

LUOMUTUOTANNOSTA EVÄITÄ RUOKAJÄRJESTELMÄN KESTÄVYYSMUUTOKSEEN

SARI AUTIO JA SARI IIVONEN

Luomutuotannossa Suomen peltoalasta on noin 13 % ja maatiloista noin joka kymmenes. Tässä katsauksessa tarkastelemme luomutuotannon vaikutuksia pohjoiseen ilmastoomme, vesistöihin ja luonnon monimuotoisuuteen julkaistun tutkimustiedon valossa ja arvioimme luomutuotannon mahdollisuuksia edistää ruokajärjestelmän kestävyyttä.

Suomessa vallitsee laaja yhteisymmärrys tarpeesta kehittää nykyisestä ruokajärjestelmästä kestävämpi, mutta kestävyysmuutoksen keinoista vallitsee erilaisia näkemyksiä. Luomutuotanto perustuu Suomessa Euroopan unionin yhteiseen luomuasetuskeeseen ja sen noudattaminen valvotusti mahdollistaa maataloustuotteiden markkinoinnin sertifioituina luomutuotteina (EU 2008). Luomutuotannon tavoitteena on tuottaa terveellistä ruokaa tavalla, joka huomioi ympäristön, ihmisten ja eläinten hyvinvoinnin. Suomessa luomukulutuksen kasvu on jatkunut jo vuosia.

Luomu tukee ilmastonmuutoksen hillintää

Merkittävimpiä maataloudesta syntyviä kasvihuonekaasuja ovat typen oksidit ja metaani. Typen oksideja vapautuu peltomaasta kemiallisten typpilannoitteiden sekä lannan käytön ja kasvinjäänteiden hajotuksen seurauksena. Luomutuotannossa typen oksidien päästöt selittyvät pääasiassa maan ominaisuuksilla, kuten maan kokonaistypen määrällä. Keski-Euroopassa toteutetussa pitkäkestoisessa kenttäkokeessa osoitettiin, että luomupelloilta typenoksidien päästöt pinta-alaa kohden tarkasteltuna ovat 40 % alhaisempia kuin tavanomaisessa tuotannossa olevilta pelloilta (Skinner ym. 2019). Suomessa vastaavia pitkäaikaisia kenttäkokeita ei ole toteutettu. Lyhytkestoisessa tutkimuksessa luomunurmituotannon typpioksidipäästöt Suomessa olivat selvästi alhaisempia kuin tavanomaisessa viljanviljelyssä, mutta eivät alhaisempia kuin tavanomaisella nurmella (Syväsalo ym. 2006).

Eläintuotannossa merkittävä kasvihuonekaasujen päästöjen lähde on märehitöiden ruuansulatuksessa syntyvät metaanikaasut. Lisäksi lannankäsittelyssä syntyy metaania ja dityppioksidipäästöjä lannassa olevien kaasujen vapautuessa ilmaan ja orgaanisen aineksen hajotessa. Fossiilisten energialähteiden hyödyntämiseen perustuva kemiallisten typpilannoitteiden teollinen valmistus on merkittävä kasvihuonekaasupäästöjen lähde maatalouden tuotantoketjussa. Luomutuotannossa typpeä saadaan peltoon palkokasvien biologisen typensidonnan avulla ja karjanlannasta. Osin tämän takia luomutuotannossa energiankulutus on alhaisempaa. Pienempi riippuvuus fossiilisen energian käytöstä ja parempi energiatehokkuus on myös yksi suora luomutuotannon tarjoama keino estää uusien kasvihuonekaasujen vapautumista ilmakehään. (Flaten ym. 2018; Reganold ja Wachter 2016; Seufert ja Ramankutty 2017).

