldakse sageli dieete, mis erinevad üksteisest peamiste valguallikate päritolu poolest (Auestad & Fulgoni, 2015). Peamiselt on teadustöödes võrrelnud omnivoorset toitumist (ilma piiranguteta tarbitakse nii loomseid kui ka taimseid toiduaineid) piima-muna-taimetoitlusega ehk lakto-ovovegetaarlusega (välistab liha ja kala tarbimise, kuid sisaldab piimatoodete ja muna tarbimist) ning veganlusega (tarbitakse ainult taimseid toiduaineid) (nt Chai *et al.*, 2019; Chen *et al*., 2019; Rosi *et al.*, 2017). Mõnedes töödes on lisaks uuritud ka teiste taimetoitluse vormide, nagu kala-taimetoitluse ehk peskovegetaarluse (lisaks taimse päritoluga toidule süüakse kala ning teisi mereande, sageli ka mune ja piima) ning pooltaimetoitluse ehk semivegetaarluse (vähestes kogustes või aeg-ajalt tarbitakse loomset päritolu toiduaineid)

mõjusid keskkonnale (nt Chen *et al.*, 2019; Kim *et al.*, 2020). Samuti on uurimistöödes eelnevalt mainitud dieetidega võrreldud ka mingile piirkonnale omaste dieetide, näiteks Vahemere dieedi (valdavalt tarbitakse kala, mereande, puu- ja köögivilju ning mõõdukalt linnu-, sea-, lamba- ja veiseliha), erinevate dieetide kombineerimisel saadud dieetide ja riiklike või ülemaailmsete toitumissoovituste põhjal koostatud dieetide keskkonnamõjusid (Chen *et al.*, 2019; DeCesaro *et al.*, 2024; Kim *et al.*, 2020; Springmann *et al.*, 2016; Tilman & Clark, 2014).

Peamised varieeruvused dieetide keskkonnamõjudes esinevad kasvuhoonegaaside emissiooni ning maa- ja veekasutuses, mis on tihedalt seotud dieedi koostisega (Auestad & Fulgoni, 2015). Nii Kim *et al.* (2020) ülemaailmse analüüsi kui ka Chen *et al.* (2019) Šveitsi elanike kohta tehtud uuringu tulemused näitavad, et üleminek omnivoorsuselt veganlusele või taimetoitlusele aitaks vähendada toiduga seotud kasvuhoonegaaside heitkoguseid 63–83%. Samuti on Tilman & Clark (2014) prognoosinud, et kui ülemaailmne omnivoorne toitumine kasvaks koos sissetulekutega, nagu ta seni on teinud, st suureneks liha, rafineeritud suhkrute ja rasvade ning üldine energiatarbimine, suureneks keskmine kasvuhoonegaaside heitkogus inimese kohta aastatel 2009–2050 umbes 32%, kuid alternatiivsed dieedid, nagu Vahemere dieet, piima-muna-taimetoitlus (tarbides siiski liha ja kala väga harva) ning kala-taimetoitlus, võivad aga vähendada toidutootmise heitkoguseid vastavalt 30%, 55% ja 45% võrra. Omnivoorse toitumise keskkonnamõjudest moodustavad suurema osa liha ja kala tarbimine, millele järgnevad muud loomsed toiduained, mistõttu on omnivoorse toitumise keskkonnamõju märkimisväärne isegi siis, kui loomseid toiduaineid tarbitakse mõõdukalt (Rosi *et al.*, 2017). Springmann *et al.* (2016) on leidnud, et loomsete toiduainete tarbimise vähendamine võib viia kasvuhoonegaaside emissiooni vähenemiseni 29–70%, sõltuvalt dieedimuutuste ulatusest.

Samuti on Tilman & Clark (2014) näidanud, et sissetulekust sõltuva dieedi ja alternatiivsete dieetide põllumajandusliku maa vajadus varieerub tulevikus suuresti. Võrreldes 2009. aastaga vajab sissetulekust sõltuv dieet 2050. aastal keskmiselt 540 miljonit hektarit rohkem põllumaad kui alternatiivsed toitumisviisid (Tilman & Clark, 2014). Ka Chen *et al.* (2019) on Šveitsi toitumisandmeid uurides leidnud, et lihale orienteeritud dieedid suurendavad põllumaa kasutamist, sellega seoses ka lämmastiku ja fosfori kasutamist, ning piima-muna-taimetoitlus, pooltaimetoitlus ja ka riiklikel toitumissoovitustel põhinev dieet vähendaksid maakasutuse survet, hoides toitumise mõjusid Maa taluvuspiiride ulatuses. Veekasutuse puhul ei ole aga leitud kasutegureid veganlusele või piima-muna-taimetoitlusele

üleminekul – suureneva taimse toidu tootmisel mageveekasutus kasvab (Chen *et al.*, 2019). Kuigi Kim *et al*. (2020) on leidnud, et liha sisaldavate dieetide asendumine veganluse või taimetoitlusega, kus lisaks taimsetele toiduainetel tarbitakse söödakala, karpe ja putukaid, aitaks vähendada veetarbimist, on siiski ka taimseid toiduaineid, näiteks riis ja hirss, millel on kõrge vee jalajälg.

Samas on Rosi *et al.* (2017) rõhutanud, et ühte dieeti järgivate inimeste toitumise keskkonnamõju võib oluliselt varieeruda. Näiteks on nad leidnud, et piima-muna-taimetoitluse ja veganluse vahel ei esine suuri erinevusi keskkonnamõjudes, kuid kohati võib nende dieetide järgijatel olla suurem keskkonnamõju võrreldes omnivoorsete toitujatega seoses ulatuslikuma valkude ja rasvade või ka suurema kaloritarbimisega. Lisaks on Chai *et al.* (2019) välja toonud, et kuigi veganlus on kasvuhoonegaaside heitkoguste vähendamise seisukohalt kõige tõhusam, on võimalik saavutada samaväärselt madal keskkonnamõju ka liha- ja piimatoodetest täielikult loobumata, kui nende toidugruppide tarbimist oluliselt piirata. Samuti võib kõige keskkonnasõbralikum dieet mõnes riigis olla selline, mis järgib riiklikke toitumissoovitusi, ning sellised dieedid on sageli ka majanduslikult ning kultuuriliselt kergemini omaks võetavad (Chen *et al*., 2019). Lisaks sellele võib mõnele kultuurile omasele dieedile üleminek vähendada ka globaalsel tasandil toidutootmise negatiivseid keskkonnamõjusid, näiteks ülemaailmne üleminek Indias levinud väga madala lihatarbimisega dieedile vähendaks summaarset keskkonnamõju 20,9% võrra (DeCesaro *et al*., 2024).

4.4. Euroopa ja Eesti elanike toitumisvalikute mõjud

Sarnaselt muu maailmaga on ka Euroopa elanike toitumismustrid viimastel aastakümnetel märkimisväärselt muutunud ning traditsioonilised piirkondlikud dieedid on üha enam segunenud globaalsete toitumistrendidega (Birt *et al.*, 2017). Samas on Euroopa riikides suurenenud huvi jätkusuutlike ja tervislike dieedivalikute vastu seoses kasvava teadlikkusega toiduainete tervise- ja keskkonnamõjudest (Mertens, 2020; Vieux *et al*., 2020). Kuigi uuringud Euroopa elanike toitumisharjumuste kohta näitavad samuti, et loomsete toodete tarbimise vähendamine aitab leevendada toitumisega seotud keskkonnamõjusid, ei ole loomset päritolu toiduainete täielik vältimine tingimata vajalik (Perignon *et al*., 2017; Vieux *et al*., 2020). Siiski tuleb keskkonnasõbralikemate toitumissoovituste koostamisel lähtuda iga riigi elanike spetsiifilistest tarbimisharjumustest ning arvestada ka sooliste erinevustega toitainete vajadustes (Vieux *et al*., 2018).

