K. Manni ym. (2026)
https://doi.org/10.33354/smst.181446

Ruokinnan ja teuraspainon vaikutus loppukasvatettavien maito-liharotuisten hiehojen tuotantotuloksiin ja ympäristökuormitukseen

Katariina Manni[1], Sanna Hietala[2] ja Arto Huuskonen[3]

[1]Luonnonvarakeskus (Luke), Tuotantojärjestelmät, Tietotie 4, 31600 Jokioinen
[2]Luonnonvarakeskus (Luke), Biotalous ja ympäristö, Paavo Havaksen tie 3, 90014 Oulu
[3]Luonnonvarakeskus (Luke), Tuotantojärjestelmät, Halolantie 31A, 71750 Maaninka

e-mail: katariina.manni@luke.fi

Suomi ei ole omavarainen naudanlihantuotannossa ja siksi kotimaisen naudanlihan saatavuuden turvaamiseksi tarvitaan uusia keinoja. Eniten potentiaalia löytyy hiehojen teuraspainojen nostosta. Suurin osa teuraskasvatetuista hiehoista on nykyisin maito-liharotuisia eläimiä, mikä mahdollistaa niiden kasvattamisen nykyistä suurempiin keski-teuraspainoihin. NaSa-hankkeessa tutkittiin maito-liharotuisten hiehojen teuraspainon ja nurmisäilörehuun perustuvan ruokinnan vaikutuksia tuotantotuloksiin ja ympäristövaikutuksiin. Ruokintakoe toteutettiin Luken Ruukin tutkimusnavetassa. Kokeessa oli 84 risteytyshiehoa, joiden isärotuna oli blonde d´aquitaine ja emärotuna Nordic red tai holstein. Eläimet kasvatettiin kuuden hiehon ryhmäkarsinoissa. Kokeessa oli kaksi ruokintaa ja kolme teuraspainoa. Puolet eläimistä sai pelkkää säilörehua ja puolet säilörehua, jota täydennettiin litistetyllä ohralla, jonka osuus oli 30% rehuannoksen kuiva-aineesta. Lisäksi huolehdittiin kivennäisten ja vitamiinien saannista. Ruokinta toteutettiin seosrehulla, jota oli vapaasti tarjolla. Rehuannoksen energiapitoisuus kuiva-ainekilossa oli pelkällä säilörehuruokinnalla 10.6 MJ ja ohraa sisältäneellä ruokinnalla 11.4 MJ. Teuraspainotavoitteet olivat 300, 325 ja 350 kiloa. Hiehot painoivat kokeen alussa keskimäärin 257 kg. Hiehot söivät keskimäärin 9.5 kiloa rehuannoksen kuiva-ainetta päivässä eikä niiden päiväkohtaisessa syönnissä ollut eroja ruokintojen välillä. Suurempi energiansaanti ohraa sisältävällä ruokinnalla näkyi nopeampana kasvuna, lyhentyneenä kasvatusaikana, pienempänä rehun kokonaiskulutuksena ja tehokkaampana rehun hyväksikäyttönä pelkkää säilörehua saaneisiin hiehoihin verrattuna. Väkirehulisä paransi ruhojen teurasprosenttia ja lihakuutta sekä lisäsi rasvaisuutta. Teuraspainon suurentuessa ruhojen rasvaisuus lisääntyi, mikä näkyi väkirehua saaneilla aiemmin kuin pelkällä säilörehuruokinnalla olleilla. Väkirehulisä pienensi ja teuraspainon nousu suurensi ilmastovaikutusta. Rehevöittävät ja happamoittavat vaikutukset olivat samansuuntaiset. Kaikissa kolmessa ympäristövaikutusluokassa pienimmät tuotetun naudanlihan ympäristövaikutukset olivat väkirehua sisältävällä ruokinnalla ja matalimmalla teuraspainolla ja suurimmat vastaavasti pelkkään säilörehuun perustuvalla ruokinnalla kasvatettaessa eläimet suurimpaan teuraspainoon. Teuraspainon nostaminen vaikutti erityisesti kasvatusajan pituuteen, minkä seurauksena rehunkulutus ja ruoansulatuksen metaanin muodostuminen lisääntyivät lisäten tuotannon ympäristövaikutuksia. Tulosten perusteella maito-liharotuisten hiehojen teuraspainojen nostossa on potentiaalia, sillä teuraspainon nosto ei heikentänyt tuotantotuloksia muilta osin kuin ruhojen rasvaisuuden lisääntymisenä. Haittapuolena oli kuitenkin lisääntyneet ympäristövaikutukset. Johtopäätöksenä todettiin, että kun tavoitteena on lisätä ympäristöystävällisesti tuotettua naudanlihaa teuraspainoa kasvattamalla, väkirehun lisääminen ruokintaan on perusteltua.

Avainsanat: naudanlihantuotanto, säilörehu, väkirehu, ympäristövaikutus

Johdanto

Maailman väestönkasvu lisää ruoan ja siten myös naudanlihan kysyntää. Naudanlihan kysynnän ennustetaan maailmanlaajuisesti kasvavan noin 11% vuoteen 2033 mennessä, jolloin kulutus nousisi 81 miljoonaan tonniin (OECD/FAO 2024). Samalla paine vähentää ruoantuotannon ympäristövaikutuksia kasvaa, ja naudanlihantuotanto on erityisessä tarkastelussa sen suurten kasvihuonekaasupäästöjen vuoksi (Wilkinson ja Lee 2018). Kestävän naudanlihantuotannon kehittäminen edellyttää toimenpiteitä, jotka parantavat resurssitehokkuutta ja tuottavuutta (Capper ja Bauman 2013).

Euroopassa suuri osa lypsykarjan jälkeläisistä päätyy lihantuotantoon, ja liharotusiemennyksen käyttö on lisääntynyt erityisesti jalostusominaisuuksiltaan heikompien lehmien kohdalla (Greenwood 2021). Tämä tarjoaa maitotiloille mahdollisuuden tuottaa taloudellisesti arvokkaita risteytysvasikoita, joilla on puhtaita lypsyrotuja parempi kasvunopeus, rehun hyväksikäyttökyky ja ruhon laatu (Huuskonen ym. 2014, Vestergaard ym. 2019, Basiel ja Felix 2022). Rehun hyväksikäytön parantaminen on myös keskeinen keino vähentää naudanlihantuotannon ympäristövaikutuksia (Leinonen 2019, Huuskonen ym. 2023).

© CC BY 4.0

K. Manni ym. (2026)
https://doi.org/10.33354/smst.181446

Suomessa maito- ja maito-liharotuisten hiehojen (yli 12 kk) sekä lypsylehmien osuus tuotetusta naudanlihasta oli noin 33% vuonna 2024 (Luke SVT 2025). Siten niillä on huomattava merkitys naudanlihan kokonaistuotannon kannalta. Maito- ja maito-liharotuisten hiehojen (yli 12 kk) keskiteuraspaino oli 263 kiloa vuonna 2024 (Luke SVT 2025). Lypsykarjatiloilta naudanlihantuotantoon tulevista lehmävasikoista jo noin 85% on maito-liharoturisteytyksiä ja erityisesti niiden teuraspainossa olisi nostamisen varaa. Koska Suomi ei ole omavarainen naudanlihantuotannossa, kotimaisen naudanlihan saatavuuden turvaamiseksi pitää löytää uusia keinoja. Maito-liharotuisten hiehojen teuraspainojen nosto voisikin olla yksi keino lisätä kotimaista naudanlihantuotantoa.

Naudanlihantuotantoa tulee kehittää yhä enemmän ympäristöllisesti kestävään suuntaan, jotta voidaan vastata koko ajan lisääntyviin vaatimuksiin vähentää ruoantuotannon ympäristövaikutuksia. Tämä edellyttää mm. tehokasta rehun hyväksikäyttöä sekä sellaisten rehujen hyödyntämistä, jotka eivät sovellu sellaisenaan ihmisravinnoksi (Godfray ym. 2010). Yksi tällainen rehu on nurmi, mikä on suomalaisen naudanlihantuotannon vahvuus. Nurmivaltaiset ruokinnat ovat Suomessa perusteltuja erityisesti nurmentuotantoon sopivien tuotanto-olosuhteiden vuoksi (Lehikoinen ym. 2019). Väkirehua sisältäviin ruokintoihin verrattuna karkearehuvaltaisen ruokinnan haasteena on kuitenkin kasvunopeuden hidastuminen ja rehun hyväksikäytön heikentyminen, joiden seurauksena lihantuotanto vähenee ja ympäristövaikutukset lisääntyvät (McGregor ym. 2012, Huuskonen ym. 2023). Säilörehuun perustuvilla ruokinnoilla väkirehutasojen vaikutukset hiilijalanjälkeen eivät kuitenkaan ole yksiselitteisiä (Huhtanen ja Huuskonen 2020). Tavoiteltaessa vähähiilistä rehuntuotantoa ja eläinten ruokkimista rehulla, jota ei ole tarkoitettu ihmisravinnoksi, käytännössä se tarkoittaa karkearehujen, kuten nurmen käytön maksimointia ruokinnassa.