Luomussa käytettävät viljelymenetelmät, kuten monivuotisten nurmien käyttö viljelykierron, monipuolinen palkokasveja sisältävä viljelykierto sekä lannan käyttö edistävät orgaanisen aineksen ja hiilen kertymistä maahan (Gattinger ym. 2012; Reganold ja Wachter 2016). Luomutuotannossa käytettävät viljelymenetelmät, kuten monivuotisten nurmien käyttö viljelykierron, monipuolinen palkokasveja sisältävä viljelykierto sekä lannan käyttö edistävät orgaanisen aineksen ja hiilen kertymistä maahan (Gattinger ym. 2012; Reganold ja Wachter 2016). Luomutuotannossa käytettävät viljelymenetelmät, kuten monivuotisten nurmien käyttö viljelykierron, monipuolinen palkokasveja sisältävä viljelykierto sekä lannan käyttö edistävät orgaanisen aineksen ja hiilen kertymistä maahan (Gattinger ym. 2012; Reganold ja Wachter 2016).

Luomussa käytettävät viljelymenetelmät, kuten monivuotisten nurmien käyttö viljelykierron, monipuolinen palkokasveja sisältävä viljelykierto sekä lannan käyttö edistävät orgaanisen aineksen ja hiilen kertymistä maahan (Gattinger ym. 2012; Reganold ja Wachter 2016).

tannon ilmastovaikutukset kasvihuonekaasupäästöinä ja eri päästölähteet huomioon ottaen ovat pinta-alaa kohden laskettuna tyypillisesti pienempiä kuin tavanomaisessa tuotannossa (Flaten ym. 2018; Squalli ja Adamkiewicz 2018). Luomutuotannossa sato- ja tuotostasot ovat kuitenkin keskimäärin 20–25 % alhaisempia kuin tavanomaisessa tuotannossa, vaikka vaihtelua kasvilajien välillä ja tuotanto-olosuhteista riippuen on paljon (esim. Seufert ym. 2012; de Ponti ym. 2012; Schrama ym. 2018). Alhaisemman keskimääräisen sato- tai tuotostason takia tuotettua yksikköä kohden laskettu ilmastovaikutus on monissa tutkimuksissa osoitettu luomutuotannossa olevan keskimäärin samalla tasolla kuin tavanomaisessa tuotannossa (Mondelaers ym. 2009; Tuomisto ym. 2012; Sanders ja Hess 2019). Suuri osa vertailevasta tutkimuksesta on kuitenkin tehty lauhkealla ilmastovyöhykkeellä ja Suomen olosuhteita ja tuotantojärjestelmiä vastaavissa oloissa tutkimuksia on tehty vain vähän. Nykyiset kestäväen ruoantuotannon arvioinnissa käytetyt elinkaariarvioinnin (LCA) menetelmät tuotteiden hiilijalanjäljen arvioinnissa ovat vielä puutteellisia, sillä ne ottavat huomioon vain harvoin maan hiilivarojen muutoksia, luomutuotantotavan erityispiirteitä ja tuotantomenetelmien vaikutuksia maan kasvukuntoon pitkällä tähtäimellä (Adewale ym. 2018; Meier ym. 2015). Menetelmien kehitys lisää ymmärrystämme luomutuotannon ilmastovaikutuksista.

Ilmastomuutokseen sopeutuminen on myös tärkeää yksittäisten viljelijöiden toimeentulon ja ruokaturvan näkökulmasta. Luomutuotanto edistää maan hyvää kasvukuntoa ja rakennetta, mikä parantaa kestävyyttä sään ääri-ilmiöille, kuten rankkasateille ja kuivuudelle. Tulevaisuudessa satorasojen sijaan satovarmuus saattaa nousta yhä tärkeämmäksi tekijäksi, ja luomutuotantoon on myös kehitettävä satovarmuuteen tähtäviä toimia.

Alhainen kemikaalikuormitus on luomun selkeä ympäristöhyöty

Luomussa kasvien lannoitus perustuu mineraalilannoitteiden sijasta viljelykierrossa oleviin ilmakehän tyyppiä sitoviin viherlannoituskasveihin ja karjanlantaan. Haasteena on vapautuvien ravinteiden oikea-aikainen saatavuus satokasvien tar-