Euroopas on põllumajanduseks kasutatava maa pindala 2022. aasta seisuga ligikaudu 460 miljonit hektarit (4,6 miljonit km^2) ehk natuke alla poole kogu Euroopa pindalast (10,19 miljonit km^2), mis teeb keskmiselt ühe eurooplase kohta 0,6 hektarit põllumajanduslikku maad, kusjuures kolmandiku kogu põllumajanduslikust maast moodustavad püsikarjamaad ja -heinamaad ning haritav maa hõlmab ligikaudu 290 miljonit hektarit (FAO, 2024). Euroopa Liidu territooriumist kasutatakse 2018. aasta seisuga 39,1% ehk 160,5 miljonit hektarit põllumajanduseks ja 0,5% kalanduseks ning kuigi Euroopa Liidu liikmesriikidest 12 riigis kasutatakse üle poole riigi pindalast põllumajanduseks, on Eestis see osakaal vaid 24,5%, mis on Euroopa Liidu kontekstis suhteliselt madal (European Union, 2021). Samas oli Eestis 2024. aasta seisuga kasutuses 982 440 ha põllumajandusmaad (Statistikaamet, 2024) – see teeb ühe elaniku kohta ligikaudu 0,71 ha, mis on kõrgem kui Euroopa keskmine. Bashiri *et al*. (2025) on oma töös leidnud, et praeguse Eesti elanike toitumisvajaduse rahuldamiseks kasutatakse 0,291 ha põllumajandusmaad inimese kohta aastas. Samuti kasutatakse Euroopas põllumajanduses umbes 40% kogu aastas tarbitavast mageveest ehk 972 miljardit liitrit ning ennustatakse, et kliimamuutuste mõjul sademete vähenemise ja põuaperioodide sagenemise tõttu suureneb tulevikus aina enam põldude kastmise vajadus (European Environment Agency, 2023).

Kuigi Eesti kontekstis on tehtud vaid üksikuid toidu tootmise ja tarbimise keskkonnamõjude hindamise uuringuid (nt Bashiri *et al.*, 2025), kajastavad mõned regionaalselt laiema käsitlusega uuringud siiski oluliselt ka Eesti elanike toitumisvalikute ja -harjumustega seotud keskkonnamõju aspekte (Alves *et al*., 2024; Harwatt *et al*., 2024). Bashiri *et al*. (2025) on oma töös välja toonud, et Eesti-sisese toidutarbimisega seotud maakasutuses moodustavad suurima osa piimatooted, punane liha ja teraviljad, kusjuures loomset päritolu toiduained (välja arvatud kala) moodustavad kokku 76% kogu maakasutusest. Piima tarbimine on Eestis sarnaselt mitmete teiste Balti ja Põhjamaa riikidega märkimisväärselt kõrgem kui ülejäänud maailma piirkondades (Harwatt *et al*., 2024). Samas on Alves *et al.* (2024) leidnud, et sarnaselt mitmete Euroopa riikidega on Eestis lihatooted keskkonnamõjude – kasvuhoonegaaside emissioonide ja maakasutuse – seisukohalt esikohal, kuid erinevalt teistest riikidest on Eestis teisel kohal joogid (alkohoolsed joogid, mahlad, karastusjoogid, kohv, tee, kakao ja vesi), mitte piimatooted.

Eestis on loomset päritolu toiduainete ulatuslik keskkonnamõju seotud sellega, et ligikaudu pool teraviljatoodangust kasutatakse loomasöödana, mis on siiski võrreldes mitmete teiste Balti ja Põhjamaade riikidega väike hulk (Harwatt *et al*., 2024). Sellest lähtuvalt võib

optimeeritud dieedi – st dieedi, mis annab piisavalt energiat ja toitaineid ning minimeerib samal ajal maakasutust – kasutuselevõtt Eestis vähendada toidu tarbimise ja tootmisega seotud maakasutust kuni 56% võrra, mis tuleneb piima ja punase liha tarbimise vähendamisest ning teraviljade, kartulite, taimeõlide ja pähklite osakaalu suurendamisest toitumises (Bashiri *et al.*, 2025). Lisaks tuleks suurendada ka köögi- ja puuviljade tarbimist, kuid nii Põhjamaades kui ka Balti riikides sõltutakse riigisisese köögi-, puu- ja marjavaru tagamiseks märkimisväärselt impordist, mis küll vähenedab kohalikke keskkonnamõjusid, kuid mõjutab märkimisväärselt nende piirkondade keskkonda ja elurikkust, kus need toiduained on toodetud (Harwatt *et al*., 2024).

Toidutootmisele orienteeritud intensiivne loomakasvatus on Euroopas seotud negatiivsete mõjudega elurikkusele (Kok *et al*., 2020). Maailma Looduse Fondi (ingl *World Wildlife Fund* ehk WWF) loodud kalkulaatori põhjal, mille andmestik tugineb FAO toidubilanssidele ning toiduainete olelusringi hindamise metaanalüüsidele, ületab Eesti elanike tavapärane toitumine kõiki toidutootmisega seotud planetaarseid piire (WWF, 2025). Selleks, et muuta nii Eesti kui ka üldiselt Euroopa elanike toitumist jätkusuutlikumaks, tuleks suurendada taimsete toodete ning vähendada liha, karastus- ja alkohoolsete jookide tarbimist (Alves *et al*., 2024; Bashiri *et al*., 2025; Vieux *et al.*, 2018). Vieux *et al.* (2020) uuringu kohaselt sisaldab nii keskkonna kui toiteväärtuse seisukohalt jätkusuutlik dieet päevas umbes 1000 grammi taimseid toiduaineid, sealhulgas 400 grammi puu- ja köögivilju, ja 400 grammi loomseid toiduaineid, sealhulgas 100 grammi liha, kala ja muna ning 30 grammi juustu ja 220 grammi muid piimatooteid. Samas on igas riigis siiski varieeruvad võimalused ja vajadused toitumisharjumuste muutmiseks (Bashiri *et al*., 2025; Vieux *et al.*, 2018).

5. Tulevikuprognoosid ja toitumispoliitika kui lahendus

Praegused toitumisharjumuste trendid koos rahvastiku arvu kasvuga seavad ohtu Maa ökosüsteemide ning elurikkuse, sealhulgas toidutootmiseks vajaliku bioloogilise mitmekesisuse, säilimise (Willett *et al*., 2019). Mitmete prognooside kohaselt suureneb rahvastiku arvu kasvu ja sissetulekute tõusuga globaalne toidunõudlus nii põllukultuuride kui ka loomsete toodete järele 2050. aastaks märkimisväärselt (Komarek *et al*., 2021; Tian *et al*., 2021; Tilman *et al.*, 2011). Tian *et al.* (2021) on oma uuringus prognoosinud globaalset nõudlust ja tootmist põllukultuuride järele aastatel 2020–2050 ning tulemused näitavad, et kuigi põllukultuuride tootmismahud aja jooksul kasvavad, ületab nõudlus siiski igal aastal tootmise ja puudujääk suureneb aastatega järjest enam. Samuti suureneb nõudlus loomset päritolu toiduainete järele, isegi kui kõrgema sissetulekuga riikides nõudlus punase liha järele väheneb (Komarek *et al*., 2021). Ülemaailmne toitumise muutus sissetulekust sõltuval viisil suurendaks märkimisväärselt toitumisvalikutest tulenevat kasvuhoonegaaside heidet ning maavajadust (Tilman & Clark, 2014). Seetõttu on keskkonna heaolu säilitamiseks ja parandamiseks vajalik ülemaailmselt suunata toitumisharjumusi keskkonnasäästlikumate ja jätkusuutlikumate valikute poole.