Koska suomalainen naudanlihantuotanto perustuu pitkälti maidontuotannon ohessa tuotettujen eläinten teuraskasvatukseen ja koska maito-liharotuisten eläinten osuus on viime vuosina lisääntynyt merkittävästi, tarvitaan tutkimustietoa erityisesti maito-liharotuisten nautojen ja varsinkin hiehojen teuraskasvatuksesta. Huolimatta siitä, että Suomessa on tehty pitkään naudanlihantuotantoon liittyvää tutkimusta, kotimaista tutkimustietoa hiehojen teuraskasvatuksesta suomalaisella ruokinnalla ja eläinaineksella ei ole juurikaan saatavissa, koska suurin osa tutkimuksista on toteutettu sonneilla. Mikäli tavoitteena on lisätä kotimaisen naudanlihan saatavuutta hiehojen keskiteuraspainoa nostamalla ja toisaalta maksimoida nurmirehujen käyttöä, tarvitaan tutkittua tietoa teuraspainon ja ruokinnan vaikutuksista tuotantotuloksiin sekä tuotannon kannattavuuteen ja ympäristövaikutuksiin.

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, miten väkirehuruokinta ja kolme eri teuraspainoa vaikuttavat nurmisäilörehuun perustuvalla ruokinnalla kasvatettavien maito-liharotuisten hiehojen rehunkulutukseen, rehun hyväksikäyttöön, kasvuun ja ruhon laatuun. Lisäksi arvioitiin tuotannon vaikutuksia kasvihuonekaasupäästöihin sekä rehevöitymis- ja happamoitumispotentiaaliin. Hypoteesina oli, että väkirehun jättäminen pois ruokinnasta hidastaa kasvua, heikentää rehun hyväksikäyttöä ja vähentää ruhon rasvoittumista. Hypoteesina oli myös, että teuraspainon kasvaessa kasvu hidastuu ja rehun hyväksikäyttö heikkenee, mutta samalla teurasprosentti suurenee ja ruhon lihakkuus lisääntyy. Ympäristövaikutusten osalta hypoteesina oli, että väkirehun jättäminen pois ja teuraspainon nosto lisäävät ympäristövaikutuksia.

Aineisto ja menetelmät

Koepaikka ja eläimet

Ruokintakoe toteutettiin Luonnonvarakeskuksen (Luke) Siikajoen toimipaikan loppukasvatettavien lihanautojen tutkimusnavetassa Ruukissa. Koe alkoi tammikuussa 2023 ja päättyi maaliskuussa 2024. Kokeessa oli 84 maito–liharotuista hiehoa. Koe alkoi samanaikaisesti kaikilla eläimillä. Kaikkien eläinten isärotuna oli Blonde d'Aquitaine ja emärotuna lypsyrotu, joko holstein (57 eläintä) tai Nordic red (27 eläintä). Kokeen aikana yksi hieho (Blonde d'Aquitaine × Nordic red) poistettiin tutkimuksesta kokeesta riippumattoman syyn vuoksi.

Eläimet hankittiin lähiseudun maidontuotantotiloilta noin kolmen viikon iässä. Ne kuljetettiin vasikkakasvattamoihin, missä niitä pidettiin noin viiden kuukauden ikään saakka. Ne saivat juomarehua (noin 75 päivän ikään saakka), nurmisäilörehua ja kaupallista vasikoille tarkoitettua pelletöityä väkirehua. Eläimet siirrettiin Luken tutkimusnavettaan noin kolme kuukautta ennen ruokintakokeen alkua. Varsinaista ruokintakoetta edeltävän totutusjakson aikana hiehot totutettiin koeolosuhteisiin sekä nurmisäilörehupohjaiseen ruokintaan, jota täydennettiin ohralla ja kivennäis-vitamiiniseoksella. Ruokintakokeen alkaessa eläimet olivat keskimäärin 226 (±21.6) päivän ikäisiä ja painoivat keskimäärin 257 (±42.7) kg.

https://doi.org/10.33354/smst.181446

Hiehot kasvatettiin kylmäpihatossa kuuden eläimen ryhmäkarsinoissa, joiden pituus oli 10 metriä ja leveys 5 metriä. Karsinassa oli tilaa 8.3 m^2 eläintä kohden. Karsina-alue muodostui lantakäytävästä, jonka etuosassa oli ruokinta-alue sekä takaosassa olevasta kestokuivitetusta makuualueesta. Kuivitettua alaa oli eläintä kohden 4.2 m^2. Lantakäytävät tyhjennettiin ja kuiviketta lisättiin makuualueelle keskimäärin joka toinen päivä. Makuualueet tyhjennettiin keskimäärin kahden-kolmen kuukauden välein.

Koeasetelma, rehut ja ruokinnat

Tutkimus toteutettiin 2×3-faktoriaalisena koeasetelmana, jossa oli kaksi ruokintakäsittelyä ja kolme teuraspainoa. Ruokintakäsittelyt olivat 1) Nurmisäilörehu yksinään ja 2) Nurmisäilörehu täydennettynä litistetyllä ohralla (285 g kg^{-1} ka). Molemmilla ruokinnoilla kivennäis-vitamiiniseoksen (Kasvuape E-Hiven; A-Rehu Oy, Seinäjoki, Suomi) osuus oli 15 g kg^{-1} ka. Nurmisäilörehu koostui kahden eri säilörehun seoksesta, jotka olivat nurmiheinäsäilörehua (Nuutti-timotei (*Phleum pratense*); Boreal kasvinjalostus, Jokioinen, Suomi + Valtteri-nurminata (*Festuca pratensis*); Boreal kasvinjalostus, Jokioinen, Suomi) ja apilapitoista säilörehua (Nuutti-timotei + Selma-puna-apila (*Trifolium pratense*); Boreal kasvinjalostus, Jokioinen, Suomi). Molemmilla ruokinnoilla säilörehujen suhteet säilörehuseoksessa olivat 800 ja 200 g kg^{-1} ka. Rehut sekoitettiin ja jaettiin koesuunnitelman mukaan seosrehuvaunulla (Trioliet BW, Alankomaat). Tavoitellut teuraspainot olivat 1) Matala 300 kg, 2) Keskimääräinen 325 kg ja 3) Korkea 350 kg. Kokeen aikana poistettu hieho kuului pelkkää säilörehua saaneiden ruokintaryhmään, jonka teuraspainotavoite oli 300 kg.

Kokeessa käytetyt säilörehut tuotettiin Luken Siikajoen toimipaikassa Ruukissa. Ne oli korjattu ensimmäisen ja toisen sadon nurmista. Nurmisäilörehu niitettiin niittomurskaimella (Elho 280 Hydro Balance, Elho Production Ltd., Pännäinen, Suomi), esikuivattiin 24 h ja korjattiin ajosilppurilla (New Holland FX 60, CNH Industrial N.V., Amsterdam, Alankomaat). Säilöntä-aineena oli muurahaishappopohjainen valmiste (AIV Ässä Na; Eastman, Oulu, Suomi), jota annosteltiin viisi litraa tonnille tuoretta ruohoa. Suurin osa säilörehuista oli varastoitu laakasiiloihin, joiden lisäksi osa oli aumassa ja paaleissa. Keväällä kylvetty ohra (*Hordeum vulgare*, Vertti-lajike; Boreal kasvinjalostus, Jokioinen, Suomi) korjattiin puimalla, kuivattiin kuiva-ainepitoisuuteen 870–880 g kg^{-1}, varastoitiin kokonaisina jyvinä ja jyvät litistettiin viikon sisällä ennen ruokintaa. Kivennäis-vitamiiniseoksen koostumus on kuvattu yksityiskohtaisesti Huuskosen ym. (2017) julkaisussa.