peisiin ja vesistöihin huuhtoutumisen estäminen (esim. Einarsson ym. 2018; Valkama ym. 2016). Lyhytaikaisissa kenttäkokeissa erot luomun ja tavanomaisen viljelyn typpihuuhtoumissa ovat usein pienet (Syväsalu ym. 2006; Manninen ym. 2018). Pidempiaikaiset kenttäkokeet sen sijaan usein osoittavat luomupelloilta huuhtoutuvan tyyppiä keskimäärin noin 20–30 % vähemmän pinta-alaa kohden (Lemola 2016; Fan ym. 2017; Sanders ja Hess 2019). Fosforikuormituksessa on havaittu vain hyvin pieniä eroja luomun ja tavanomaisen tuotannon välillä (Talgre ym. 2014). Tuotettua satakiloa kohden laskettuna ravinnekkuormituksen erot luomun ja tavanomaisen viljelyn välillä taasoittuvat. Elinkaari- ja mallinnustutkimuksissa ravinteiden huuhtoutumisarvioiden vaihtelu on yleensäkin hyvin suurta ja siten eroja luomun ja tavanomaisen tuotannon kuormitusarvioinneissa on vaikea osoittaa (Tuomisto ym. 2012). Tarvitaan siis kenttäkoemittauksia pohjoisissa oloissamme, jotta mallien erottelukykyä voitaisiin parantaa.

Kemiallisten kasvinsuojeluaineiden käyttö ei ole luomussa sallittua ja eläinlääkkeiden käyttö on rajoitetumpaa kuin tavanomaisessa tuotannossa, joten näitä aineita ei pääse luomupelloilta tai laiturilta vesistöihin eikä pohjaveteen. Luomun kemikaalikuormitus on siten selkeästi vähäisempää kuin tavanomaisen tuotannon. Tuoreessa saksalaisessa katsauksessa luomun kemikaalikuormitus oli 92 %:ssa vertailututkimuksista tavanomaista tuotantoa vähäisempää (Sanders ja Hess 2019). Suomen vesistöjen haitallisten aineiden seurannoissa on havaittu 2000-luvulla useita kymmeniä torjunta-aineita tai niiden hajoamistuotteita. Vaikka pitoisuudet ovat useimmiten alhaisia, joitain ympäristönlaatunormien ylityksiä on kuitenkin havaittu (Karjalainen ym. 2014).

Ilmaston lämmitessä talviaikaiset sateet ja vaurunta lisääntyvät Pohjolassa, mikä lisää myös ravinteiden ja maatalouskemikaalien huuhtoutumista vesistöihimme (Bechmann ym. 2016). Pysyvä kasvipeitteisyys vähentää peltojen eroosiota ja ravinteiden huuhtoutumista. Lisää tutkimusta tarvitaan huuhtoutumisen estämiskeinoista erityisesti pohjoisissa oloissamme.

Luomu ylläpitää luonnon monimuotoisuutta
Elämme kuudetta sukuputtoaaltoa ja suomalais-

sista eliölajeista noin joka yhdeksäs on uhanalainen (Hyvärinen ym. 2019). Erityisesti hyönteisten häviämisenopeus aiheuttaa huolta ja sen on havaittu liittyvän synteettisten torjunta-aineiden ja lannoitteiden käyttöön (Sanchez-Bayo ja Wyckhuys 2019). Vasta aivan viime aikoina on alettu ymmärtää maaperän ja ympäristön mikrobiston monimuotoisuuden merkitystä ja vaikutuksia myös ihmisten terveyteen (Flandroy ym. 2018).

Karttuva tutkimustieto osoittaa yhtenevästi luomutuotannon olevan luonnon monimuotoisuudelle tavanomaista tuotantoa edullisempää (FAO 2019; Kazemi ym. 2018; Sanders ja Hess 2019; Tuomisto ym. 2012). Maailmanlaajuisessa katsauksessa eri eliöryhmien keskimääräiset eliömäärät kenttäkokeissa olivat 95 %:ssa tapauksista luomussa korkeammat kuin tavanomaisen tuotannon vertailupareissa ja vain kahdessa tapauksessa yhteensä 75:stä luomu oli biodiversiteettivaikutuksiltaan heikompi kuin tavanomainen tuotanto (Sanders ja Hess 2019).