2050. aastaks jätkusuutliku toidutootmise saavutamiseks on EAT–Lancet komisjon (rahvusvaheline teadlaste rühm, mille eesmärk on töötada välja teaduspõhised soovitused tervisliku ja jätkusuutliku toitumise ning kestlike toidusüsteemide kujundamiseks) rõhutanud vajadust suurendada saagikasvatuse efektiivsust, paremini organiseerida ning tõhustada lämmastiku-, fosforväetiste ja vee kasutust ning rakendada taime- ja loomakasvatuses kasvuhoonegaaside heitmete vähendamise meetmeid (Willett *et al.*, 2019). Toidutootmisega seotud keskkonnamõjusid saab leevendada ja vähendada mitmete meetmete abil, sealhulgas eelpool käsitletud keskkonnasõbralikumate püügi- ja kasvatusmeetodite kasutamise, söödakasutuse tõhustamise (Gephart *et al*., 2021; Herrero *et al*., 2013) ning looma- ja taimekasvatuse vahelise tõhusama seose loomise kaudu, näiteks läbi sõnniku otstarbekama kasutamise (Qian *et al.*, 2018). Siiski on Poore & Nemecek (2018) leidnud, et inimeste toitumisharjumuste muutused pakuvad suuremat keskkonnakasu kui see, mida tootjad saavad praegu või tulevikus tootmismeetodite muutuste kaudu saavutada. Sellest järeldub, et üksikisiku tasandil tehtavad otsused on märkimisväärselt mõjusad ning neile tuleb pöörata suuremat tähelepanu toitumis- ja keskkonnapoliitika kujundamisel. Nii on jätkusuutliku

toitumise ja dieetide propageerimine olulisel kohal ÜRO säästva arengu eesmärkide saavutamise strateegias ning nii inimeste kui planeedi heaolu säilitamises (Chen *et al.*, 2022).

Stylianou *et al.* (2021) on oma töös käsitlenud seda, kuidas isegi väikeste toitumisvalikute muudatustega on võimalik leevendada keskkonnamõjusid: asendades päevas umbes 190 kcal ulatuses veise- ja töödeldud liha pähklite, köögi-, puu-, kaunviljade ja vähese keskkonnamõjuga mereandidega, väheneb näiteks toitumise süsinikujalajälg ja maakasutus ligikaudu 33%. Vaatamata sellele, et tegemist on näiliselt väikeste muudatustega, ei pruugi inimesed olla motiveeritud neid oma toitumises ellu viima. Sellest lähtuvalt on lisaks üksikisiku tasandil muutustele jätkusuutliku toitumise edendamisel oluline ka avaliku sektori, erasektori ja valitsuste ühtne tegutsemine (Clark *et al.*, 2020b; Espinosa-Marrón *et al.*, 2022). Näiteks on Halpern *et al*. (2019) soovitanud edendada süsteemset koostööd ja andmete laiapõhjalist kogumist ning jagamist toidutootjate, teadlaste ja poliitikakujundajate vahel, et luua efektiivsem ja jätkusuutlik toitumispoliitika. Praegu iseloomustab paljusid toidutootmise mõju uuringuid andmete puudus ja kallutatus, sest keskendudakse enamasti vaid teatud toiduainete gruppidele, kuigi vähe uuritud toiduained (nt metsloomaliha) esindavad suurt osa toidutootmisest mitmes riigis, muutes keskkonnamõjude tervikliku hindamise ja toitumispoliitika kavandamise keeruliseks (Halpern *et al.*, 2019).

Lisaks on Espinosa-Marrón *et al.* (2022) oma töös Ameerika näitel välja toonud, et kuigi paljud riiklikud programmid pooldavad puu- ja köögiviljade laialdasemat tarbimist, tuleks siiski toitumispoliitikas tugevamalt esile tuua erinevate toiduainete keskkonnaalaseid puuduseid ja eeliseid. Eesti näitel võib välja tuua algatuse Toidufoor (https://toidufoor.ee/), mis pakub teavet mereandide ja loomaliha jätkusuutlikkuse kohta, kuid mida oleks oluline arendada ka teiste toiduainete jaoks. See võimaldaks tarbijatel teha keskkonnateadlikumaid ja informeeritud valikuid. Samuti on Clark *et al.* (2020b) rõhutanud, et toitumispoliitika kujundamisel tuleks valitsusel seada konkreetsed mõõdetavad eesmärgid, näiteks tervislikumate ning ka jätkusuutlikumate toitude tarbimise suurendamine, ning katsetada erinevaid meetmeid, näiteks maksustamist, toitlustuspiiranguid ja toetuspoliitikaid. Lisaks saavad ka ettevõtted, eriti toitlustusasutused, rakendada erinevaid strateegiaid, näiteks keskkonnasõbralikemate toitude suuremat reklaamimist ning läbimõeldud sõnastuse abil nende eeliste välja toomist menüüs, et kujundada tarbijate harjumusi (Clark *et al.*, 2020b). Kuigi teatud meetmed, näiteks maksustamine, ei pruugi ühiskonnas laialdast heakskiitu leida, võivad need keskkonnamõjude vähendamisel osutuda väga oluliseks ja efektiivseks. Kuigi keskkonnasõbralikkus on oluline aspekt toitumispoliitika kujundamisel, tuleb

toitumispoliitika koostamisel leida tasakaal keskkonnamõjude vähendamise ning inimeste tervisest, kultuurilisest taustast ja toitainete vajadustest lähtuvate nõudmiste vahel (Bashiri *et al*., 2025; Chen *et al*., 2019; Stylianou *et al*., 2021).

Kokkuvõte

Inimeste praegused toitumisharjumused ning ka muutused inimeste toitumisvalikutes kujundavad ülemaailmset toidutootmist, mis omakorda mõjutab keskkonda mitmel viisil. Toidutootmine põhjustab ulatuslikke kasvuhoonegaaside emissioone, veekogude reostust ning looduslike elupaikade killustumist ja kadumist. See omakorda kahjustab elurikkust nii globaalsel tasandil kui ka ökosüsteemides, mis on otseselt seotud toidutootmisega. Eriti suurt negatiivset mõju keskkonnale avaldab loomset päritolu toiduainete tootmine, eelkõige liha- ja piimatoodete tootmine, mille keskkonnamõjud on märgatavalt suuremad kui taimsel toidul. Samas võib mõnede taimsete toiduainete (nt riisi, palmiõli või ülitöödeldud loomsete toiduainete alternatiivide) tootmine olla samuti seotud ulatusliku veekulu või elupaikade kadumisega. Lisaks sõltub mõju keskkonnale ja elurikkusele ka toiduainete tootmismeetoditest, mistõttu ka samasse toidugruppi kuuluvate toiduainete keskkonnamõjud varieeruvad olulisel määral.

Eri dieetide keskkonnamõjude võrdlusest ilmneb, et taimsel toidul põhinevad dieedid – eriti veganlus ja piima-muna-taimetoitlus – on keskkonna seisukohast oluliselt jätkusuutlikumad kui omnivoorsus. Peamiselt põhjustab erinevusi keskkonnamõjudes loomset päritolu toiduainete osakaal dieedis. Kuigi üldiselt võib järeldada, et üleminek täielikult taimsele toitumisele on kõige keskkonnasõbralikum valik, võib tegelikkuses piisata ka mõõdukamast lähenemisest, näiteks kariloomade liha tarbimise järkjärgulisest vähendamisest ning taimsete toiduainete ja mereandide tarbimise suurendamisest. Sellised toidu tarbimisharjumuste muutused võiks aset leida mitmes maailma piirkonnas, sealhulgas nii Eestis kui kogu Euroopas.

