

PORSIMISTAVAN JA
PORSIMISEN JÄLKEISEN
AJANKOHDAN VAIKUTUKSET
EMAKOIDEN
REHUNSYÖNTIIN JA
SYÖMISKÄYTTÄYTYMISEEN

Saija Lämsä

Maisterintutkielma, Kotieläinten ravitsemustiede



Sisältö

- Johdanto
- Emakoiden luontainen syömiskäyttäytyminen ja ravintoainevaatimukset
- Tutkimuksen tavoitteet
- Koejärjestely
- Tiedonkeruu ja tilastollinen ajo
- Tilakohtaiset eroavaisuudet
- Tulokset
- Johtopäätökset

Johdanto

- Jalostuksen myötä sian ulkomuoto ja luontainen ravinto muuttunut viljapainotteiseksi
 - Sikojen lajityypilliset syömiskäyttäytymismallit ovat pysyneet samana → luontainen tarve tonkia ja pureskella ruokaa
- Häkkiporsitus on maailmanlaajuisesti eniten käytetty porsitusmenetelmä (Ahmadi ym. 2011)
 - Helppo, turvallinen, pieni porsaskuolleisuus, työntekijöiden työtaakka pieni (Ahmadi ym. 2011, Loftus ym. 2020)
 - Kyseenalainen, koska emakoiden hyvinvointi voi heikentyä liikkumattomuudesta (Baxter ym. 2012, King ym. 2018)
- Kiinnostus vapaaporsitukseen kasvanut
 - Emakoiden parempi hyvinvointi porsimisen aikana vähentää emakoiden kokemaa stressiä (Baxter ym. 2012, Nielsen ym. 2022)
 - Emakon porsimisen kolme päävaihetta: pesänrakennus, porsiminen, porsaiden imetys → lajityypillinen käyttäytyminen
- Tutkimus vielä vähäistä → Uskomus, että porsaskuolleisuus kasvaa vapaaporsituksessa
 - Priorisointi emakoiden hyvinvointi vs porsaiden hyvinvointi?
 - Taloudellisuus? Tilan mahdollisuudet vaihtaa häkkiporsitus vapaaporsitukseen?
- Suunta vapaaporsitukseen
 - Ruotsi, Sveitsi, Norja kieltänyt häkkiporsituksen (Bøe 1994, Weber ym. 2009)
 - Tulevaisuudessa muitakin maita luopuu häkkiporsimisesta

Emakoiden luontainen syömiskäyttäytyminen

- Syömiskäyttäytymiseen ja sen aktiivisuuteen vaikuttavat monet tekijät
 - Motivaatio, stereotyyppinen käyttäytyminen (Haskell ym. 2000) ja emakoiden yksilölliset eroavaisuudet (Rushen 1984)
 - Epäspesifiset motivaatiota herättävät tekijät, esim. ruoan saapumisen aiheuttama ärsyke → Tärkeimpiä kiihokkeita emakoiden syömään menemiselle (Haskell ym. 2000)
- Optimaalinen dieetin koostumus tärkeässä roolissa (Ramonet ym. 2000)
 - Riittävästi kuitua saaneet emakot käyttävät enemmän aikaa syömiseen ja syömiskäyttäytyminen rauhallisempaa → kylläisyyden tunne rauhoittaa käyttäytymistä (Martin & Edwards 1994, Ramonet ym. 2000, Renteria-Flores ym. 2008)
 - Kuitupitoisuuden, erityisesti liukoisen kuidun, lasku dieetissä voi lisätä emakon stereotyyppistä käyttäytymistä (Martin & Edwards 1994, Oliviero ym. 2009)
 - Parantunut ruoansulatuksen toiminta parantaa myös emakoiden syöntikykyä (Martin & Edwards 1994) → Parempi syöntikyky tiineyskaudella näkyy parempana syöntikyknä myös imetyskaudella (Matte ym. 1994)
- Ruokinta-aika emakolle tärkeä päivittäinen tapahtuma
 - Ruokintaa rajoittavissa tutkimuksissa havaittu emakoilla suurentunutta kiihtyneisyyttä ja jännitystä hieman ennen rehuannoksen saapumista (Ramonet ym. 1999)
 - Luonnossa elävillä sioilla kiihtyneisyys ei jatku enää syömisen jälkeen, mutta rajoitetussa ruokinnassa kiihtyneisyyttä havaittiin vielä tämän jälkeenkin (Rushen 1984, Ramonet ym. 1999) → Liian pieni annos täyttämään sian ravintoainevaatimukset? (Rushen 1984, Ball ym. 2008)