Rehunäytteiden otto, esikäsittely ja analysointi

Säilörehusta kerättiin kahdesti viikossa seosrehun teon yhteydessä osanäytteitä, jotka varastoitiin pakastimessa –20 °C lämpötilassa. Osanäytteet yhdistettiin ruokintajaksoittaisiksi analyysinäytteiksi. Yhden ruokintajakson kesto oli keskimäärin 28 vuorokautta. Ohra-väkirehusta ja kivennäis-vitamiiniseoksesta kerättiin osanäytteet viikoittain ja yhdistettiin analyysinäytteiksi kahdeksan viikon jaksoissa. Rehujen koostumus (kuiva-aine, tuhka, raakavalkuainen, kuitu, sulamaton kuitu, D-arvo) määritettiin NIR-laitteella (FOSS NIRSystems 6500 spectrometer, Tanska) Valio Oy:n laboratoriossa Seinäjoella. Säilörehun käymislaatu (pH, ammoniumtyppi, vesiliukoiset hiilihydraatit, haihtuvat rasvahapot sekä maito- ja muurahaishappo) määritettiin Valio Oy:ssä käytössä olevalla puristenestetitraukseen pohjautuvalla laatumäärityksellä (Moisio ja Heikonen 1989).

Rehujen energia- ja valkuaisarvot laskettiin Rehutaulukoissa ja ruokintasuosituksissa (Luke 2025) kuvatulla tavalla. Säilörehun muuntokelpoisen energian (ME) pitoisuus laskettiin kaavalla ME (MJ kg^{-1} ka) = 16,0 × sulava orgaaninen aine (kg kg^{-1} ka) (MAFF 1984). Ohran ja kivennäisseoksen ME laskettiin taulukkoarvojen perusteella. Rehujen valkuaisarvot esitettiin ohutsuolesta imeytyvinä aminohappoina (OIV) ja pötsin valkuaistaseena Luken (2025) mukaan. Säilörehujen syönti-indeksit laskettiin Huhtasen ym. (2007) mukaan rehuanalyysitulosten perusteella.

Eläinten punnitukset, teurastus ja ruhon laatu

Hiehot punnittiin kahtena peräkkäisenä päivänä kokeen alussa ja lopussa, sekä noin neljän viikon välein kokeen aikana. Eläinten teurastusajankohta laskettiin elopainon ja oletetun teurasprosentin (530 g kg^{-1}) perusteella. Hiehojen elopainon kasvu eli päiväkasvu laskettiin loppuelopainon ja kokeen alun elopainon erotuksena jaettuna kasvatuspäivillä. Nettokasvu laskettiin teuraspainon ja kokeen alun ruhopainon erotuksena jaettuna kasvatuspäivillä. Alun ruhopainoksi oletettiin elopaino × 0.50.

Eläimet teurastettiin viidessä erässä Atria Oy:n Kauhajoen teurastamossa yleisten teurastuskäytäntöjen mukaan (Conroy ym. 2010). Ruhot punnittiin lämpiminä ja jäähdytetyn ruhon painoksi arvioitiin 0.98 × lämmin ruhopaino. Teurasprosentti laskettiin jakamalla eläimen kylmäruhon paino kokeen lopun elopainolla ja kertomalla sadalla.

K. Manni ym. (2026)
https://doi.org/10.33354/smst.181446

Ruhot luokitettiin EUROP-luokituksen mukaisesti lihakkuus- ja rasvaluokkiin (15-portainen asteikko; Conroy ym. 2010). Lihakkuusluokituksessa E tarkoittaa lihakkuudeltaan erinomaista ja P lihakkuudeltaan heikkoa ruhoa (Conroy ym. 2010). Tilastollista käsittelyä varten lihakkuusluokat numeroitiin numeroilla 1–15, jossa 1 tarkoittaa huonointa (P-) ja 15 parasta (E+) lihakkuusluokkaa. Myös rasvaisuusluokat numeroitiin numeroilla 1–15, jossa 1 tarkoittaa erittäin vähärasvaista (1-) ja 15 erittäin rasvaista (5+) ruhoa (Conroy ym. 2010).

Tuotannon ympäristövaikutukset

Hiehojen kasvatuskokeen tulosten perusteella laskettiin kokeen aikana tuotetun naudanlihan ilmastovaikutus sekä rehevöittävät ja happamoittavat päästöt elinkaariarviointimenetelmän mukaisesti. Laskentamenetelmät on esitetty yksityiskohtaisesti Hietalan ym. (2021) julkaisussa. Ilmastovaikutuksen osalta noudatettiin IPCC (2006, 2021) menetelmiä, poiketen ruoansulatuksen metaanin (Ramin ja Huhtanen 2013) ja maaperän typpioksiduulipäästöjen osalta (Regina ym. 2013). Rehevöittävät ja happamoittavat vaikutukset arvioitiin Hietala ym. (2021) mukaisesti, ja ne ilmaistiin fosfaattiekvivalentteina (PO_4-ekv.) ja happoekvivalentteina (AE). Elinkaariarvioinnin järjestelmärajaus oli kehdosta tilan portille sisältäen rehukasvien viljelyn sekä eläintuotannon päästöt ruoansulatuksesta, lannan käsittelystä sekä eläinsuojien energian kulutuksesta. Käytettyjen tuotantopanoksien, kuten polttoaineiden, sähkön ja lannoitteiden, valmistuksen päästöt sisällytettiin elinkaariarviointiin mukaan. Ympäristövaikutukset laskettiin ruokintakokeen aikana tuotettua ruhokiloa kohden, joka oli elinkaariarvioinnissa käytetty toiminnallinen yksikkö. Lisäksi kokeessa toteutuneiden rehujen syöntitietojen ja ProAgrian lohkotietopankin keskimääräisten satotietojen perusteella laskettiin molempien ruokintojen vaatima peltopinta-ala ruokintakokeen ajalle.

Tulosten tilastollinen käsittely

Kaikista mitatuista muuttujista saatiin eläinkohtaiset havainnot, joten tuloksia laskettaessa käytettiin eläintä havaintoyksikkönä. Tulokset analysoitiin lineaarisella sekamallilla vastemuuttujille Y_{ijk} (dieetti i, teuraspaino j, karsina k, eläin l): $Y_{ijkl} = \mu + D_i + C_j + (D \times C)_{ij} + \beta W_{ijkl} + P_k + (C \times P)_{jk} + e_{ijkl}$, missä vakio μ, dieetti D_i (kolme ruokintaa), teuraspaino C_j (kolme teuraspainoa), dieetti-teuraspaino-yhdysvaikutus $(D \times C)_{ij}$ ja alkupainon W_{ijkl} regressiovaikutus β olivat kiinteitä vaikutuksia. Karsina P_k, teuraspaino-karsina-yhdysvaikutus $(C \times P)_{jk}$ ja jäännösvirhe e_{ijkl} olivat normaalijakautuneita ja toisistaan riippumattomia satunnaisvaikutuksia, joista kahdella ensimmäisellä huomioitiin saman karsinan mittausten korreloituneisuus.

Koekäsittelyjen väliset tilastolliset erot testattiin ortogonaalisilla kontrasteilla, jotka olivat 1) Ruokinnan vaikutus (pelkkä säilörehu vs. säilörehu + väkirehutäydennys), 2) Teuraspainon noston lineaarinen vaikutus, 3) Teuraspainon noston toisen asteen vaikutus, 4) Ruokinnan ja teuraspainon lineaarinen yhdysvaikutus ja 5) Ruokinnan ja teuraspainon toisen asteen yhdysvaikutus. Tilastollisesti merkitseväksi eroksi katsottiin $p < 0.05$. Tulokset analysoitiin SAS-ohjelmiston GLIMMIX-proseduurilla (SAS 9.4).

Tulokset

Rehut

Kokeessa käytettyjen rehujen koostumus, rehuarvot ja säilörehujen säilönnällinen laatu on esitetty Taulukossa 1. Nurmiheinäsäilörehun ME- ja D-arvot olivat alhaisemmat, kuin mitä suositellaan kasvavien ja loppukasvatettavien nautojen ruokinnassa käytettävälle säilörehulle. Ruokintatutkimusten perusteella kasvaville lihanaudoille syötettävän säilörehun suositeltava D-arvo on 680–710 g kg^{-1} ka (Huuskonen 2010). Puna-apilapitoisen säilörehun koostumus ja rehuarvot olivat tyypillisiä puna-apilaa sisältäville säilörehuille ja vastasivat Suomen rehutaulukoiden keskimääräisiä arvoja (Luke 2025). Molempien säilörehujen säilönnällinen laatu oli hyvä, mistä oli osoituksena matala pH sekä matalat kokonaishappojen ja ammoniumtypen pitoisuudet (Taulukko 1). Ohran kemiallinen koostumus ja rehuarvot olivat tavanomaisia ja vastasivat rehutaulukoiden keskimääräisiä arvoja (Luke 2025). Väkirehun määrä vaikutti luonnollisesti seosrehujen koostumukseen ruokintakäsittelyiden välillä (Taulukko 1). Nurmisäilörehun korvaaminen ohralla lisäsi seosrehun ka- ja ME-pitoisuuksia 21 ja 8%, kun taas valkuaispitoisuuksissa ei juurikaan ollut eroa eri ruokintojen välillä.