Myös viljelykasvien monimuotoisuuden vähentyminen vaarantaa maailman ruokaturvaa ilmaston muuttuessa: kaksi kolmasosaa maailman kasvintuotannosta on ainoastaan yhdeksän ilmastomuutokselle alttiin viljelykasvilajin varassa (FAO 2019). Viljelylajikkeiden monimuotoisuuden ja paikalliseen sopeutumiseen tulee kiinnittää enemmän huomiota ilmastomuutoskeskustelussa. Luomutuotannossa korostetaan paikallisiin olosuhteisiin sopeutuneiden lajikkeiden käyttöä.

Luomutuotanto ruokajärjestelmän kestävyyyden edistäjänä

Nykyisen tutkimustiedon perusteella luomutuotannon selkeitä etuja ympäristön kannalta ovat alhaisempi paikallinen vesistöjen tyyppikuormitus, alhaisempi kemikaalikuormitus, maan kasvukunnon ja maatalousympäristön monimuotoisuuden ylläpito, pienempi energiankäyttö ja siten vähäisempi riippuvuus fossiilienergiasta. Nämä hyödyt on saavutettavissa, vaikka ilmastovaikutukset sato-kiloa kohden olisivatkin samalla tasolla kuin tavanomaisessa tuotannossa. Suurin kritiikki luomutuotantoa kohtaan liittyy alhaisempiin satotasoihin. Luomutuotannossa satotasoja on mahdollista nostaa erityisesti ravinnehuollon optimoinnilla (esim. Talgre ym. 2014; Valkama ym. 2016) ja kasvinsuojel-

lun tehostamisella (Masilionyte ym. 2017). Uusien kierrätysravinteiden kehittäminen luomutuotannon tarpeisiin onkin tärkeää. Satotason kestävä kasvattaminen on kuitenkin tehtävä taiten, ettei lisätä ravinteiden huuhtoutumista vesiin eikä kasvihuonekaasujen päästöjä (Röös ym. 2018). Tässä viljelijöiden taidoilla on keskeinen rooli.

Pelkästään satotasojen maksimointiin tähtävän tehokkuusajattelun sijaan olisi siirryttävä tarkastelemaan myös kokonaiskestävyyttä, erityisesti luomutuotannon tarjoamia ekosysteemipalveluja ja niiden pitkäkestoisia hyötyjä, sekä nostaa keskusteluun ruoan ja uusiutumattomien luonnonvarojen riittävyyden näkökulmaa (Müller ym. 2017; Poore ja Nemecek 2018). Miten tuotantoa ja kulutusta olisi ohjattava, jotta ruoantuotannon ympäristövaikutukset globaalisti ja paikallisesti olisivat mahdollisimman pienet, ruokavalio tuottaisi terveyshyötyjä ja maapallon väestölle olisi tarjolla riittävästi ravintoa?

Suomessa eivät vielä näy teknis-kemiallisen maatalouden vaikutukset ympäristöön yhtä voimakkaasti kuin monin paikoin Euroopassa, mutta tarve maataloustuotannon kestävyyyden parantamiseen on meilläkin tiedostettu (Kuokkanen ym. 2018). Viljelijöidemme kasvava kiinnostus luomuviljelyn menetelmiin on osoitus tästä pyrkimyksestä. Suomalaisen luomututkimuksen tärkeänä tehtävänä on tuottaa lisää tietoa luomutuotannon ympäristövaikutuksista Suomen oloissa ja kehittää luomun ympäristökestävyyttä. Luomututkimus kehittää viljelijöille keinoja tunnistaa oman tilan tuotannon ympäristövaikutuksia sekä testata ja omaksua tilatasolla ympäristön kuormitusta vähentäviä käytännön viljelyratkaisuja. Niiden laajempi käyttöönotto riippuu yhteiskunnan yhteisistä päätöksistä: tuetaanko Euroopan yhteisen maatalouspolitiikan avulla ekologisesti, taloudellisesti ja sosiaalisesti kestävä vai kestäväntöntä ruoantuotantoa?