Emakoiden ravinnontarve

- Emakon ravinnon- ja energiantarve vaihtelee tuotoskauden vaiheen mukaan (Siljander-Rasi & Ketola 2006)
 - Tarpeeseen vaikuttavat ympäristöolosuhteet (mm. lämpötila), emakoiden kuntoluokka, kehon koostumus ja edellisen imetyksen aikaiset painomuutokset (Einarsson & Rojkittikhun 1993)
 - Ylläpitoenergiatarve korostuu erityisesti emakoiden joutilaskaudella (Siljander-Rasi & Ketola 2006)
 - Negatiivisessa energiataseessa oleva emakko mobilisoi omista kudoksistaan tarvittavan energian (Hermesch ym. 2008)
- Imetyksellä energiatarpeen määrään vaikuttavat pahnuekoko ja porsaiden kasvunopeus (National research Council 1998)
 - Emakoiden ravintoaine- ja aminohappotarpeita tutkittu kasvavien sikojen tarpeita vähemmän → Tutkimus ja luotettavien johtopäätöksien tekeminen vaikeaa, koska ravintoainetarve voi vaihdella päivittäin (Ball ym. 2008)
 - Nykyinen ravintosuositus emakoiden päivittäisestä ylläpitoenergiatarpeesta voi olla liian alhainen → Ei huomioi kuntoluokkia ja ympäristöolosuhteita (Ball ym. 2008)
- Nykyaikaisen emakon ravintoainetarve on suurempi kuin 20-vuotta sitten olleilla emakoilla
 - Suurentunut pahnuekoko lisää emakon ravintoainetarvetta
 - Nykyään emakon on saatava 50-100 grammaa enemmän rehua tilanteessa, jossa porsaan oletetaan syövän rehua 0,5 kg päivässä (Hermesch ym. 2008)

Tutkimuksen tavoitteet

- Selvittää kolmen eri porsimistavan yhteyttä emakoiden rehunsyöntiin ja energiansaantiin
- Selvittää porsimistavan yhteys emakoiden syömään hakeutumisen aktiivisuuteen ja syömisen aikana tapahtuvan syömiskäyttäytymisen ilmenemiseen
- Tutkimuksessa oli kolme hypoteesia:
 - Hypoteesi 1. Vapaana porsivat emakot syövät enemmän kuin häkissä porsivat emakot
 - Hypoteesi 2. Rehun saavuttua vapaana porsivat emakot hakeutuvat häkissä porsivia emakoita aktiivisemmin syömään
 - Hypoteesi 3. Häkissä porsivat emakot ovat syömiskäyttäytymiseltään yli-innokkaampia (aggressiivisempia) rehua odottaessaan kuin vapaana porsivat emakot

Koejärjestely

- Tutkimus oli osa A-Tuottajat Oy:n ja Helsingin yliopiston *Vapaaporsituksella parempaa hyvinvointia* -hanketta
- 3 Atrian sopimustilaa
 - Kaikilla tiloilla vapaaporsitus sekä sama sikarotu (Topigs Norsvin)
- Tiloilla A ja C suoritettiin emakoiden syömiskäyttäytymisen seurannan videoinnit, emakoiden ruokinnan seuranta sekä emakoiden silavan paksuuden mittaus
 - Tilalla A videoinnissa oli 36 emakkoa ja syönnin seurannassa 52 emakkoa
 - Tilalla C videoinnissa oli 43 emakkoa ja syönnin seurannassa 47 emakkoa
- Tilalla B suoritettiin ainoastaan emakoiden syömiskäyttäytymisen videointi
 - Tilalla B videoinnissa oli 54 emakkoa
- Tiloilta valittiin 2-3 tutkimusosastoa, joihin porsivat emakot jaettiin
 - Jokaisella tutkimusosastolla oli mahdollisimman tasaisesti sekä vapaana että häkissä porsivia emakoita
 - Ammaksi tulleet (=toisen emakon porsaita imettävät emakot) jätettiin tutkimuksen ulkopuolelle