K. Manni ym. (2026)
https://doi.org/10.33354/smst.181446

Taulukko 1. Ruokintakokeessa käytettyjen rehujen keskimääräinen koostumus, rehuarvot ja säilörehujen säilönnällinen laatu sekä seosrehujen koostumus ja rehuarvot

	Rehut			Seosrehu	
	Nurmiheinä-säilörehu	Puna-apila-pitoinen säilörehu	Litistetty ohra	Ei väkirehua[1)]	Väkirehulisä[2)]
Näytemäärä, kpl	15	9	9		
Koostumus					
Kuiva-aine (ka), g kg^{-1}	348	383	894	353	426
Raakavalkuainen, g kg^{-1} ka	144	174	135	148	141
Kuitu, g kg ka^{-1}	533	479			
Sulamaton kuitu, g kg^{-1} ka	80	99			
Muuntokelpoinen energia, MJ kg^{-1} ka	10.6	10.3	13.2	10.6	11.4
OIV, g kg^{-1} ka	80	87	100	81	86
PVT, g kg^{-1} ka	25	48	-14	27	8
D-arvo, g kg^{-1} ka	641	645			
Syönti-indeksi	104	110			
Säilörehujen säilönnällinen laatu					
pH	4.07	4.20			
Haihtuvat rasvahapot, g kg^{-1} ka	13	18			
Maito- ja muurahaishappo, g kg^{-1} ka	42	46			
Sokerit, g kg^{-1} ka	78	57			
Ammoniumtyppi kokonaistypestä, g kg^{-1} ka	31	15			

[1)] Ei väkirehua -seoksessa oli nurmiheinäsäilörehua 785 g kg^{-1} ka, puna-apilapitoista säilörehua 200 g kg^{-1} ka ja kivennäis-vitamiiniseosta 15 g kg^{-1} ka. [2)] Väkirehulisä-seoksessa oli nurmiheinäsäilörehua 560 g kg^{-1} ka, puna-apilapitoista säilörehua 140 g kg^{-1} ka, litistettyä ohraa 285 g kg^{-1} ka ja kivennäis-vitamiiniseosta 15 g kg^{-1} ka.

Rehunsyönti, kasvu ja rehuhyötysuhde

Hiehojen syönti- ja kasvutulokset on esitetty Taulukossa 2. Kokeen kesto oli pelkkää säilörehua saaneilla keskimäärin 402 päivää ja väkirehutäydennyksen saaneilla keskimäärin 336 päivää ja vastaavasti 313, 380 ja 415 päivää teuraspainoryhmissä 300, 325 ja 350 kg. Pelkkää säilörehua saaneiden hiehojen keskimääräinen teurastusikä oli 627 päivää ja väkirehutäydennyksen saaneiden 562 päivää. Ohran poisjättäminen ruokinnasta pidensi kasvatusaikaa 19%. Kasvatettaessa hiehot suurimpaan teuraspainoon kasvatusaika lisääntyi 32% pienimpään teuraspainoon verrattuna. Pelkkää säilörehua saaneiden hiehojen teurasikä oli 12% korkeampi kuin väkirehutäydennyksellä olleiden (p< 0.001). Teuraspainon vaikutus teurasikään oli sekä lineaarinen (p< 0.001) että kvadraattinen (p= 0.001), mikä johtunee siitä, että toteutuneiden teuraspainojen (297, 331 ja 348 kg) väliset erot eivät olleet samansuuruisia.

Ruokinnan ja teuraspainon välillä ei havaittu yhdysvaikutusta syönnissä eikä energian tai raakavalkuaisen saannissa. Hiehot söivät keskimäärin 9.5 kiloa rehuannoksen kuiva-ainetta päivässä. Ruokinta ei vaikuttanut päivittäiseen kuiva-aineen syöntiin, mutta pelkkää säilörehua saaneilla hiehoilla kokonaissyönti oli 13% suurempi kuin väkirehutäydennystä saaneilla (p< 0.001). Väkirehutäydennys lisäsi päivittäistä energiansaantia 14% (p< 0.001), mutta ei vaikuttanut päivittäiseen raakavalkuaisen saantiin. Teuraspaino ei vaikuttanut päivittäiseen syöntiin eikä energian tai raakavalkuaisen saantiin, mutta lisäsi kokonaissyöntiä lineaarisesti (p< 0.001).

Ruokinnan ja teuraspainon välillä ei havaittu yhdysvaikutusta päiväkasvussa eikä nettokasvussa. Ohran poisjättäminen ruokinnasta vähensi päiväkasvua 16% ja nettokasvua 20% verrattuna väkirehutäydennyksen saaneisiin hiehoihin (p< 0.001). Teuraspaino ei vaikuttanut kasvunopeuteen. Ruokinnan ja teuraspainon välillä ei havaittu yhdysvaikutusta rehuhyötysuhteessa (ka, ME tai raakavalkuainen nettokasvukiloa kohden). Väkirehun poisjättäminen

K. Manni ym. (2026)
https://doi.org/10.33354/smst.181446

huononsi rehuhyötysuhdetta kuiva-aineen syönnin osalta 19%, ME:n osalta 10% ja raakavalkuaisen osalta 19% (p< 0.001; p= 0.003; p< 0.001). Teuraspaino ei vaikuttanut rehuhyötysuhteeseen.

Taulukko 2. Maito-liharotuisten hiehojen tuotantotulokset kahdella eri ruokinnalla ja kolmessa eri teuraspainossa

Ruokinta (R)	Ei väkirehua[1)]			Väkirehulisä[2)]			SEM[3)]	Tilastollinen merkitsevyys[4)]				
Teuraspainotavoite (P)	300	325	350	300	325	350		R	P_{Lin}	P_{Kvad}	$R×P_{Lin}$	$R×P_{Kvad}$
Eläimiä, kpl	13	14	14	14	14	14						
Alkupaino, kg	259	256	265	257	255	252						
Loppupaino, kg	575	637	683	574	630	669						
Ikä alussa, pv	227	222	228	226	230	221						
Teurasikä, pv	568	640	674	511	571	604	6.1	<0.001	<0.001	0.001	0.251	0.601
Kokeen kesto, pv	341	418	446	285	341	383						
Syönti												
Säilörehu, kg kuiva-ainetta (ka)	3047	3849	4114	1895	2349	2657						
Ohra, kg ka	0	0	0	772	956	1082						
Kivennäis-vitamiiniseos, kg ka	46	59	63	41	50	57						
Syönti yhteensä, kg ka	3093	3908	4177	2708	3355	3796	156.5	<0.001	<0.001	0.153	0.986	0.522
Syönti, kg ka pv^{-1}	9.1	9.3	9.4	9.5	9.8	9.9	0.42	0.176	0.388	0.701	0.884	0.994
Energia, MJ pv^{-1}	96	99	99	109	112	113	4.6	<0.001	0.519	0.770	0.915	0.967
Raakavalkuainen (rv), kg pv^{-1}	1.32	1.34	1.33	1.39	1.40	1.40	0.06	0.167	0.818	0.878	0.975	0.944
Elopainon kasvu, g pv^{-1}	926	912	936	1111	1101	1090	25.3	<0.001	0.767	0.707	0.462	0.604
Nettokasvu, g pv^{-1}	482	476	471	597	607	589	13.2	<0.001	0.433	0.529	0.897	0.474
Rehun hyväksikäyttö												
Kg ka nettokasvu-kg^{-1}	18.7	19.6	19.9	16.0	16.2	16.8	0.71	<0.001	0.167	0.920	0.762	0.659
MJ ME nettokasvu-kg^{-1}	199	207	210	184	185	191	7.8	0.003	0.253	0.983	0.758	0.682
Kg rv nettokasvu-kg^{-1}	2.72	2.81	2.84	2.35	2.31	2.38	0.102	<0.001	0.484	0.890	0.723	0.620
Ruhon laatu												
Teuraspaino, kg	294	327	343	299	335	352						
Teurasprosentti, %	51.2	51.3	50.1	52.0	53.1	525	5.1	<0.001	0.569	0.087	0.116	0.848
Lihakkuus, EUROP (1–15)	5.6	5.1	5.7	5.9	6.2	6.4	0.35	0.018	0.333	0.449	0.494	0.319
Rasvaisuus, EUROP (1–15)	7.1	7.9	11.6	7.5	10.5	12.1	0.52	0.004	<0.001	0.366	0.883	0.016