Inimeste toitumisvalikud sõltuvad suuresti nende kultuurilisest taustast, tervisest ja elatustasemest ning kuigi üksikisikute tasandil keskkonnasõbralike toitumisvalikute tegemisel on suur potentsiaal edendada jätkusuutlikku toidutarbimist, on ulatuslikumate muutuste seisukohalt oluline ka tugev teadmistepõhine toitumispoliitika, mis võtab arvesse ka toidutootmise keskkonnamõjusid. Seetõttu on edaspidises teadustöös vajalik rakendada ühtlustatud metoodikat ning arendada riiklikke või ülemaailmseid standardiseeritud toiduainete olelusringihinnangute andmebaase, et uuringute tulemused oleksid omavahel paremini võrreldavad. Arvestades, et inimeste toitumisvalikutel on märkimisväärne mõju keskkonnaseisundile ja elurikkusele ning globaalne toidutarbimine on muutumises, on oluline

viia läbi rohkem rahvusvaheliselt võrreldavaid uuringuid eri riikide toitumisvalikute keskkonnamõjude kohta, sealhulgas Eesti kontekstis, et paremini mõista, kuidas need valikud lokaalselt ja globaalselt keskkonda ning elurikkust mõjutavad.

Summary

Current human dietary habits and changes in people's food choices shape global food production, which affects the environment in multiple ways. Food production causes extensive greenhouse gas emissions, water pollution, and the fragmentation and loss of natural habitats. This, in turn, harms biodiversity both on a global scale and within ecosystems directly linked to food production. The production of animal-based food products, particularly meat and dairy, has a huge negative impact on the environment, with significantly higher environmental impacts than plant-based food. However, producing certain plant-based foods, such as rice, palm oil, or highly processed alternatives to animal products, can also be associated with extensive water use or habitat loss. Additionally, the food production impact on the environment and biodiversity also depends on the production methods used. Therefore, the environmental effects of foods within the same food group can vary significantly.

A comparison of the environmental impacts of different diets reveals that plant-based diets – especially veganism and lacto-ovo vegetarianism – are significantly more environmentally sustainable than omnivorous diets. The main factor causing differences in environmental impacts is the proportion of animal-based foods in the diet. Although it can generally be concluded that a complete shift to a plant-based diet is the most environmentally friendly option, a more moderate approach, such as the gradual reduction of red meat consumption and an increase in the intake of plant-based foods and seafood, may be sufficient. Such changes in food consumption habits should occur in many regions of the world, including Estonia and Europe.

People's dietary choices largely depend on their cultural background, health, and standard of living, and although making environmentally friendly food choices at the individual level has great potential to promote sustainable food consumption, strong evidence-based food policy that also considers the environmental impacts of food production is crucial for broader changes. Therefore, future scientific research must apply consistent methodology and develop national or global standardised food life cycle assessment databases to improve the comparability of study results. Considering that human dietary choices have a significant impact on environmental conditions and biodiversity, and that global food consumption is changing, it is important to conduct more internationally comparable studies on the

environmental impacts of dietary choices in different countries, including Estonia, to better understand how these choices affect the environment and biodiversity both locally and globally.

Tänuavaldused

Tänan juhendajat Riin Tammet, kes oli töö kirjutamise ajal alati toeks ning kelle nõuanded ja tagasiside olid suureks abiks.

Kasutatud kirjandus

Ahmed, N., & Glaser, M. (2016). Coastal aquaculture, mangrove deforestation and blue carbon emissions: Is REDD+ a solution? *Marine Policy*, *66*, 58–66. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2016.01.011

Alexandratos, N., & Bruinsma, J. (2012). World agriculture towards 2030/2050: The 2012 revision. *ESA Working Papers FAO*, *12-03*. https://doi.org/10.22004/ag.econ.288998

Alves, R., Perelman, J., Chang, K., & Millett, C. (2024). Environmental impact of dietary patterns in 10 European countries; a cross-sectional analysis of nationally representative dietary surveys. *European Journal of Public Health*, *34*, 992–1000. https://doi.org/10.1093/eurpub/ckae088

Azzam, A. (2021). Is the world converging to a 'Western diet'? *Public Health Nutrition*, *24*, 309–317. https://doi.org/10.1017/S136898002000350X

Audi, M., Ali, A., & Kassem, M. (2020). Greenhouse gases: A review of losses and benefits. *International Journal of Energy Economics and Policy*, *10*, 403–418. https://doi.org/10.32479/ijeep.8416

Auestad, N., & Fulgoni, V. L. (2015). What current literature tells us about sustainable diets: Emerging research linking dietary patterns, environmental sustainability, and economics. *Advances in Nutrition*, *6*, 19–36. https://doi.org/10.3945/an.114.005694

Awuchi, C., Awuchi, C., Ukpe, A., Asoegwu, C., Uyo, C., & Ngoka, K. (2020). Environmental impacts of food and agricultural production: A systematic review. *European Academic Research*, *8*, 1120–1135. Kasutatud 18.05.2025, https://www.researchgate.net/publication/341787175_Environmental_Impacts_of_Food_and_Agricultural_Production_A_Systematic_Review

Bashiri, B., Kaleda, A., Gavrilova, O., & Vilu, R. (2025). A culturally acceptable shift in diet to reduce land footprint: An optimization study for Estonia. *Environmental Modeling & Assessment*, *30*, 125–139. https://doi.org/10.1007/s10666-024-09996-4

Bedolla-Rivera, H. I., Negrete-Rodríguez, M. D. L. L. X., Gámez-Vázquez, F. P., Álvarez-Bernal, D., & Conde-Barajas, E. (2023). Analyzing the impact of intensive agriculture on soil quality: A systematic review and global meta-analysis of quality indexes. *Agronomy*, *13*, 2166. https://doi.org/10.3390/agronomy13082166

Benton, T. G., Bieg, C., Harwatt, H., Pudasaini, R., & Wellesley, L. (2021). Food system impacts on biodiversity loss: Three levers for food system transformation in support

of nature. *The Royal Institute of International Affairs Chatham House.* Kasutatud 18.05.2025, https://www.chathamhouse.org/sites/default/files/2021-02/2021-02-03-food-system-biodiversity-loss-benton-et-al_0.pdf

Birt, C., Buzeti, T., Grosso, G., Justesen, L., Lachat, C., Lafranconi, A., Mertanen, E., Rangelov, N., & Sarlio-Lähteenkorva, S. (2017). Healthy and sustainable diets for European countries. *European Public Health Association*. Kasutatud 18.05.2025, https://eupha.org/repository/advocacy/EUPHA_report_on_healthy_and_sustainable_diets_20-05-2017.pdf

Bryant, C. J. (2022). Plant-based animal product alternatives are healthier and more environmentally sustainable than animal products. *Future Foods*, *6*, 100174. https://doi.org/10.1016/j.fufo.2022.100174

Campbell, B. M., Beare, D. J., Bennett, E. M., Hall-Spencer, J. M., Ingram, J. S. I., Jaramillo, F., Ortiz, R., Ramankutty, N., Sayer, J. A., & Shindell, D. (2017). Agriculture production as a major driver of the Earth system exceeding planetary boundaries. *Ecology and Society*, *22*, 8. https://doi.org/10.5751/ES-09595-220408

Cesoniene, L., Dapkiene, M., & Sileikiene, D. (2019). The impact of livestock farming activity on the quality of surface water. *Environmental Science and Pollution Research*, *26*, 32678–32686. https://doi.org/10.1007/s11356-018-3694-3

Chai, B. C., Van Der Voort, J. R., Grofelnik, K., Eliasdottir, H. G., Klöss, I., & Perez-Cueto, F. J. A. (2019). Which diet has the least environmental impact on our planet? A systematic review of vegan, vegetarian and omnivorous diets. *Sustainability*, *11*, 4110. https://doi.org/10.3390/su11154110

Chen, C., Chaudhary, A., & Mathys, A. (2019). Dietary change scenarios and implications for environmental, nutrition, human health and economic dimensions of food sustainability. *Nutrients*, *11*, 856. https://doi.org/10.3390/nu11040856

Chen, C., Chaudhary, A., & Mathys, A. (2022). Dietary change and global sustainable development goals. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, *6*, 771041. https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.771041