Koejärjestely

- Tilalla A Porsimistavat 1 ja 3 → Emakot kahdessa eri tutkimusosastossa
- Tilalla B Porsimistavat 1, 2 ja 3 → Emakot kahdessa eri tutkimusosastossa
- Tilalla C Porsimistavat 1 ja 2 → Emakot kolmessa eri tutkimusosastossa

Porsimistapa 1	Porsimistapa 2	Porsimistapa 3
Emakko vapaana koko porsimisen ajan	Emakko porsimishäkissä porsimisen ajan, emakon vapautus 3 vrk porsimisen jälkeen	Emakko porsimishäkkiin 2 vrk ennen porsimista
Emakko häkkiin vain poikkeustapauksessa	Jos porsiminen ei ala porsimispäivänä, emakko suljetaan yöksi porsimishäkkiin ja emakko vapautetaan päiväksi siihen asti, että porsiminen alkaa	Emakko porsimishäkistä pois 3 vrk kuluttua porsimisesta

Videoinnit ja syömiskäyttäytymisen määrittäminen

- Videoinnit noin kahden viikon ajan tiloilla A, B ja C
- Kameran karsinoinnin ennen emakoiden siirtoa ja kamerat pois n. 1 viikko porsimisen jälkeen
 - Tilalla A ja C yksi kamera kuvasi yhtä karsinaa, tilalla B yksi kamera kuvasi kahta karsinaa
- Etogrammien mukaisesti emakoiden määrittäminen aggressiiviseksi/yliaktiiviseksi, aktiiviseksi tai passiiviseksi

Tila B

	Ennen porsimista		Porsimisen jälkeen	
	1 Aktiivinen	3 Passiivinen	1 Aktiivinen	3 Passiivinen
Liikehdintä ja käyttäytyminen	Porsimisen ja viimeisen ruokakupilla käynnin välillä kulunut aika max. 60 minuuttia	Porsimisen ja viimeisen ruokakupilla käynnin välillä kulunut aika yli 60 minuuttia	Porsimisen ja ensimmäisen ruokakupilla käynnin välinen aika max. 3 tuntia	Porsimisen ja ensimmäisen ruokakupilla käynnin välinen aika yli 3 tuntia

Tilat A ja C

	1 Aggressiivinen	2 Aktiivinen	3 Passiivinen
Liikehdintä ja käyttäytyminen	Emakko puree tai potkii ruokakupia, tai kiipeilee ruokakupin välittömässä läheisyydessä tai sen päällä	Emakko odottaa rauhassa ruokakupin välittömässä läheisyydessä tai pitää pääätä ruokakupissa, mutta ei osoita puremista, kiipeilyä tai potkimista ruokakupia kohtaan	Emakko ei osoita lainkaan kiinnostusta ruokakupiin, vaan se joko makaa maassa, on porsimishäkissä väärinpäin tai kiertää karsinaa porsimishäkikrakenteen ulkopuolella

Punnitukset ja silavanmittaus

- Porsaiden punnitukset 3 kertaa yksitellen ja emakkokohtaisesti
- Porsaspainot huomioitiin pahnuepainona eikä porsaille annettujen lisärehujen koostumusta huomioitu
 - Ensimmäinen punnitus 0-1 päivän kuluessa porsaiden syntymästä
 - Toinen punnitus 1 viikon kuluttua porsaiden syntymästä (+/- 2 päivää)
 - Kolmas punnitus 3 viikon kuluttua porsaiden syntymästä
- Selkäsilavan mittaus emakolta
 - Mittaukset samasta kohtaa selän oikealta ja vasemmalta puolen. Yksi mittaus porsimispäivänä ja toinen mittaus 3 viikkoa porsimisen jälkeen → Silavan paksuudet huomioitiin koeryhmittäin keskiarvopaksuutena, kummallakin mittauskerralla erikseen
 - Selkäsilavan paksuuden muutos yhtenä mittarina emakon rehusyönnin määrästä