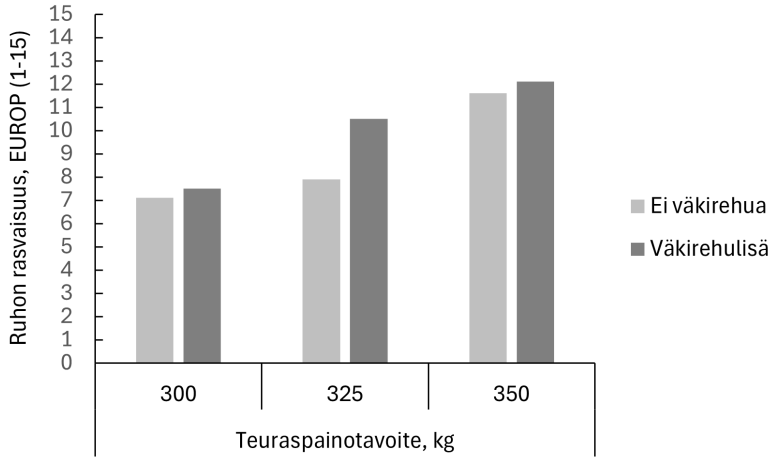
[1)] Ei väkirehua -seoksessa oli nurmiheinäsäilörehua 785 g kg ka^{-1}, puna-apilapitoista säilörehua 200 g kg ka^{-1} ja kivennäis-vitamiiniseosta 15 g kg ka^{-1}. [2)] Väkirehulisä-seoksessa oli nurmiheinäsäilörehua 560 g kg ka^{-1}, puna-apilapitoista säilörehua 140 g kg ka^{-1}, litistettyä ohraa 285 g kg ka^{-1} ja kivennäis-vitamiiniseosta 15 g kg ka^{-1}. [3)] Keskiarvon keskivirhe. [4)] Tilastollinen merkitsevyys: R = Ruokinta, P = Paino, R × P = Ruokinnan ja painon yhdysvaikutus, Lin = Lineaarinen vaikutus, Kvad = Toisen asteen vaikutus. Jos sarakkeessa oleva P-arvo on pienempi kuin 0.05, ero on tilastollisesti merkitsevä.

Teurastulokset

Teurastulokset on esitetty Taulukossa 2. Teuraspainot vastasivat hyvin tavoitteita. Ruokinnan ja teuraspainon välillä ei havaittu yhdysvaikutusta teurasprosentissa eikä ruhon lihakkuudessa. Hiehoilla, jotka saivat pelkkää säilörehua, teurasprosentti oli 3% (p< 0.001) ja lihakkuus 11% (p= 0.018) alhaisempi kuin hiehoilla, jotka saivat väkirehua. Ruhojen rasvaisuudessa havaittiin ruokinnan ja teuraspainon välinen tilastollisesti merkitsevä yhdysvaikutus (p= 0.016). Väkirehua saaneiden hiehojen ruhot olivat rasvaisempia kuin pelkkää säilörehua saaneiden (p= 0.004)

K. Manni ym. (2026)
https://doi.org/10.33354/smst.181446

ja teuraspainon nousu lisäsi rasvoittumista lineaarisesti (p< 0.001). Rasvoittumisen vaikutus oli kuitenkin voimakkaampi väkirehua saaneilla hiehoilla pelkällä säilörehulla ruokittuihin verrattuna. Hiehot, jotka saivat pelkkää säilörehua, rasvoittuivat merkittävästi vasta korkeimmassa teuraspainossa (Kuva 1).



Kuva 1. Ruhojen rasvaisuus 15-portaisella asteikolla (1–15) kahdella eri koeruokinnalla ja kolmessa eri teuraspainossa mitattuna. Ei väkirehua -seoksessa oli nurmiheinäsäilörehua 785 g kg^{-1} ka, puna-apilapitoista säilörehua 200 g kg^{-1} ka ja kivennäis-vitamiiniseosta 15 g kg^{-1} ka. Väkirehulisä-seoksessa oli nurmiheinäsäilörehua 560 g kg^{-1} ka, puna-apilapitoista säilörehua 140 g kg^{-1} ka, litistettyä ohraa 285 g kg^{-1} ka ja kivennäis-vitamiiniseosta 15 g kg^{-1} ka.

Ympäristövaikutukset

Elinkaariarviossa tarkasteltiin kolmea ympäristövaikutusluokkaa (ilmastovaikutus, rehevöittämisvaikutus ja happamoittava vaikutus) eri ruokintojen ja teuraspainojen osalta ja niiden tulokset on esitetty Taulukossa 3. Molemmilla ruokinnoilla teuraspainon suurentuminen lisäsi ympäristövaikutuksia kaikissa kolmessa luokassa. Hiehojen kasvattaminen suurimpaan teuraspainoon kasvatti ilmastovaikutusta molemmilla ruokinnoilla 6% verrattuna matalimpaan teuraspainoon. Väkirehun sisällyttäminen ruokintaan pienensi ilmastovaikutusta 10–11% pelkkään säilörehuruokintaan verrattuna verrattaessa hiehoja samassa teuraspainossa. Hiehojen kasvattaminen suurimpaan teuraspainoon kasvatti rehevöittämisvaikutusta 6% pelkkää säilörehua saaneilla ja 7% väkirehutäydennyksen saaneilla matalimpaan teuraspainoon verrattuna. Väkirehun sisällyttäminen ruokintaan pienensi rehevöittämisvaikutusta 13–15% pelkkään säilörehuruokintaan verrattuna verrattaessa hiehoja samassa teuraspainossa. Hiehojen kasvattaminen suurimpaan teuraspainoon kasvatti happamoittava vaikutusta 8% pelkkää säilörehua saaneilla ja 9% väkirehutäydennyksen saaneilla matalimpaan teuraspainoon verrattuna. Väkirehun sisällyttäminen ruokintaan pienensi happamoittavaa vaikutusta 20–23% pelkkään säilörehuruokintaan verrattuna verrattaessa hiehoja samassa teuraspainossa.

K. Manni ym. (2026)
https://doi.org/10.33354/smst.181446

Taulukko 3. Tuotetun naudanlihan ilmastovaikutus (kg CO_2-ekv), rehevöittämisvaikutus (PO_4-ekv) ja happamoittava vaikutus (AE-ekv) tuotettua ruhokiloa kohden kahdella eri ruokinnalla ja kolmessa eri teuraspainossa

Ruokinta	Ei väkirehua[1)]			Väkirehulisä[2)]		
Teuraspaino	300	325	350	300	325	350
Eläimiä, kpl	13	14	14	14	14	14
Ilmastovaikutus, kg CO_2-ekv ruho-kg^{-1}						
Ohran viljely	0.0	0.0	0.0	2.8	2.8	2.9
Nurmen viljely	6.8	7.1	7.2	4.1	4.2	4.3
Ruoansulatuskanavan metaanintuotanto	11.3	11.9	12.2	10.1	10.3	10.8
Lannan varastointi	5.1	4.3	5.3	3.9	3.9	4.0
Energian käyttö tuotantorakennuksessa	1.3	1.3	1.3	1.1	1.0	1.1
Yhteensä	24.5	24.6	26.1	21.9	22.2	23.1
Rehevöittämisvaikutus, g PO_4-ekv ruho-kg^{-1}						
Ohran viljely	0.0	0.0	0.0	5.0	5.1	5.3
Nurmen viljely	20.4	21.4	21.6	13.0	13.3	13.8
Lannan varastointi	3.0	3.3	3.3	2.4	2.5	2.6
Energian käyttö tuotantorakennuksessa	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Yhteensä	23.6	24.7	25.0	20.5	21.0	21.9
Happamoittava vaikutus, kg AE-ekv ruho-kg^{-1}						
Ohran viljely	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0
Nurmen viljely	15.3	16.2	16.3	11.1	11.5	12.0
Lannan varastointi	40.6	43.5	44.0	31.8	33.3	35.1
Energian käyttö tuotantorakennuksessa	2.0	2.0	2.0	1.6	1.6	1.6
Yhteensä	57.9	61.7	62.3	45.5	47.3	49.8

[1)] Ei väkirehua -seoksessa oli nurmiheinäsäilörehua 785 g kg^{-1} ka, puna-apilapitoista säilörehua 200 g kg^{-1} ka ja kivennäis-vitamiiniseosta 15 g kg^{-1} ka. [2)] Väkirehulisä-seoksessa oli nurmiheinäsäilörehua 560 g kg^{-1} ka, puna-apilapitoista säilörehua 140 g kg^{-1} ka, litistettyä ohraa 285 g kg^{-1} ka ja kivennäis-vitamiiniseosta 15 g kg^{-1} ka.