Chiriacò, M. V., Castaldi, S., & Valentini, R. (2022). Determining organic versus conventional food emissions to foster the transition to sustainable food systems and diets: Insights from a systematic review. *Journal of Cleaner Production*, *380*, 134937. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.134937

Clark, M., Domingo, N. G. G., Colgan, K., Thakrar, S. K., Tilman, D., Lynch, J., Azevedo, I. L., & Hill, J. D. (2020a). Global food system emissions could preclude achieving the

1.5° and 2°C climate change targets. *Science*, *370*, 705–708. https://doi.org/10.1126/science.aba7357

Clark, M., Macdiarmid, J., Jones, A. D., Ranganathan, J., Herrero, M., & Fanzo, J. (2020b). The role of healthy diets in environmentally Sustainable food systems. *Food and Nutrition Bulletin*, *41*, S31-S58. https://doi.org/10.1177/0379572120953734

Clark, M., Springmann, M., Hill, J., & Tilman, D. (2019). Multiple health and environmental impacts of foods. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *116*, 23357–23362. https://doi.org/10.1073/pnas.1906908116

Clark, M., Springmann, M., Rayner, M., Scarborough, P., Hill, J., Tilman, D., Macdiarmid, J. I., Fanzo, J., Bandy, L., & Harrington, R. A. (2022). Estimating the environmental impacts of 57,000 food products. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *119*, e2120584119. https://doi.org/10.1073/pnas.2120584119

Clark, M., & Tilman, D. (2017). Comparative analysis of environmental impacts of agricultural production systems, agricultural input efficiency, and food choice. *Environmental Research Letters*, *12*, 064016. https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa6cd5

Cole, M. B., Augustin, M. A., Robertson, M. J., & Manners, J. M. (2018). The science of food security. *Npj Science of Food*, *2*, 14. https://doi.org/10.1038/s41538-018-0021-9

Crippa, M., Solazzo, E., Guizzardi, D., Monforti-Ferrario, F., Tubiello, F. N., & Leip, A. (2021). Food systems are responsible for a third of global anthropogenic GHG emissions. *Nature Food*, *2*, 198–209. https://doi.org/10.1038/s43016-021-00225-9

Dainese, M., Martin, E. A., Aizen, M. A., Albrecht, M., Bartomeus, I., Bommarco, R., Carvalheiro, L. G., Chaplin-Kramer, R., Gagic, V., Garibaldi, L. A., Ghazoul, J., Grab, H., Jonsson, M., Karp, D. S., Kennedy, C. M., Kleijn, D., Kremen, C., Landis, D. A., Letourneau, D. K., … Steffan-Dewenter, I. (2019). A global synthesis reveals biodiversity-mediated benefits for crop production. *Science Advances*, *5*, eaax0121. https://doi.org/10.1126/sciadv.aax0121

Dawson, I. K., Park, S. E., Attwood, S. J., Jamnadass, R., Powell, W., Sunderland, T., & Carsan, S. (2019). Contributions of biodiversity to the sustainable intensification of food production. *Global Food Security*, *21*, 23–37. https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.07.002

De Graaf, I. E. M., Gleeson, T., (Rens) Van Beek, L. P. H., Sutanudjaja, E. H., & Bierkens, M. F. P. (2019). Environmental flow limits to global groundwater pumping. *Nature*, *574*, 90–94. https://doi.org/10.1038/s41586-019-1594-4

De Vries, M., & De Boer, I. J. M. (2010). Comparing environmental impacts for livestock products: A review of life cycle assessments. *Livestock Science*, *128*, 1–11. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2009.11.007

DeCesaro, J. M., Allison, E. H., Clawson, G., Frazier, M., Gephart, J. A., Hicks, C. C., Nash, K. L., Williams, D. R., & Halpern, B. S. (2024). The distribution of environmental pressures from global dietary shift. *Environmental Research Letters*, *19*, 124006. https://doi.org/10.1088/1748-9326/ad8509

Delabre, I., Rodriguez, L. O., Smallwood, J. M., Scharlemann, J. P. W., Alcamo, J., Antonarakis, A. S., Rowhani, P., Hazell, R. J., Aksnes, D. L., Balvanera, P., Lundquist, C. J., Gresham, C., Alexander, A. E., & Stenseth, N. C. (2021). Actions on sustainable food production and consumption for the post-2020 global biodiversity framework. *Science Advances*, *7*, eabc8259. https://doi.org/10.1126/sciadv.abc8259

Dulvy, N. K., Pacoureau, N., Rigby, C. L., Pollom, R. A., Jabado, R. W., Ebert, D. A., Finucci, B., Pollock, C. M., Cheok, J., Derrick, D. H., Herman, K. B., Sherman, C. S., VanderWright, W. J., Lawson, J. M., Walls, R. H. L., Carlson, J. K., Charvet, P., Bineesh, K. K., Fernando, D., … Simpfendorfer, C. A. (2021). Overfishing drives over one-third of all sharks and rays toward a global extinction crisis. *Current Biology*, *31*, 4773-4787. https://doi.org/10.1016/j.cub.2021.08.062

Einarsson, Á., & Óladóttir, Á. D. (2020). *Fisheries and aquaculture: The food security of the future.* Academic Press.

Eisler, M. C., Lee, M. R. F., Tarlton, J. F., Martin, G. B., Beddington, J., Dungait, J. A. J., Greathead, H., Liu, J., Mathew, S., Miller, H., Misselbrook, T., Murray, P., Vinod, V. K., Van Saun, R., & Winter, M. (2014). Agriculture: Steps to sustainable livestock. *Nature*, *507*, 32–34. https://doi.org/10.1038/507032a

Espinosa-Marrón, A., Adams, K., Sinno, L., Cantu-Aldana, A., Tamez, M., Marrero, A., Bhupathiraju, S. N., & Mattei, J. (2022). Environmental impact of animal-based food production and the feasibility of a shift toward sustainable plant-based diets in the United States. *Frontiers in Sustainability*, *3*, 841106. https://doi.org/10.3389/frsus.2022.841106

European Environment Agency. (2020). *Elurikkus. Ökosüsteemid.* Kasutatud 18.05.2025, https://www.eea.europa.eu/et/themes/biodiversity/intro

European Environment Agency. (2023). *Water use in Europe — Quantity and quality face big challenges*. Kasutatud 18.05.2025, https://www.eea.europa.eu/signals-archived/signals-2018-content-list/articles/water-use-in-europe-2014

European Union. (2021). Land use statistics. *Eurostat.* Kasutatud 18.05.2025, https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Land_use_statistics

FAO, & WHO. (2019). *Sustainable healthy diets: Guiding principles*. Kasutatud 18.05.2025, https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/03bf9cde-6189-4d84-8371-eb939311283f/content

FAO. (2021). The state of the world's land and water resources for food and agriculture – systems at breaking point (SOLAW 2021). *Synthesis report 2021.* https://doi.org/10.4060/cb7654en

FAO. (2023). Land statistics and indicators 2000–2021. *FAOSTAT Analytical Briefs Series No. 71*. https://doi.org/10.4060/cc6907en

FAO. (2024). Land statistics 2001–2022 – Global, regional and country trends. *FAOSTAT Analytical Briefs, No. 88.* https://doi.org/10.4060/cd1484en

Fróna, D., Szenderák, J., & Harangi-Rákos, M. (2019). The challenge of feeding the world. *Sustainability*, *11*, 5816. https://doi.org/10.3390/su11205816

Garibaldi, L. A., Andersson, G. K. S., Requier, F., Fijen, T. P. M., Hipólito, J., Kleijn, D., Pérez-Méndez, N., & Rollin, O. (2018). Complementarity and synergisms among ecosystem services supporting crop yield. *Global Food Security*, *17*, 38–47. https://doi.org/10.1016/j.gfs.2018.03.006