Rehusyönnin seuranta

- Rehusyöntimäärän seuranta Weda-ruokintajärjestelmästä
- Eri osastoilla olevien emakoiden korvanumerot, porsimistavat ja ruokintaventtiilinumerot kirjattiin ylös
 - Ruokintaventtiilin antaman syöntidatan yhdistäminen oikealle emakolle
- Tilojen dieettiresepteistä saatujen kuiva-aine- ja energiapitoisuuksien avulla muutettiin ruokintaventtiilistä saatu emakkokohtainen syöntimäärä (kg/pv) muutettua kuiva-ainekilosyönneiksi (kg ka/pv) ja sitten energiasyönneiksi (MJ Nea/pv)
 - Tässä laskennassa huomioitu myös toisen dieettireseptin energia- ja kuiva-ainepitoisuus, mikäli tila vaihtoi emakkorehun imetysrehuun
- Porsimisen jälkeen emakoiden keskiarvoisen päivittäisen energiasyönnin seuranta kolmen eri syöntiviikon ajan
 - Syöntiviikko 1: Emakoiden imetyspäivien 1-7 välinen aika
 - Syöntiviikko 2: Emakoiden imetyspäivien 8-14 välinen aika
 - Syöntiviikko 3: Emakoiden imetyspäivien 15-21 välinen aika

Tilastollinen ajo

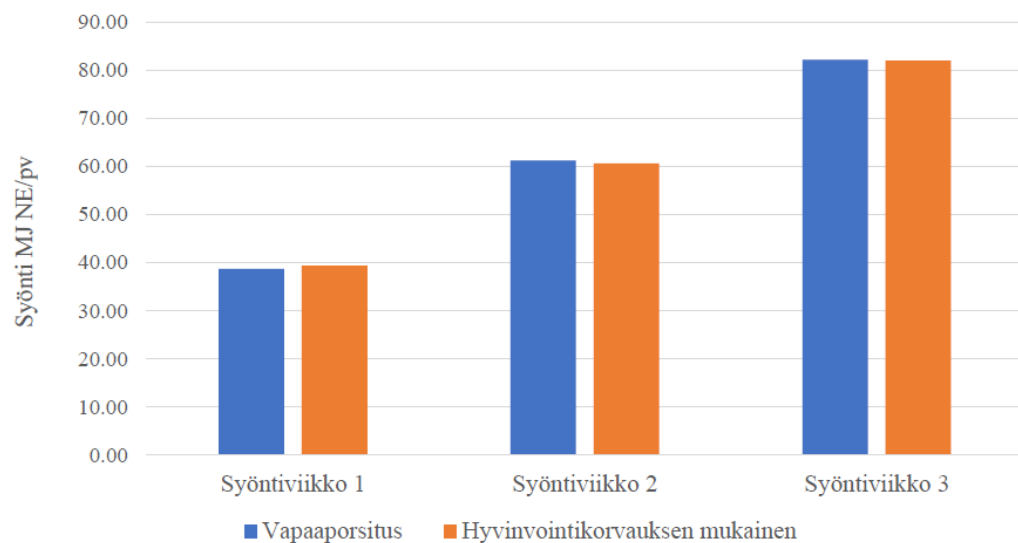
- IBM SPSS Statistic -ohjelma
- Emakoiden rehunsyönti Pearsonin korrelaatio –testillä
- Tarkasteltavat muuttujat:
 - Emakon silavan paksuus porsaiden ensimmäisen punnituskerran aikana
 - Emakon silavan paksuuden muutos
 - Pahnueen porsaiden ensimmäisen ja toisen, toisen ja kolmannen sekä ensimmäisen ja kolmannen punnituskerran välinen päiväkasvu
 - Pahnueen porsaiden kolmannen punnituksen aikainen paino
- Selittävät muuttujat
 - Syöntiviikot 1, 2 ja 3
- Eri porsimistapojen ja eri syöntiviikkojen yhteys T-Testillä
- Emakoiden syömiskäyttäytymisen aktiivisuus yksisuuntaisella varianssianalyysillä (oneway anova)
 - Vertailu kahdessa osassa: ennen porsimista ja porsimisen jälkeen
- Porsimistyylin ja aktiivisuuden yhdysvaikutuksen tarkastelu ennen porsimista ja porsimisen jälkeen ristiintaulukoinnilla (crosstabs-proseduuri)