Tulosten tarkastelu

Ruokintakäsittelyjen ja teuraspainon vaikutukset eläinten tuotantotuloksiin

Tehdyssä tutkimuksessa ruokintakäsittelyillä ei ollut vaikutusta päivittäiseen kuiva-aineen syöntiin. Tulos on yhdenmukainen aiempien tulosten kanssa, joissa säilörehuun perustuvien ruokintojen täydentäminen väkirehulla ei vaikuttanut sonnien päivittäiseen syöntiin (Huuskonen ym. 2007, Manni ym. 2016, Huuskonen ym. 2023). Tulos on kuitenkin ristiriidassa useiden muiden tutkimusten kanssa, joissa säilörehuun perustuvan ruokinnan täydentäminen väkirehulla on tyypillisesti lisännyt kasvavien nautojen kuiva-aineen syöntiä (Keane ym. 2006, Randby ym. 2010, Hessle ym. 2024). Myös Huuskosen ym. (2013) meta-analyysin mukaan väkirehutason nosto lisäsi kasvavien nautojen kuiva-aineen syöntiä.

Karkearehun syöntipotentiaali on keskeinen kuiva-aineen syöntiin vaikuttava tekijä. Väkirehun vaikutus syöntiin on tyypillisesti sitä suurempi, mitä heikompi karkearehun syöntipotentiaali on (Huuskonen ym. 2013). Tehdyssä tutkimuksessa molemmat säilörehut olivat syöntipotentiaaliltaan hyviä, mikä näkyi yli 100:n syönti-indeksinä. Korvaussuhteen avulla kuvataan säilörehun syönnin vähentymistä, kun väkirehua lisätään ruokintaan (McNamee ym. 2001). Tässä tutkimuksessa korvaussuhde oli 0.84, mikä yhdessä säilörehujen hyvän syönti-indeksin kanssa selittää sitä, miksi ruokintakäsittelyjen välillä havaittiin syönnissä vain pieniä eroja. Teuraspainolla ei myöskään ollut vaikutusta päivittäiseen kuiva-aineen syöntiin, mutta suurempi teuraspaino lisäsi kokonaissyöntiä pidemmän kasvatusajan seurauksena.

K. Manni ym. (2026)
https://doi.org/10.33354/smst.181446

Tässä tutkimuksessa hiehojen keskimääräinen päiväkasvu oli 925 g päivässä pelkällä säilörehuruokinnalla, mitä voidaan pitää melko hyvänä tuloksena. Tulos on saman suuntainen kuin Hesslen ym. (2024) tutkimuksessa. Kohtuullisen päiväkasvun saavuttaminen ilman väkirehulisää tukee pyrkimystä tuottaa naudanlihaa ihmisravinnoksi soveltumattomilla rehuilla. Hypoteesin mukaisesti ohran poisjättäminen ruokinnasta kuitenkin huononsi kasvua väkirehua saaneisiin hiehoihin verrattuna. Tulos on yhdenmukainen aikaisempien tutkimusten kanssa, joissa väkirehun lisääminen säilörehuun perustuvalla ruokinnalla on parantanut kasvua (Keane ym. 2006, Randby ym. 2010, Hessle ym. 2024). Todennäköisin selitys kasvun hidastumiselle oli pienempi energian saanti. Huuskosen ja Huhtasen (2015) mukaan energian saanti on tärkein kasvunopeuteen vaikuttava ravitsemuksellinen tekijä.

Väkirehulisän tuottama lisäkasvu oli tässä tutkimuksessa 63 g lisättyä väkirehun kuiva-ainekiloa kohden, mikä vastaa Huuskosen ym. (2023) maitorotuisilla sonneilla saatuja tuloksia (60 g pv^{-1}). Hypoteesin mukaisesti rehun hyväksikäyttö heikkeni väkirehun poisjättämisen seurauksena.

Teuraspainon ei havaittu vaikuttavan kasvuun tai rehun hyväksikäyttöön, mikä oli vastoin hypoteesia ja useissa aiemmissa tutkimuksissa saatuja tuloksia (Huuskonen ym. 2007, Keane 2010, Manni 2018). Mahdollinen selitys tälle on se, että jopa suurimpaan teuraspainoon kasvatetuilla hiehoilla oli edelleen kasvupotentiaalia olemassa, vaikka lisääntynyt ruhojen rasvoittuminen viittaakin kasvukyvyn heikkenemiseen. Ohran lisääminen ruokintaan lisäsi tuotetun lihan määrää, mikä selittyi nopeammalla kasvulla sekä korkeammalla teurasprosentilla pelkällä säilörehulla ruokittuihin hiehoihin verrattuna. Pelkkää säilörehua saaneiden hiehojen pienempää teurasprosenttia selittänee se, että karkearehut lisäävät ruuansulatuskanavan täyteisyyttä enemmän kuin väkirehut alentaen teurasprosenttia (Owens ym. 1995). Ohran poisjättäminen heikensi ruhojen lihakkuutta, mikä vastaa aiempien tutkimusten tuloksia (Keane ym. 2006, Nogalski ym. 2014, Huuskonen ym. 2023). Toisaalta on myös tutkimustuloksia, joissa väkirehutaso ei ole vaikuttanut lihakkuuteen (Cooke ym. 2004, Huuskonen ym. 2007, Randby ym. 2010, Hessle ym. 2024). Toisin kuin oletettiin, teuraspainon suurentuminen ei parantanut ruhojen lihakkuutta. Samansuuntaisia tuloksia on saatu myös aiemmista tutkimuksista (Cooke ym. 2004, Nogalski ym. 2014, Hessle ym. 2024).

Hypoteesin mukaisesti väkirehua saaneiden hiehojen ruhot olivat rasvaisempia kuin pelkällä säilörehulla ruokittujen. Lisäksi teuraspaino vaikutti rasvoittumiseen voimakkaammin väkirehua saaneiden ryhmässä. Tätä selittää ainakin osittain se, että sekä väkirehutason nosto että teuraspainon suurentuminen lisäävät molemmat tyypillisesti ruhojen rasvoittumista, mikä on havaittu monissa aiemmissa tutkimuksissa (Nogalski ym. 2014, Huuskonen ja Huhtanen 2015, Huuskonen ym. 2023).

Ruokinnan ja teuraspainon vaikutukset ympäristövaikutuksiin

Teuraspaino ja ruokinta vaikuttivat selvästi kaikkiin tarkasteltuihin ympäristövaikutusluokkiin. Pienimmät ympäristövaikutukset tuotettua ruhokiloa kohden saavutettiin täydennettäessä ruokintaa väkirehulla ja kasvatettaessa hiehot matalimpaan teuraspainoon. Suurimmat ympäristövaikutukset puolestaan aiheutuivat ruokittaessa hiehot pelkällä säilörehulla ja kasvatettaessa ne suurimpaan teuraspainoon. Tulokset tukivat hypoteesia, että väkirehun poisjättäminen ja teuraspainon nosto lisäävät tuotannon haitallisia ympäristövaikutuksia.

Huomionarvoista oli se, että väkirehua saaneilla hiehoilla kasvatettaessa ne jopa korkeimpaan teuraspainoon ympäristövaikutukset olivat pienemmät kuin pelkkää säilörehua saaneilla hiehoilla kaikissa teuraspainoissa. Pienempien ympäristövaikutusten taustalla oli erityisesti se, että väkirehu nopeutti kasvua ja vähensi ylläpitoon tarvittavan energian suhteellista osuutta, mikä pienensi ruoansulatuksesta aiheutuvia metaanipäästöjä ruhokiloa kohden laskettuna. Tulos on osoitus siitä, että teuraspainon suurentuminen ei välttämättä lisää ympäristövaikutuksia kaikissa tilanteissa.

Tässä tutkimuksessa saadut naudanlihantuotannon ympäristövaikutukset olivat selvästi suurempia kuin aiemmissa sonneilla tehdyissä tutkimuksissa (Huuskonen ym. 2023, 2025), mikä selittyy hiehojen sonneja hitaammalla kasvulla ja pidemmällä kasvatusajalla. Samansuuntaisia tuloksia on raportoitu Herronin ym. (2021) ja Santos-Silvan ym. (2023) tutkimuksissa, joissa lyhyempi kasvatusaika ja väkirehuruokinta tuottivat pienemmät ilmasto-, rehevöitymis- ja happamoitumisvaikutukset. Ruoansulatuksesta peräisin olevan metaanin osuus ilmastovaikutuksesta oli 46–48% tuotettua ruhokiloa kohden. Teuraspainon kasvu vaikutti erityisesti kasvatusajan pituuteen, mikä puolestaan lisäsi rehunkulutusta ja ruoansulatuskanavasta peräisin olevia metaanipäästöjä. Vaikka rehunhyötysuhde ei parantunut samassa suhteessa, tämä johti suurempiin päästöihin ruhokiloa kohti teuraspainon kasvaessa. Teuraspainon suurentuminen lisäsi myös rehevöittämisvaikutusta, aihetuen erityisesti rehukasvien viljelystä ja lannan varastoinnista. Rehukasvien viljely oli merkittävin rehevöittämisvaikutusta lisäävä tekijä (86–88 %), kun taas lannan varastoinnin vaikutus oli 12–13%. Teuraspainon kasvu johti erityisesti rehukasvien viljelystä aiheutuvien

https://doi.org/10.33354/smst.181446

päästöjen kasvuun, mikä vastasi 78–83 %:a kokonaisrehevöittämisvaikutuksen kasvusta. Happamoittavan vaikutuksen osalta lannan varastointi oli suurin päästölähde, ja sen osuus oli 70–71 % päästöistä. Rehukasvien viljelyn osuus happamoittavasta vaikutuksesta oli 26–28 %. Teuraspainon nousu pienimmästä suurimpaan johti erityisesti lannan varastoinnista aiheutuvien päästöjen kasvuun, jonka osuus oli 80 % happamoittavien päästöjen kasvusta.