Garlock, T., Asche, F., Anderson, J., Ceballos-Concha, A., Love, D. C., Osmundsen, T. C., & Pincinato, R. B. M. (2022). Aquaculture: The missing contributor in the food security agenda. *Global Food Security*, *32*, 100620. https://doi.org/10.1016/j.gfs.2022.100620

Gephart, J. A., Henriksson, P. J. G., Parker, R. W. R., Shepon, A., Gorospe, K. D., Bergman, K., Eshel, G., Golden, C. D., Halpern, B. S., Hornborg, S., Jonell, M., Metian, M., Mifflin, K., Newton, R., Tyedmers, P., Zhang, W., Ziegler, F., & Troell, M. (2021). Environmental performance of blue foods. *Nature*, *597*, 360–365. https://doi.org/10.1038/s41586-021-03889-2

Gomiero, T. (2016). Soil degradation, land scarcity and food security: Reviewing a complex challenge. *Sustainability*, *8*, 281. https://doi.org/10.3390/su8030281

Halpern, B. S., Cottrell, R. S., Blanchard, J. L., Bouwman, L., Froehlich, H. E., Gephart, J. A., Sand Jacobsen, N., Kuempel, C. D., McIntyre, P. B., Metian, M., Moran, D. D., Nash, K. L., Többen, J., & Williams, D. R. (2019). Putting all foods on the same table: Achieving sustainable food systems requires full accounting. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *116*, 18152–18156. https://doi.org/10.1073/pnas.1913308116

Halpern, B. S., Frazier, M., Verstaen, J., Rayner, P.-E., Clawson, G., Blanchard, J. L., Cottrell, R. S., Froehlich, H. E., Gephart, J. A., Jacobsen, N. S., Kuempel, C. D., McIntyre, P. B., Metian, M., Moran, D., Nash, K. L., Többen, J., & Williams, D. R. (2022). The environmental footprint of global food production. *Nature Sustainability*, *5*, 1027–1039. https://doi.org/10.1038/s41893-022-00965-x

Harfoot, M. B. J., Johnston, A., Balmford, A., Burgess, N. D., Butchart, S. H. M., Dias, M. P., Hazin, C., Hilton-Taylor, C., Hoffmann, M., Isaac, N. J. B., Iversen, L. L., Outhwaite, C. L., Visconti, P., & Geldmann, J. (2021). Using the IUCN Red List to map threats to terrestrial vertebrates at global scale. *Nature Ecology & Evolution*, *5*, 1510–1519. https://doi.org/10.1038/s41559-021-01542-9

Harwatt, H., Benton, T. G., Bengtsson, J., Birgisdóttir, B. E., Brown, K. A., Van Dooren, C., Erkkola, M., Graversgaard, M., Halldorsson, T., Hauschild, M., Høyer-Lund, A., Meinilä, J., Van Oort, B., Saarinen, M., Tuomisto, H. L., Trolle, E., Ögmundarson, O., & Blomhoff, R. (2024). Environmental sustainability of food production and consumption in the Nordic and Baltic region – a scoping review for Nordic Nutrition Recommendations 2023. *Food & Nutrition Research*, *68*, 10539. https://doi.org/10.29219/fnr.v68.10539

He, P., Baiocchi, G., Hubacek, K., Feng, K., & Yu, Y. (2018). The environmental impacts of rapidly changing diets and their nutritional quality in China. *Nature Sustainability*, *1*, 122–127. https://doi.org/10.1038/s41893-018-0035-y

Heller, M. C., Walchale, A., Heard, B. R., Hoey, L., Khoury, C. K., De Haan, S., Burra, D. D., Duong, T. T., Osiemo, J., Trinh, T. H., & Jones, A. D. (2020). Environmental analyses to inform transitions to sustainable diets in developing countries: Case studies for Vietnam and Kenya. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, *25*, 1183–1196. https://doi.org/10.1007/s11367-019-01656-0

Herrero, M., Havlík, P., Valin, H., Notenbaert, A., Rufino, M. C., Thornton, P. K., Blümmel, M., Weiss, F., Grace, D., & Obersteiner, M. (2013). Biomass use, production, feed efficiencies, and greenhouse gas emissions from global livestock systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *110*, 20888–20893. https://doi.org/10.1073/pnas.1308149110

Herrero, M., Henderson, B., Havlík, P., Thornton, P. K., Conant, R. T., Smith, P., Wirsenius, S., Hristov, A. N., Gerber, P., Gill, M., Butterbach-Bahl, K., Valin, H., Garnett, T., & Stehfest, E. (2016). Greenhouse gas mitigation potentials in the livestock sector. *Nature Climate Change*, *6*, 452–461. https://doi.org/10.1038/nclimate2925

Kastner, T., Chaudhary, A., Gingrich, S., Marques, A., Persson, U. M., Bidoglio, G., Le Provost, G., & Schwarzmüller, F. (2021). Global agricultural trade and land system sustainability: Implications for ecosystem carbon storage, biodiversity, and human nutrition. *One Earth*, *4*, 1425–1443. https://doi.org/10.1016/j.oneear.2021.09.006

Kearney, J. (2010). Food consumption trends and drivers. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *365*, 2793–2807. https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0149

Kim, B. F., Santo, R. E., Scatterday, A. P., Fry, J. P., Synk, C. M., Cebron, S. R., Mekonnen, M. M., Hoekstra, A. Y., De Pee, S., Bloem, M. W., Neff, R. A., & Nachman, K. E. (2020). Country-specific dietary shifts to mitigate climate and water crises. *Global Environmental Change*, *62*, 101926. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2019.05.010

Kim, S. H., Kim, H.-R., Yu, S., Kang, H.-J., Hyun, I.-H., Song, Y.-C., Kim, H., & Yun, S.-T. (2021). Shift of nitrate sources in groundwater due to intensive livestock farming on Jeju Island, South Korea: With emphasis on legacy effects on water management. *Water Research*, *191*, 116814. https://doi.org/10.1016/j.watres.2021.116814

Kliimaministeerium. (2023). *Looduse hüved ehk ökosüsteemiteenused.* Kasutatud 18.05.2025, https://kliimaministeerium.ee/elurikkus-keskkonnakaitse/looduskaitse/looduse-huved

Klinger, D., & Naylor, R. (2012). Searching for solutions in aquaculture: Charting a sustainable course. *Annual Review of Environment and Resources*, *37*, 247–276. https://doi.org/10.1146/annurev-environ-021111-161531

Kok, A., De Olde, E. M., De Boer, I. J. M., & Ripoll-Bosch, R. (2020). European biodiversity assessments in livestock science: A review of research characteristics and indicators. *Ecological Indicators*, *112*, 105902. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105902

Komarek, A. M., Dunston, S., Enahoro, D., Godfray, H. C. J., Herrero, M., Mason-D'Croz, D., Rich, K. M., Scarborough, P., Springmann, M., Sulser, T. B., Wiebe, K., & Willenbockel, D. (2021). Income, consumer preferences, and the future of livestock-derived food demand. *Global Environmental Change*, *70*, 102343. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2021.102343

Komoroske, L. M., & Lewison, R. L. (2015). Addressing fisheries bycatch in a changing world. *Frontiers in Marine Science*, *2*, 83. https://doi.org/10.3389/fmars.2015.00083

Kopittke, P. M., Menzies, N. W., Wang, P., McKenna, B. A., & Lombi, E. (2019). Soil and the intensification of agriculture for global food security. *Environment International*, *132*, 105078. https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105078

Lachat, C., Raneri, J. E., Smith, K. W., Kolsteren, P., Van Damme, P., Verzelen, K., Penafiel, D., Vanhove, W., Kennedy, G., Hunter, D., Odhiambo, F. O., Ntandou-Bouzitou, G., De Baets, B., Ratnasekera, D., Ky, H. T., Remans, R., & Termote, C. (2018). Dietary species richness as a measure of food biodiversity and nutritional quality of diets. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *115*, 127–132. https://doi.org/10.1073/pnas.1709194115