Kirjallisuus

- Adewale, C., Reganold, J.P., Higgins, S., Evans, R.D. ja Carpenter-Boggs, L. 2018. Improving carbon footprinting of agricultural systems: Boundaries, tiers and organic farming. *Environmental Impact Assessment Review* 71: 41–48.
- Bechmann, M., Collentine, D., Gertz, F., Graversgaard, M., Hasler, B., Helin, J., Jacobsen, B., Rankinen, K. ja Refsgaard, K. 2016. Water Management for Agriculture in the Nordic Countries. *NIBIO Report 2 (2)* 2016. 55 s.
- Einarsson, R., Cederberg, C. ja Kallus, J. 2018. Nitrogen flows on

- organic and conventional dairy farms: a comparison of three indicators. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* 110: 25–38.
- EU 2008. Neuvoston asetukset (EY) 834/2007 luonnonmukaisesta tuotannosta ja luonnonmukaisesti tuotettujen tuotteiden merkinnöistä.
- Fan Fan, Bugge Henriksen, C. ja Porter, J. 2017. Long-term effects of conversion to organic farming on ecosystem services – a model simulation case study and on-farm case study in Denmark. *Agroecology and Sustainable Food Systems* 42(5): 504–529.
- FAO 2019. The State of the World's Biodiversity for Food and Agriculture, J. Bélanger ja D. Pilling (toim.), *FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Assessments*. Rome. 572 s.
- Flandroy, L., Poutahidis, T., Berg, G., Clarke, G., Dao, M.-C., Decaestecker, E., Furman, E., Haahela, T., Massart, S., Plovier, H., Sanz, Y. ja Rook, G. 2018. The impact of human activities and lifestyles on the interlinked microbiota and health of humans and ecosystems. *Science of the Total Environment* 627: 1018–1038.
- Flaten, O., Koelsing, M., Hansen, S. ja Veidal, A. 2018. Links between profitability, nitrogen surplus, greenhouse gas emissions, and energy intensity on organic and conventional dairy farms. *Agroecology and Sustainable Food Systems*. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/21683565.2018.1544960>
- Gattinger, A., Müller, A., Haeni, M., Skinner, C., Fliessbach, A., Buchmann, N., Mäder, P., Stoltze, M., Smith, P., El-Hage Scialabba, N. ja Niggli, U. 2012. Enhanced top soil carbon stocks under organic farming. *PNAS* www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1209429109
- Hyvärinen, E., Juslén, A., Kemppainen, E., Uddström, A. ja Liukko, U.-M. (toim.) 2019. *Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2019*. Ympäristöministeriö ja Suomen Ympäristökeskus. Helsinki. 704 s.
- Karjalainen, A., Siimes, K., Leppänen, M. ja Mannio, J. 2014. *Maa- ja metsätalouden kuormittamien pintavesien haitta-aineseuranta Suomessa – Seurannan tulokset 2007–2012*. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 38/2014. 112 s.
- Kazemi, H., Klug, H. ja Kamkar, B. 2018. New services and roles of biodiversity in modern agroecosystems: A review. *Ecological Indicators* 93 (2018): 1126–1135.
- Kuokkanen, A., Nurmi, A., Mikkilä, M., Kuisma, M., Kahiluoto, H. ja Linnanen, L. 2018. Agency in regime destabilization through the selection environment: The Finnish Food system's sustainability transition. *Research Policy* 47:1513–1522.
- Lemola, R. 2016. Luomuviljely vähensi typpikuormitusta vesiin pitkäaikaisessa kenttäkokeessa. *Luomulehti* 2/2016, s. 22–24.
- Manninen, N., Soinne, H., Lemola, R., Hoikkala, L. ja Turtola, E. 2018. Effects of agricultural land use on dissolved organic carbon and nitrogen in surface runoff and subsurface drainage. *Science of the Total Environment* 618: 1519–1528.
- Masilionyte L., Maiksteniene, S., Kriauciuniene, Z., Jablonskyte-Rasce, D., Zou, L. ja Sarauskis, B. 2017. Effect of cover crops in smothering weeds and volunteer plants in alternative farming systems. *Crop Protection* 91: 74–81.