Tulosten perusteella voidaan todeta, että väkirehun sisällyttäminen ruokintaan pienensi kaikkien ympäristövaikutusluokkien päästöjä tuotettua ruhokiloa kohti. Teuraspainon kasvun todettiin lisäävän erityisesti rehun sulatuksesta, rehukasvien tuotannosta ja lannan käsittelystä aiheutuvia päästöjä tuotettua ruhokiloa kohti. Päästöjen lisääntyminen aiheutui erityisesti pidentyneestä kasvatusajasta ja lisääntyneestä rehunkulutuksesta tavoitellun ruhonpainon saavuttamiseksi. Myös Doyle ym. (2023) havaitsivat tutkimuksissaan, että pienimmät päästöt tuotettua ruhokiloa kohden saatiin ruokinnalla, jota oli täydennetty väkirehulla. Tulos johtui ennen kaikkea kasvatusajan lyhentymisestä.

Kyseessä olevassa tutkimuksessa tarkasteltiin kolmea keskeistä ympäristövaikutusluokkaa, jotka on tunnistettu naudanlihantuotannon kannalta merkittäviksi (de Vries ym. 2015, The European Dairy Association 2025), mutta se ei huomioinut maankäytön muutokseen liittyviä päästöjä tai vaikutuksia biodiversiteettiin ja vesivarojen käyttöön.

Johtopäätökset

Tehty tutkimus osoitti, että kasvavien ja loppukasvatettavien hiehojen ruokinnassa hyvänlaatuisella nurmisäilörehulla voidaan saavuttaa kohtuullinen kasvunopeus pelkällä säilörehuruokinnalla. Väkirehutäydennys kuitenkin paransi hiehojen tuotantotuloksia ja vähensi tuotannosta aiheutuvia ympäristövaikutuksia. Jopa suurimmassa teuraspainossa väkirehua saaneiden hiehojen kasvatuksen aiheuttamat ympäristövaikutukset olivat matalammat kuin pelkällä säilörehulla ruokittujen hiehojen kaikissa teuraspainoissa. Tuloksia selittää useat tekijät. Kun väkirehu jätettiin ruokinnasta pois, hiehojen energiansaanti väheni, kokonaiskuiva-aineen syönti lisääntyi, kasvu hidastui ja kasvatusaika piteni. Rehuhyötysuhde heikkeni kasvunopeuden hidastumisen ja kuiva-aineen syönnin lisääntymisen seurauksena. Myös kaikki ruhon laatuun liittyvät ominaisuudet, teurasprosentti, lihakkuus ja rasvoittuminen heikkenivät. Vaikka pelkällä nurmisäilörehuruokinnalla saavutettiin kohtuullinen kasvunopeus, väkirehun kohtalainen käyttö paransi kasvua merkittävästi ja lyhensi kasvatusaikaa, mikä lisäsi ympäristötehokkuutta. Näin ollen, kun tavoitteena on lisätä ympäristöllisesti kestävämpää naudanlihantuotantoa teuraspainoa kasvattamalla, väkirehun sisällyttäminen ruokintaan on perusteltua. Teuraspainon vaikutukset eläinten tuotantotuloksiin olivat melko vähäisiä. Merkittävimmät vaikutukset liittyivät kuiva-aineen syönnin lisääntymiseen ja ruhon rasvoittumisen lisääntymiseen teuraspainon noustessa. Teuraspainon kasvu ja siitä aiheutuva kasvatusajan piteneminen lisäsivät ympäristövaikutuksia tuotettua ruhokiloa kohti. Tämä johtui erityisesti ruoansulatuskanan aiheuttamien metaanipäästöjen lisääntymisestä ja suuremmasta rehuntarpeesta. On kuitenkin huomioitava, että tämä tutkimus toteutettiin tietyissä olosuhteissa, joten lisätutkimuksia tarvitaan erityisesti teuraspainon suurentumisen vaikutuksista tuotantotuloksiin ja ympäristökuormitukseen.

Kiitokset

NaSa-hanketta rahoitettiin Maa- ja metsätalousministeriön (MMM) maatilatalouden kehittämisrahastosta (Makera). Hankkeen yksityisrahoittajina toimivat Nautasuomi Oy, HKFoods Oy ja Snellmanin Lihanjalostus Oy.

Kirjallisuus

Basiel, B.L. & Felix, T.L. 2022. Board Invited Review: Crossbreeding beef × dairy cattle for the modern beef production system. Translational Animal Science 6: 1–21. https://doi.org/10.1093/tas/txac025

Capper, J.L. & Bauman, D.E. 2013. The role of productivity in improving environmental sustainability of ruminant production systems. Annual Review of Animal Biosciences 1: 469−489. https://doi.org/10.1146/annurev-animal-031412-103727

Conroy, S.B., Drennan, M.J., Kenny, D.A. & McGee, M. 2010. The relationship of various muscular and skeletal scores and ultrasound measurements in the live animal, and carcass classification scores with carcass composition and value of bulls. Livestock Science 127: 11–21. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2009.06.007

Cooke, D.W.I., Monahan, F.J., Brophy, P.O. & Boland, M.P. 2004. Comparison of concentrates or concentrates plus forages in a total mixed ration or discrete ingredient format: effects on beef production parameters and on beef composition, colour, texture and fatty acid profile. Irish Journal of Agricultural and Food Research 43: 201–216.

de Vries, M., van Middelaar, C.E. & de Boer, I.J.M. 2015. Comparing environmental impacts of beef production systems: A review of life cycle assessments. Livestock Science 178: 279–288. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2015.06.020

Doyle, P., O'Riordan, E.G., McGee, M., Crosson, P., Kelly, A.K. & Moloney, A. 2023. Temperate pasture-or concentrate-beef production systems: steer performance, meat nutritional value, land-use, food-feed competition, economic and environmental sustainability. The Journal of Agricultural Science 161: 704–719. https://doi.org/10.1017/S0021859623000540

Godfray, H.C.J., Beddington, J.R., Crute, I.R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J.F., Pretty, J., Robinson, S., Thomas, S.M. & Toulmin, C. 2010. Food Security: the challenge of feeding 9 billion people. Science 327: 812–818. https://doi.org/10.1126/science.1185383

Greenwood, P.L. 2021. Review: An overview of beef production from pasture and feedlot globally, as demand for beef and the need for sustainable practices increase. Animal 15: 100295. https://doi.org//10.1016/j.animal.2021.100295

Herron, J., Curran, T. P., Moloney, A. P., McGee, M., O'Riordan, E.G. & O'Brien, D. 2021. Life cycle assessment of pasture-based suckler steer weanling-to-beef production systems: Effect of breed and slaughter age. Animal 15: 100247. https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100247

Hessle, A., Dahlström, F., Lans, J., Karlsson, A.H. & Carlsson, A. 2024. Beef production systems with dairy × beef heifers based on forage and semi-natural grassland. Acta Agriculturae Scandinavica, Section A − Animal Science 73: 105–116. https://doi.org/10.1080/09064702.2024.2305366

Hietala, S., Heusala, H., Katajajuuri, J.M., Järvenranta, K., Virkajärvi, P., Huuskonen, A. & Nousiainen, J. 2021. Environmental life cycle assessment of Finnish beef - cradle-to-farm gate analysis of dairy and beef breed beef production. Agricultural Systems 194: 103250. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103250

Huhtanen, P. & Huuskonen, A. 2020. Modelling effects of carcass weight, dietary concentrate and protein levels on the CH4 emission, N and P excretion of dairy bulls. Livestock Science 232: 103896. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2019.103896

Huhtanen, P., Rinne, M. & Nousiainen, J. 2007. Evaluation of the factors affecting silage intake of dairy cows; a revision of the relative silage dry matter intake index. Animal 1: 758–770. https://doi.org/10.1017/S175173110773673X