Law, B. E., Hudiburg, T. W., Berner, L. T., Kent, J. J., Buotte, P. C., & Harmon, M. E. (2018). Land use strategies to mitigate climate change in carbon dense temperate forests. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *115*, 3663–3668. https://doi.org/10.1073/pnas.1720064115

Leip, A., Billen, G., Garnier, J., Grizzetti, B., Lassaletta, L., Reis, S., Simpson, D., Sutton, M. A., De Vries, W., Weiss, F., & Westhoek, H. (2015). Impacts of European livestock production: Nitrogen, sulphur, phosphorus and greenhouse gas emissions, land-use, water eutrophication and biodiversity. *Environmental Research Letters*, *10*, 115004. https://doi.org/10.1088/1748-9326/10/11/115004

Leng, G., & Hall, J. W. (2021). Where is the Planetary Boundary for freshwater being exceeded because of livestock farming? *Science of The Total Environment*, *760*, 144035. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144035

Liu, X., Wang, Y., Liu, H., Zhang, Y., Zhou, Q., Wen, X., Guo, W., & Zhang, Z. (2024). A systematic review on aquaculture wastewater: Pollutants, impacts, and treatment technology. *Environmental Research*, *262*, 119793. https://doi.org/10.1016/j.envres.2024.119793

Lynch, A. J., Cooke, S. J., Arthington, A. H., Baigun, C., Bossenbroek, L., Dickens, C., Harrison, I., Kimirei, I., Langhans, S. D., Murchie, K. J., Olden, J. D., Ormerod, S. J., Owuor, M., Raghavan, R., Samways, M. J., Schinegger, R., Sharma, S., Tachamo‐Shah, R., Tickner, D., … Jähnig, S. C. (2023). People need freshwater biodiversity. *WIREs Water*, *10*, e1633. https://doi.org/10.1002/wat2.1633

Macdiarmid, J. I. (2022). The food system and climate change: Are plant-based diets becoming unhealthy and less environmentally sustainable? *Proceedings of the Nutrition Society*, *81*, 162–167. https://doi.org/10.1017/S0029665121003712

Machovina, B., Feeley, K. J., & Ripple, W. J. (2015). Biodiversity conservation: The key is reducing meat consumption. *Science of The Total Environment*, *536*, 419–431. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.07.022

Matiu, M., Ankerst, D. P., & Menzel, A. (2017). Interactions between temperature and

drought in global and regional crop yield variability during 1961-2014. *PLoS ONE*, *12*, e0178339. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0178339

McCauley, D. J., Pinsky, M. L., Palumbi, S. R., Estes, J. A., Joyce, F. H., & Warner, R. R. (2015). Marine defaunation: Animal loss in the global ocean. *Science*, *347*, 1255641. https://doi.org/10.1126/science.1255641

Meng, Q., Chen, X., Lobell, D. B., Cui, Z., Zhang, Y., Yang, H., & Zhang, F. (2016). Growing sensitivity of maize to water scarcity under climate change. *Scientific Reports*, *6*, 19605. https://doi.org/10.1038/srep19605

Mertens, E. (2020). Towards healthy and environmentally sustainable diets for European consumers. *Wageningen University*. [Doktoritöö]. https://doi.org/10.18174/502018

Muller, A., Schader, C., El-Hage Scialabba, N., Brüggemann, J., Isensee, A., Erb, K.-H., Smith, P., Klocke, P., Leiber, F., Stolze, M., & Niggli, U. (2017). Strategies for feeding the world more sustainably with organic agriculture. *Nature Communications*, *8*, 19605. https://doi.org/10.1038/s41467-017-01410-w

Ortiz-Bobea, A., Ault, T. R., Carrillo, C. M., Chambers, R. G., & Lobell, D. B. (2021). Anthropogenic climate change has slowed global agricultural productivity growth. *Nature Climate Change*, *11*, 306–312. https://doi.org/10.1038/s41558-021-01000-1

Páez-Osuna, F. (2001). The environmental impact of shrimp aquaculture: Causes, effects, and mitigating alternatives. *Environmental Management*, *28*, 131–140. https://doi.org/10.1007/s002670010212

Parker, R. W. R., Blanchard, J. L., Gardner, C., Green, B. S., Hartmann, K., Tyedmers, P. H., & Watson, R. A. (2018). Fuel use and greenhouse gas emissions of world fisheries. *Nature Climate Change*, *8*, 333–337. https://doi.org/10.1038/s41558-018-0117-x

Perignon, M., Vieux, F., Soler, L.-G., Masset, G., & Darmon, N. (2017). Improving diet sustainability through evolution of food choices: Review of epidemiological studies on the environmental impact of diets. *Nutrition Reviews*, *75*, 2–17. https://doi.org/10.1093/nutrit/nuw043

Pilling, D., & Bélanger, J. (2019). The state of the world's biodiversity for food and agriculture. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Kasutatud 18.05.2025, http://www.fao.org/3/CA3129EN/ca3129en.pdf

Poore, J., & Nemecek, T. (2018). Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science*, *360*, 987–992. https://doi.org/10.1126/science.aaq0216

Prangel, E., Reitalu, T., Neuenkamp, L., Kasari-Toussaint, L., Karise, R., Tiitsaar, A., Soon, V., Kupper, T., Meriste, M., Ingerpuu, N., & Helm, A. (2024). Restoration of

semi-natural grasslands boosts biodiversity and re-creates hotspots for ecosystem services. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *374*, 109139. https://doi.org/10.1016/j.agee.2024.109139

Qian, Y., Song, K., Hu, T., & Ying, T. (2018). Environmental status of livestock and poultry sectors in China under current transformation stage. *Science of The Total Environment*, *622–623*, 702–709. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.12.045

Quintero-Lesmes, D. C., & Herran, O. F. (2019). Food changes and geography: Dietary transition in Colombia. *Annals of Global Health*, *85*, 28. https://doi.org/10.5334/aogh.1643

Ramankutty, N., Mehrabi, Z., Waha, K., Jarvis, L., Kremen, C., Herrero, M., & Rieseberg, L. H. (2018). Trends in global agricultural land use: Implications for environmental health and food security. *Annual Review of Plant Biology*, *69*, 789–815. https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-042817-040256

Ramanujan, K. (2021). Declining fish biodiversity poses risks for human nutrition. *Cornell Chronicle.* Kasutatud 18.05.2025, https://news.cornell.edu/stories/2021/05/declining-fish-biodiversity-poses-risks-human-nutrition

Reid, A. J., Carlson, A. K., Creed, I. F., Eliason, E. J., Gell, P. A., Johnson, P. T. J., Kidd, K. A., MacCormack, T. J., Olden, J. D., Ormerod, S. J., Smol, J. P., Taylor, W. W., Tockner, K., Vermaire, J. C., Dudgeon, D., & Cooke, S. J. (2019). Emerging threats and persistent conservation challenges for freshwater biodiversity. *Biological Reviews*, *94*, 849–873. https://doi.org/10.1111/brv.12480

Riigikantselei. (2024). *Ülemaailmsed säästva arengu eesmärgid.* Kasutatud 18.05.2025, https://www.riigikantselei.ee/valitsuse-too-planeerimine-ja-korraldamine/valitsuse-too-toetamine/saastev-areng

Ritchie, H., Rosado, P., & Roser, M. (2022). Environmental impacts of food production. *Our World in Data*. Kasutatud 18.05.2025, https://ourworldindata.org/environmental-impacts-of-food

Rodgers, E. M. (2019). Caught out! Scientists discover a cryptic stress response in a bycatch species. *Conservation Physiology*, *7*, coz008. https://doi.org/10.1093/conphys/coz008