Tulokset

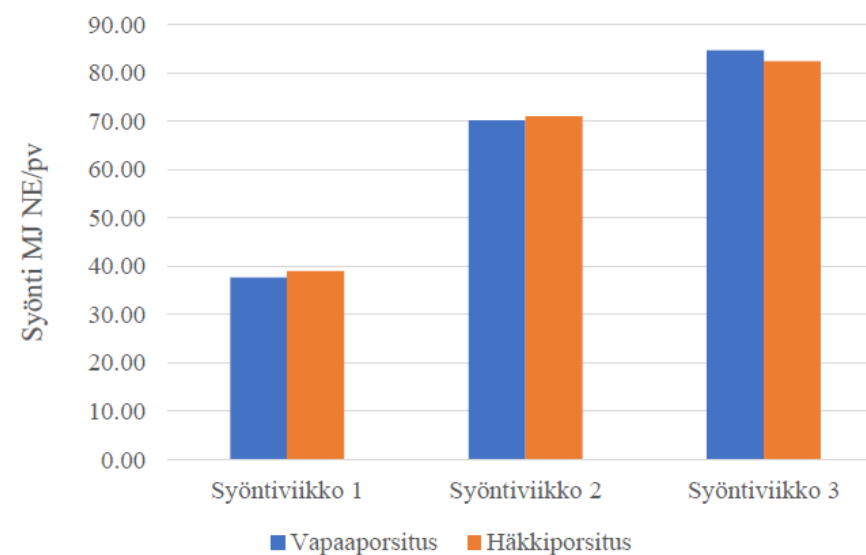
- Tilalla A emakoiden ollessa syöntiviikolla 2 ja 3, silavan paksuus väheni vapaaporsituksessa olevilla emakoilla 0,84 mm ja hyvinvointikorvauksen mukaisessa häkkiporsituksessa olevilla emakoilla 1,29 mm
 - Tilastollisesti silavan paksuuden muutos ei ole merkitsevä
- Tilalla A ainoastaan emakon syöntiviikolla 2 havaittiin positiivinen yhteys pahnueen porsaiden painoihin. Tilalla C syöntiviikoilla ei havaittu yhteyttä porsaiden päiväkasvuihin
 - Mitä parempi emakon syöntikyky oli syöntiviikolla 2, sitä parempi oli porsaiden ensimmäisen ja toisen, toisen ja kolmannen sekä ensimmäisen ja kolmannen punnituksen väliset päiväkasvut, mutta myös punnituskerran 3 porsaiden keskiarvopaino
- Tilalla C emakon silavan paksuuden muutoksella (mm) oli lievä yhteys emakon syöntiviikon 1 ja 2 kanssa, mutta ei syöntiviikon 3 kanssa
- Tilalla A ja C syöntiviikolla tai porsimistavalla ei ollut yhteyttä emakoiden kokonaisrehusyönnin määrään
- Tilalla A emakoiden syömiskäyttäytymisellä ja syöntiviikolla ennen porsimista tai porsimisen jälkeen ei ollut yhteyttä. Tilalla C emakon syöntiviikolla 2 oli lievä yhteys ennen porsimista olevien emakoiden syömiskäyttäytymisen kanssa
 - Ennen porsimista syömiskäyttäytyminen oli pääasiassa aktiivista