- Meier, M.S., Stoessel, F., Jungbluth, N., Juraske, R., Schader, C. ja Stolze, M. 2015. Environmental impacts of organic and conventional agricultural products – are the differences captured by life cycle assessment? *Journal of Environmental Management* 149: 193–208.
- Mondelaers, K., Aertsens, J. ja van Huylenbroeck, G. 2009. A meta-analysis of the differences in environmental impacts between organic and conventional farming. *British Food Journal*, Vol. 111 (10), 1098–1119.
- Müller, A., Schnader, C., El-Hage Scialabba, N., Brüggemann, J., Isensee, A., Erb, K.-H., Smith, P., Klocke, P., Leiber, F., Stolze, M. ja Niggli, U. 2017. Strategies for feeding the world more sustainably with organic agriculture. *Nature Communications* 8:1290.
- de Ponti, T., Rijk, B. ja van Ittersum, M. K. 2012. The crop yield gap between organic and conventional agriculture. *Agricultural Systems* 108, 1–9.
- Poore, J. ja Nemecek, T. 2018. Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science* 360: 987–992.
- Reganold, J.P. ja Wachter, J.M. 2016. Organic agriculture in the twenty-first century. *Nature Plants* 2:15221. DOI: 10.1038/NPLANTS.2015.221.8 p.
- Röös, E., Mie, A., Wivstad, M., Salomon, E., Johansson, B., Gunnarsson, S., Wallenbeck, A., Hoffman, R., Nilsson, U., Sundberg, C. ja Watson, C.A. 2018. Risks and opportunities of increasing yields in organic farming. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 38:14.
- Sanchez-Bayo, F. ja Wyckhuys, K.A.G. 2019. Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological Conservation* 232: 8–27.
- Sanders J. ja Hess J. (toim.) 2019. *Leistungen des ökologischen Landbaus für Umwelt und Gesellschaft*. Thünen Report 65. Thünen-Institut. 362 s.
- Schrama, M., de Haan, J.J., Kroonen, M., Verstegen, H. ja Van der Putten, W.H. 2018. Crop yield gap and stability in organic and conventional farming systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 256: 123–130.
- Seufert, V., Ramankutty, N. ja Foley, J.A. 2012. Comparing the yields of organic and conventional agriculture. *Nature* 485: 229–234.
- Seufert, V. ja Ramankutty, N. 2017. Many shades of grey – The context-dependent performance of organic agriculture. *Sci. Adv.* 3: e1602638. 14 p.
- Skinner, C., Gattinger, A., Krauss, M., Krause, M., Krause, H.-M., Mayer, J., van der Heijden, M.G.A ja Mäder, P. 2019. The impact of long-term organic farming on soil-derived greenhouse gas emissions. *Nature Scientific Reports* 9: 1702.
- Squalli, J. ja Adamkiewicz, G. 2018. Organic farming and greenhouse gas emissions: A longitudinal U.S. state-level study. *Journal of Cleaner Production* 192: 30–42.
- Syväsalo, E., Regina, K., Turtola, E., Lemola, R. ja Esala, M. 2006. Fluxes of nitrous oxide and methane, and nitrogen leaching from organically and conventionally cultivated sandy soil in Western Finland. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 113: 342–348.
- Talgre, L., Lauringson, E., Roostalu, H. ja Makke, A. 2014. Phosphorus and potassium release during decomposition of roots and shoots of green manure crops. *Biological Agriculture & Horticulture* 30 (4): 264–271.
- Tuomisto, H., Hodge, I.D., Riordan P. ja Macdonald, D.W. 2012. Does organic farming reduce environmental impacts? – A meta-analysis of European research. *Journal of Environmental Management* 112: 309–320.
- Valkama, E., Rankinen, K., Virkajärvi P., Salo, T. ja Kapuinen, P. 2016. Nitrogen fertilization of grass leys: Yield production and risk of N leaching. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 230:341–352.

Sari Autio on Luomuinstituutin tutkimuspäällikkö ja Sari Iivonen sen johtaja. Luomuinstituutti on Luonnonvarakeskuksen ja Helsingin yliopiston monitieteinen luomutuottaja- ja asiantuntijaverkosto.