Rosi, A., Mena, P., Pellegrini, N., Turroni, S., Neviani, E., Ferrocino, I., Di Cagno, R., Ruini, L., Ciati, R., Angelino, D., Maddock, J., Gobbetti, M., Brighenti, F., Del Rio, D., & Scazzina, F. (2017). Environmental impact of omnivorous, ovo-lacto-vegetarian, and vegan diet. *Scientific Reports*, *7*, 6105. https://doi.org/10.1038/s41598-017-06466-8

Sans, P., & Combris, P. (2015). World meat consumption patterns: An overview of the last

fifty years (1961–2011). *Meat Science*, *109*, 106–111. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.05.012

Sciberras, M., Hiddink, J. G., Jennings, S., Szostek, C. L., Hughes, K. M., Kneafsey, B., Clarke, L. J., Ellis, N., Rijnsdorp, A. D., McConnaughey, R. A., Hilborn, R., Collie, J. S., Pitcher, C. R., Amoroso, R. O., Parma, A. M., Suuronen, P., & Kaiser, M. J. (2018). Response of benthic fauna to experimental bottom fishing: A global meta‐analysis. *Fish and Fisheries*, *19*, 698–715. https://doi.org/10.1111/faf.12283

Shackell, N. L., Frank, K. T., Fisher, J. A. D., Petrie, B., & Leggett, W. C. (2010). Decline in top predator body size and changing climate alter trophic structure in an oceanic ecosystem. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, *277*, 1353–1360. https://doi.org/10.1098/rspb.2009.1020

Shroff, R., & Cortés, C. R. (2020). The biodiversity paradigm: Building resilience for human and environmental health. *Development*, *63*, 172–180. https://doi.org/10.1057/s41301-020-00260-2

Smith, J., Sones, K., Grace, D., MacMillan, S., Tarawali, S., & Herrero, M. (2013). Beyond milk, meat, and eggs: Role of livestock in food and nutrition security. *Animal Frontiers*, *3*, 6–13. https://doi.org/10.2527/af.2013-0002

Springmann, M. (2019). Can diets be both healthy and sustainable? Solving the dilemma between healthy diets versus sustainable diets. *Environmental Nutrition*, 197–227. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811660-9.00013-8

Springmann, M., Clark, M., Mason-D'Croz, D., Wiebe, K., Bodirsky, B. L., Lassaletta, L., De Vries, W., Vermeulen, S. J., Herrero, M., Carlson, K. M., Jonell, M., Troell, M., DeClerck, F., Gordon, L. J., Zurayk, R., Scarborough, P., Rayner, M., Loken, B., Fanzo, J., … Willett, W. (2018). Options for keeping the food system within environmental limits. *Nature*, *562*, 519–525. https://doi.org/10.1038/s41586-018-0594-0

Springmann, M., Godfray, H. C. J., Rayner, M., & Scarborough, P. (2016). Analysis and valuation of the health and climate change cobenefits of dietary change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *113*, 4146–4151. https://doi.org/10.1073/pnas.1523119113

Statistikaamet. (2024). *Põllumajandus*. Kasutatud 18.05.2025, https://stat.ee/et/avasta-statistikat/valdkonnad/pollumajandus-kalandus-ja-jahindus/pollumajandus

Stylianou, K. S., Fulgoni, V. L., & Jolliet, O. (2021). Small targeted dietary changes can yield substantial gains for human health and the environment. *Nature Food*, *2*, 616–627.

https://doi.org/10.1038/s43016-021-00343-4

Sumaila, U. R., & Tai, T. C. (2020). End overfishing and increase the resilience of the ocean to climate change. *Frontiers in Marine Science*, *7*, 523. https://doi.org/10.3389/fmars.2020.00523

Swain, M., Blomqvist, L., McNamara, J., & Ripple, W. J. (2018). Reducing the environmental impact of global diets. *Science of The Total Environment*, *610–611*, 1207–1209. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.08.125

Zaveri, E., Grogan, D. S., Fisher-Vanden, K., Frolking, S., Lammers, R. B., Wrenn, D. H., Prusevich, A., & Nicholas, R. E. (2016). Invisible water, visible impact: Groundwater use and Indian agriculture under climate change. *Environmental Research Letters*, *11*, 084005. https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/8/084005

Tian, X., Engel, B. A., Qian, H., Hua, E., Sun, S., & Wang, Y. (2021). Will reaching the maximum achievable yield potential meet future global food demand? *Journal of Cleaner Production*, *294*, 126285. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126285

Tilman, D., Balzer, C., Hill, J., & Befort, B. L. (2011). Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *108*, 20260–20264. https://doi.org/10.1073/pnas.1116437108

Tilman, D., & Clark, M. (2014). Global diets link environmental sustainability and human health. *Nature*, *515*, 518–522. https://doi.org/10.1038/nature13959

Trivedi, P., Delgado-Baquerizo, M., Anderson, I. C., & Singh, B. K. (2016). Response of soil properties and microbial communities to agriculture: Implications for primary productivity and soil health indicators. *Frontiers in Plant Science*, *7*, 990. https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00990

Tälle, M., Deák, B., Poschlod, P., Valkó, O., Westerberg, L., & Milberg, P. (2016). Grazing vs. mowing: A meta-analysis of biodiversity benefits for grassland management. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *222*, 200–212. https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.02.008

United Nations. (2015). *Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development.* Kasutatud 18.05.2025, https://sdgs.un.org/2030agenda

Van Dooren, C., Aiking, H., & Vellinga, P. (2018). In search of indicators to assess the environmental impact of diets. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, *23*, 1297–1314. https://doi.org/10.1007/s11367-017-1371-2

Van Vliet, S., Kronberg, S. L., & Provenza, F. D. (2020). Plant-based meats, human health, and climate change. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, *4*, 128.

https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00128

Vieux, F., Perignon, M., Gazan, R., & Darmon, N. (2018). Dietary changes needed to improve diet sustainability: Are they similar across Europe? *European Journal of Clinical Nutrition*, *72*, 951–960. https://doi.org/10.1038/s41430-017-0080-z

Vieux, F., Privet, L., Soler, L. G., Irz, X., Ferrari, M., Sette, S., Raulio, S., Tapanainen, H., Hoffmann, R., Surry, Y., Pulkkinen, H., & Darmon, N. (2020). More sustainable European diets based on self-selection do not require exclusion of entire categories of food. *Journal of Cleaner Production*, *248*, 119298. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119298

Wang, X., Wu, X., Yan, P., Gao, W., Chen, Y., & Sui, P. (2016). Integrated analysis on economic and environmental consequences of livestock husbandry on different scale in China. *Journal of Cleaner Production*, *119*, 1–12. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.01.084

Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S., Garnett, T., Tilman, D., DeClerck, F., Wood, A., Jonell, M., Clark, M., Gordon, L. J., Fanzo, J., Hawkes, C., Zurayk, R., Rivera, J. A., De Vries, W., Majele Sibanda, L., … Murray, C. J. L. (2019). Food in the Anthropocene: The EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *The Lancet*, *393*, 447–492. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31788-4

Worm, B., Barbier, E. B., Beaumont, N., Duffy, J. E., Folke, C., Halpern, B. S., Jackson, J. B. C., Lotze, H. K., Micheli, F., Palumbi, S. R., Sala, E., Selkoe, K. A., Stachowicz, J. J., & Watson, R. (2006). Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. *Science*, *314*, 787–790. https://doi.org/10.1126/science.1132294

WWF. (2025). *How does what you eat in Estonia affect the planet?* Kasutatud 18.05.2025, https://planetbaseddiets.panda.org/impacts-action-calculator/estonia

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Annaliisa Väljaots,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose "Inimeste toitumisvalikute mõjud keskkonnale ja elurikkusele", mille juhendaja on Riin Tamme reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada Tartu Ülikooli digitaalarhiivi kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni;

2. annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi kaudu Creative Commonsi litsentsiga CC BY NC ND 4.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni;

3. olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

4. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Annaliisa Väljaots

20.05.2025