Emakoiden rehuenergiasyöinti (MJ NE/pv) porsimistavoittain eri syöntiviikoilla

Tila A

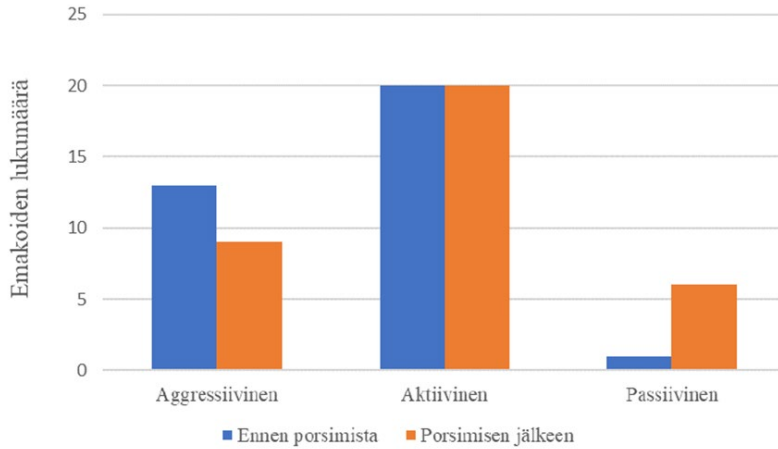


Tila C

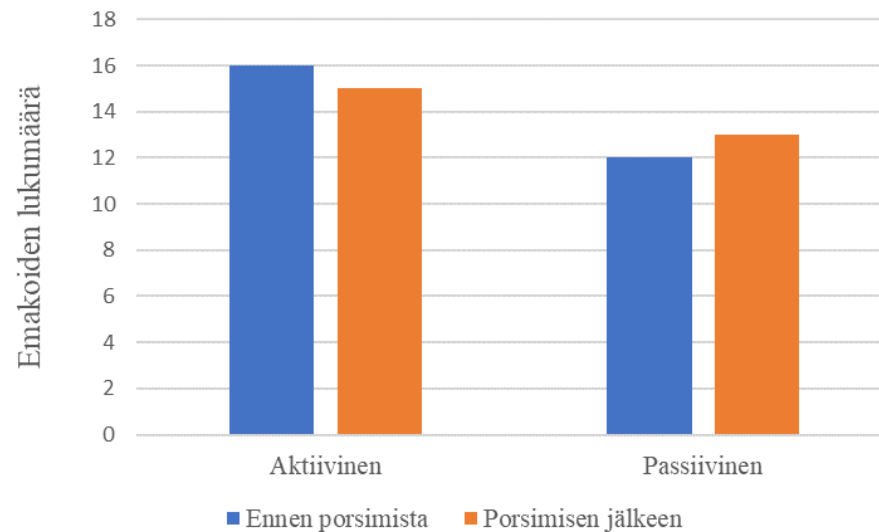


Emakoiden syömiskäyttäytymisen aktiivisuudet

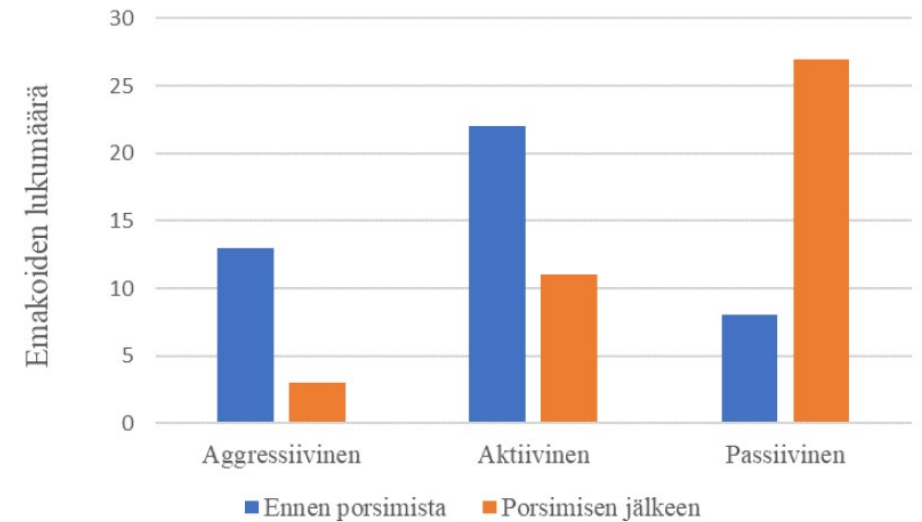
Tila A



Tila B



Tila C



Tulosten tarkastelu

- Porsimistapa ei yksinään selitä emakoiden syömiskäyttäytymistä, syömään menemisen aktiivisuutta tai rehusyönnin määrää
 - Näihin vaikuttavat monet tekijät yhdessä (Thompson ym. 2019, Goumon ym. 2022) mm. rehun saapumisen ajankohta suhteessa porsimisajankohtaan
- Vapaaporsitukseen soveltuu sekä kuiva- että liemiruokinta, mutta kuivaruokinta olisi vapaaporsitukseen soveltuvampi runsaamman energiasaannin vuoksi (EHT 2022)
- Maittavuus voi vaihdella eri liemirehujen välillä → heikompi syönti ja siten heikompi energiansaanti
 - Heikomman energiasaannin pitäisi näkyä emakoiden silavan muutoksessa, tässä tutkimuksessa ei näkynyt
 - Maittavuus voi selittää sitä, miksi toiset emakot priorisoivat porsaiden hoidon rehusyöntiä tärkeämmäksi
- Liemiruokinnalla ruokituilla vapaana porsivilla emakoilla tulisi olla erilaiseen ruokintasuositukseen perustuvat ruokintakäyrät kuin häkissä porsivilla emakoilla
- Tämän tutkimuksen perusteella on mahdoton sanoa, johtuiko porsaiden päiväkasvujen eroavaisuudet porsaille annettujen lisärehujen vasteesta porsaiden energia- ja valkuaistarpeeseen, vai lisärehun ja emakon paremman syömisaktiivisuuden yhdysvaikutuksesta

Johtopäätökset

- Hypoteesit eivät pitäneet paikkaansa
- Syömiskäyttäytymisen aktiivisuuteen ja rehusyönnin määrään ei ollut merkitystä, porsiko emakko vapaana vai häkissä
- Yksilökohtaisia eroja löytyy, mutta pääasiassa syömisaktiivisuus ei pudonnut
- Rehun saapuminen porsimisajankohtaan nähden vaikuttaa
 - Mitä lähempänä porsimista rehu saapui, sitä tärkeämmäksi nousi imetys/emo-käyttäytyminen