Huuskonen, A. 2010. Nurmisäilörehun laadun merkitys lihanaudan ruokinnassa. Teoksessa: Hopponen, A. (toim.). Maataloustieteen Päivät 2010, 12.-13.1.2010 Viikki, Helsinki: esitelmät, posterit. Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote 26: 7 s. https://doi.org/10.33354/smst.76838

Huuskonen, A., Hietala, S., Hyvönen, J., Leinonen, I. & Manni, K. 2023. Environmental impacts and animal performance of finishing bulls fed different silage-based total mixed rations. Livestock Science 268: 105166. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2023.105166

Huuskonen, A., Hietala, S., Pesonen, M. & Manni, K. 2025. Effects of replacing timothy silage by red clover silage on environmental impacts, growth performance and carcass traits of finishing beef bulls. Livestock Science 299: 105755. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2025.105755

Huuskonen, A. & Huhtanen, P. 2015. The development of a model to predict BW gain of growing cattle fed grass silage-based diets. Animal 9: 1329–1340. https://doi.org/10.1017/S1751731115000610

Huuskonen, A., Huhtanen, P. & Joki-Tokola, E. 2013. The development of a model to predict feed intake by growing cattle. Livestock Science 158: 74–83. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2013.10.005.

Huuskonen, A., Khalili, H. & Joki-Tokola, E. 2007. Effects of three different concentrate proportions and rapeseed meal supplement to grass silage on animal performance of dairy-breed bulls with TMR feeding. Livestock Science 110: 154–165. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2006.10.015

Huuskonen, A., Pesonen, M. & Honkavaara, M. 2017. Effects of replacing timothy silage by alsike clover silage on performance, carcass traits and meat quality of finishing Aberdeen Angus and Nordic Red bulls. Grass and Forage Science 72: 220–233. https://doi.org/10.1111/gfs.12247

Huuskonen, A., Pesonen, M., Kämäräinen, H. & Kauppinen, R. 2014. Production and carcass traits of purebred Nordic Red and Nordic Red × beef breed crossbred bulls. Journal of Agricultural Science 152: 504–517. https://doi.org/10.1017/S0021859613000749

IPCC 2006. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Vol. 4: Agriculture, forestry and other land use. Teoksessa: Eggleston, H.S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T. & Tanabe, K. (Eds.), IGES, Kanagawa, Japan. http://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.htm

IPCC 2021. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Teoksessa: Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pirani, A., Connors, S.L., Péan, C., Berger, S., Caud, N., Chen, Y., Goldfarb, L., Gomis, M.I., Huang, M., Leitzell, K., Lonnoy, E., Matthews, J.B.R., Maycock, T.K., Waterfield, T., Yelekçi, O., Yu, R. & Zhou, B. (Eds.), Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009157896

Keane, M.G. 2010. A comparison of finishing strategies to fixed slaughter weights for Holstein Friesian and Belgian Blue × Holstein Friesian steers. Irish Journal of Agricultural and Food Research 49: 41–54.

Keane, M.G., Drennan, M.J. & Moloney, A.P. 2006. Comparison of supplementary concentrate levels with grass silage, separate or total mixed ration feeding, and duration of finishing in beef steers. Livestock Science 103: 169–180. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2006.02.008

Lehikoinen, E., Parviainen, T., Helenius, J., Jalava, M., Salonen, A.O. & Kummu, M. 2019. Cattle Production for Exports in Water-Abundant Areas: The Case of Finland. Sustainability 11: 1075. https://doi.org/10.3390/su11041075

Leinonen, I. 2019. Achieving environmentally sustainable livestock production. Sustainability 11: 246. https://doi.org/10.3390/su11010246.

Luke 2025. Rehutaulukot ja ruokintasuositukset. Verkkopalvelu. https://www.luke.fi/rehutaulukot. (viitattu 27.3.2026).

Luke SVT 2025. Suomen virallinen tilasto (SVT): Lihantuotanto 2024. Lihantuotanto vuosittain (teurastukset teurastamoissa). Helsinki: Luonnonvarakeskus. Julkaistu 26.2.2025. https://www.luke.fi/fi/tilastot/lihantuotanto/lihantuotanto-2024 (viitattu 27.3.2026).

MAFF 1984. Energy allowances and feeding systems for ruminants. ADAS Reference Book 433. HMSO, London.

Manni, K. 2018. Restricted energy intake strategies for growing and finishing dairy bulls offered grass silage-based diets: doctoral Dissertation. Natural Resources and Bioeconomy Studies 41, 61. Retrieved on 24 February 2025 from http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-616-2

https://doi.org/10.33354/smst.181446

Manni, K., Rinne, M. & Huuskonen, A. 2016. Effects of barley intake and allocation regime on performance of growing dairy bulls offered highly digestible grass silage. Livestock Science 191: 72–79. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2016.07.004

McGregor, E.M., Campbell, C.P., Miller, S.P., Purslow, P.P. & Mandell, I.B. 2012. Effect of nutritional regimen including limit feeding and breed on growth performance, carcass characteristics and meat quality in beef cattle. Canadian Journal of Animal Science 92: 327–341. https://doi.org/10.4141/cjas2011-126

McNamee, B.F., Kilpatrick, D.J., Steen, R.W.J. & Gordon, F.J. 2001. The prediction of grass silage intake by beef cattle receiving barley-based supplements. Livestock Science 68: 25–30. https://doi.org/10.1016/S0301-6226(00)00213-X

Moisio, T. & Heikonen, M. 1989. A titration method for silage assessment. Animal Feed Science and Technology 22: 341–353. https://doi.org/10.1016/0377-8401(89)90078-3

Nogalski, Z., Wielgosz-Groth, Z., Purwin, C., Nogalska, A., Sobczuk-Szul, M., Winarski R. & Pogorzelska, P. 2014. The effect of slaughter weight and fattening intensity on changes in carcass fatness in young Holstein-Friesian bulls. Italian Journal of Animal Science 13: 66–72. https://doi.org/10.4081/ijas.2014.2824

OECD/FAO 2024. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) and the Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations, 2024. OECD-FAO Agricultural Outlook 2024-2033. OECD/FAO, Paris, France, Rome, Italy. https://doi.org/10.1787/4c5d2cfb-en

Owens, F.N., Gill, D.R., Secrist, D.S. & Coleman, S.W. 1995. Review of some aspects of growth and development of feedlot cattle. Journal of Animal Science 73: 3152–3172. https://doi.org/10.2527/1995.73103152x

Ramin, M. & Huhtanen P. 2013. Development of equations for predicting methane emissions from ruminants. Journal of Dairy Science 96: 2476–2493. https://doi.org/10.3168/jds.2012-6095

Randby, Å.T., Nørgaard, P. & Weisbjerg, M.R. 2010. Effect of increasing plant maturity in timothy-dominated grass silage on the performance of growing/finishing Norwegian Red bulls. Grass and Forage Science 65: 273–286. https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.2010.00745.x

Regina, K., Kaseva, J. & Esala, M. 2013. Emissions of nitrous oxide from boreal agricultural mineral soils-statistical models based on measurements. Agriculture, Ecosystems & Environment 164: 131–136. https://doi.org/10.1016/j.agee.2012.09.013

Santos-Silva, J., Alves, S.P., Francisco, A., Portugal, A.P., Dentinho, M.T., Almeida, J., da Silva, J.L.R., Fialho, L., Cachucho, L., Jeronimó, E., Barradas, A., Rodrigues, A., Rodrigues, N., Teixeira, R.F.M., Domingos, T. & Bessa, R.J. 2023. Forage based diet as an alternative to a high concentrate diet for finishing young bulls - Effects on growth performance, greenhouse gas emissions and meat quality. Meat Science 198: 109098. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2023

The European Dairy Association. 2025. Product Environmental Footprint Category Rules for Dairy Products. Blonk, a Mérieux NutriSciences Company, Gouda, the Netherlands. https://eda.euromilk.org/wp-content/uploads/2025/02/PEFCR-DairyProducts_update_final.pdf

Vestergaard, M., Jørgensen, K.F., Çakmakçı, C., Kargo, M., Therkildsen, M., Munk, A. & Kristensen, T. 2019. Performance and carcass quality of crossbred beef x Holstein bull and heifer calves in comparison with purebred Holstein bull calves slaughtered at 17 months of age in an organic production system. Livestock Science 223: 184–192. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2019.03.018

Wilkinson, J.M. & Lee, M.R.F. 2018. Review: Use of human-edible animal feeds by ruminant livestock. Animal 12: 1735–1743. https://doi.org/10.1017/S175173111700218X