 - Yksilökohtaisia eroja löytyy myös tästä
- Vapaaporsitukseen liittyvää tutkimusta tehty vain vähän, joten porsimistavan yhteys emakoiden rehusyöntiin ja syömiskäyttäytymiseen vaatii lisätutkimusta suuremmalla koeotannalla
 - Pystyttävä sulkemaan sisäiset ja ulkoiset epävarmuustekijät, kuten luonne-erot, porsimakerran vaikutukset ja opittu käyttäytymismalli

Johtopäätökset

- Kahdella tilalla syöntiviikko 2
 - Seurattava, koska liian nopeasti nouseva ruokintakäyrä saattaa aiheuttaa rehun ylensyömistä → saattaa heikentää seuraavan viikon syöntiä
 - Tästä tutkimuksesta ei voida erotella, onko porsimakerralla vaikutusta tähän
- Tässä tutkimuksessa emakon parempi syönti ei automaattisesti tarkoita parempaa maidontuotantoa
 - Ei näkynyt selvästi porsaspainoissa, mutta tutkimus lopetettiin imetyspäivä21 kohdalla
 - Maidontuotantoon vaikuttaa moni tekijä → yhteyttä vaikea määrittää
 - Vaatii uutta tutkimusta
 - Ruokinta merkittävässä roolissa → voi vaikuttaa emakon jatkotuottavuuteen

Lähteet

- Ahmadi, V., Stott, A., Baxter, E., Lawrence, A. & Edwards, S. 2011. Animal welfare and economic optimisation of farrowing systems. *Animal welfare*. 20: 57-67. <https://ageconsearch.umn.edu/record/61124/>
- Ball, R. O., Samuel, R. S. & Moehn, S. 2008. Nutrient requirements of prolific sows. *Advances in Pork Production* 19: 223-236.
- Baxter, E. M., Lawrence, A. B. & Edwards, S. A. 2012. Alternative farrowing accommodation: welfare and economic aspects of existing farrowing and lactation systems for pigs. *Animal* 6: 96-117.
- Bøe, K. 1994. Variation in maternal behaviour and production of sows in integrated loose housing systems in Norway. *Applied Animal Behaviour Science* 41: 53-62.
- National research council. 1998. Nutrient requirements of swine. Tenth Revised. Subcommittee on Swine Nutrition. Committee on Animal Nutrition. Board on Agriculture. National Research Council.

Lähteet

- Einarsson, S. & Rojkittikhun, T. 1993. Effects of nutrition on pregnant and lactating sows. Department of Obstetrics and Gynaecology, Swedish University of Agricultural Sciences. Po Box 7039, S-750 07 Uppsala, Ruotsi.
- Eläinten hyvinvoinnin tutkimuskeskus (EHT 2022). Ulkomaisten asiantuntijoiden haastattelut. <https://www2.helsinki.fi/fi/tutkimusryhmat/elainten-hyvinvoinnin-tutkimuskeskus/ulkomaisten-asiantuntijoiden-haastattelut> . [Viitattu 10.5.2022].
- Goumon, S., Illmann, G., Moustsen, V. A., Baxter, E. M. & Edwards, S. A. 2022. Review of temporary crating of farrowing and lactating sows. *Frontiers in Veterinary Science*. 9: 811810.
- Haskell, M. J., Mendl, M. T., Lawrence, A. B. & Austin, E. 2000. The effect of delayed feeding on the post-feeding behaviour of sows. *Behavioural Process* 49:2. s.85–97.
- Hermes, S., Jones, R. & Bunter, K. 2008. Feed intake of sows during lactation has genetic relationships with growth and lifetime performance of sows. Animal Genetic and Breeding Unit (AGBU). University of New England, Armidale, NSW 2351.

Lähteet

- King, R. L., Baxter, E. M., Matheson, S. M. & Edwards, S. A. 2018. Sow free farrowing behaviour: Experiential, seasonal and individual variation. *Applied Animal Behaviour Science* 208. s. 14-21.
- Loftus, L., Bell, G., Padmore, E., Atkinson, S., Henworth, A. & Hoyle, M. 2020. The effect of two different farrowing systems on sow behaviour, and piglet behaviour, mortality and growth. *Applied Animal Behaviour Science* 232 (2020) 105102.
- Martin, J. E. & Edwards, S. A. 1994. Feeding behaviour of outdoor sows: the effects of diet quantity and type. *Applied Animal Behaviour Science* 41. s.63-74.
- Matte, J. J., Robert, S., Girard, C. L., Farmer, C. & Martineau, G. P. 1994. Effect of bulky diets based on wheat bran or oat hulls on reproductive performance of sows during their first two parities. *Journal of Animal Science* 72: 1754–1760.
- Nielsen, S. S., Alvarez, J., Bicout, D. J., Calistri, P., Canali, E. & Spooler, H. 2022. Welfare of pigs on farm. *ESFA Journal*. 20:8 (e07421)
- Oliviero, C., Kokkonen, T., Heinonen, M., Sankari, S. & Peltoniemi, O. A. T. 2009. Feeding sows with high fibre diet around farrowing and early lactation: Impact on intestinal activity, energy balance related parameters and litter performance. *Research in Veterinary Science* 86: 314-319.

Lähteet

- Ramonet, Y., Meunier-Salaün, M. C. & Dourmad, J. Y. 1999. High-fiber diets in pregnant sows: Digestive utilization and effects on the behaviour of the animals. *Journal of Animal Science* 77: 591-599.
- Ramonet, Y., Robert, S., Aumaître, A., Dourmad, J. Y. & Meunier-Salaün, M. C. 2000. Influence of the nature of dietary fibre on digestive utilization, some metabolite and hormone profiles and the behaviour of pregnant sows. *Animal Science* 70: 275-286.
- Renteria-Flores, J. A., Johnston, L. J., Shurson, G. C. & Gallahert, D. D. 2008. Effect of soluble and insoluble fiber on energy digestibility, nitrogen retention and fiber digestibility of diets fed to gestating sows. *Journal of Animal Science* 86: 2568–2575.
- Rushen, J. 1984. Stereotype behaviour, adjunctive drinking and the feeding periods of tethered sows. *Animal Behaviour* 32. s.1059-1067.
- Siljander-Rasi, H. & Ketola, U. 2006. Emakot. Teoksessa H. Siljander-Rasi, A. Nopanen & J. Helin (toim.)
- Thompson, R. J., Matthews, S., Plötz, T. & Kyriazakis, I. 2019. Freedom to lie: How farrowing environment affects sow lying behaviour assessment using inertial sensors. *Computers and Electronics in Agriculture* 157. s.549-557.
- Weber, R., Keil, N. M., Fehr, M. & Horat, R. 2009. Factors affecting piglet mortality in loose farrowing systems on commercial farms. *Livestock Science* 124: 216-222.