

Matleena Perälä

Krillijauho porsaiden valkuaisrehuna

Opinnäytetyö

Kevät 2013

Maa- ja metsätalouden yksikkö

Maatalouselinkeinojen koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Maa- ja metsätalouden yksikkö

Koulutusohjelma: Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma

Suuntautumisvaihtoehto: Tuotantoeläinten terveydenhuolto

Tekijä: Matleena Perälä

Työn nimi: Krillijauho porsaiden valkuaisrehuna

Ohjaaja: Samu Palander

Vuosi: 2013

Sivumäärä: 41

Liitteiden lukumäärä: 2

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia, soveltuuko krilliöljyn uutosta jäävä sivutuote, krillijauho, porsaiden valkuaisrehuksi välikasvatuskaudella. Krilliöljyn kulutus ja tuotanto ovat lisääntymässä, ja siitä syntyvälle sivutuotteelle tulisi löytää uusia käyttötarkoituksia. Porsaasat ovat vielä melko vaativia ravintonsa suhteen verrattuna aikuisiin sikoihin, sillä ne kasvavat ja kehittyvät edelleen. Krillijauho näyttäisi jo ominaisuuksiensa perusteella soveltuvan erityisen hyvin juuri porsaiden valkuaisrehuksi.

Tutkimuksessa toteutettiin käytännön ruokintakoe, jonka avulla selvitettiin, vaikuttaako krillijauhoa sisältävä rehu mm. porsaiden painoihin, päiväkasvuun, rehunkulutukseen sekä rehunmuuntosuhteeseen. Kokeeseen otettiin mukaan kokonainen välikasvatusosasto, jossa porsaasat jaettiin kahteen ryhmään; varsinaiseen koe-ryhmään eli krilliryhmään ja verrokkiryhmään. Verrokkiryhmän valkuaisrehuina käytettiin soijarouhetta sekä härkäpapua ja krilliryhmän valkuaisrehuna pääasiasa krillijauhoa. Aineistoa kerättiin punnitsemalla porsaasat ja tallentamalla rehunkulutustietoja.

Tuloksista käy ilmi, että krilliryhmän ja verrokkiryhmän välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja ruokintojen suhteen. Näiden tarkastelujen perusteella krillijauho näyttäisi soveltuvan porsaiden valkuaisrehuksi.

Avainsanat: porsas, krillijauho, valkuainen, ruokintakoe

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: Ilmajoki School of Agriculture and Forestry

Degree programme: Agricultural and Rural enterprises

Specialisation: Health care of production animals

Author/s: Matleena Perälä

Title of thesis: Krill meal as piglets' protein feed

Supervisor(s): Samu Palander

Year: 2013

Number of pages: 41

Number of appendices: 2

The aim of this study was to investigate krill meal as a protein source for weaned piglets. Krill meal is a byproduct from krill oil extraction. Consumption and production of krill oil have increased and new uses for the byproducts should be found. Compared with adult pigs, piglets are quite demanding in terms of feeding, because they grow and develop further. Krill meal seems to be a good protein source for piglets because of its properties.

In the study, the effect of krill meal on weight, daily weight gain, feed intake and feed conversion were investigated. In a practical feeding experiment, piglets were divided into two different feeding groups; a krill group and a control group. The main protein sources in control group were soya bean meal and faba bean and in the krill group the protein source was mainly krill meal. The data was collected by weighing piglets and monitoring feed consumption.

The results show that there were not significant differences in weight gain, feed intake and feed conversion between the krill group and the control group in this study. On the basis of the results of this study, it can be concluded that krill meal may be used in the diet of weaned piglets.

Keywords: piglet, krill meal, protein, feeding experiment

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuvio- ja taulukkoluetelo.....	6
1 JOHDANTO	7
1.1 Tutkimuksen taustaa	7
1.2 Krilli	7
1.2.1 Krillituotteiden ominaisuudet	8
1.2.2 Krillin pyynti.....	9
1.3 Porsaan ruoansulatuskanavan kehitys ja vieroituksen vaikutukset	10
1.4 Porsaan valkuaisruokinta ja valkuaisrehut	12
1.4.1 Valkuaisen sulatus ja imeytyminen sian elimistössä	12
1.4.2 Valkuaisen tarve ja sulavuus.....	13
1.4.3 Aminohapot.....	15
1.4.4 Valkuaisrehuja	16
2 AINEISTO JA MENETELMÄT	18
2.1.1 Sikalan perustiedot	18
2.1.2 Ruokintalaite	18
2.2 Ruokintaryhmät ja käytetyt rehut.....	19
2.2.1 Ruokintaryhmät.....	19
2.2.2 Rehut ja rehureseptit.....	20
2.3 Tietojen keruu	23
2.3.1 Punnitukset	23
2.3.2 Rehunkulutukset	24
2.4 Aineiston käsittely	25
3 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELUA	26
3.1 Tulosten eläinmäärä.....	26
3.2 Paino.....	27
3.3 Päiväkasvu.....	29
3.4 Rehunkulutus	31

3.5 Rehunmuuntosuhde.....	33
3.6 Porsaiden yleiskunto ruokintakokeen aikana	35
3.7 Toisen sikalan kokemukset	35
3.8 Pohdintaa tutkimukseen liittyen	35
4 JOHTOPÄÄTÖKSET	37
LÄHTEET	38
LIITTEET	41

Kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuvio 1. Eri ruokintaryhmien porsaiden kasvukuvaajat.....	28
Kuvio 2. Porsaiden päiväkasvujen keskiarvot eri ruokintaryhmissä.	30
Kuvio 3. Porsaiden rehunkulutusten keskiarvot eri ruokintaryhmissä.	32
Taulukko 1. Porsaiden valkuais- ja aminohapposuositukset (Lihasikojen valkuaisen ja aminohappojen ruokintasuositukset [Viitattu 2.5.2013]).	14
Taulukko 2. Aminohappojen jako sioille välttämättömiin ja ei-välttämättömiin (Perttilä & Siljander-Rasi 2006, 22).....	15
Taulukko 3. Verrokkiryhmän ja Krilliryhmän reseptien raaka-aineet ja niiden osuudet resepteissä.....	21
Taulukko 4. Verrokkiryhmän ja Krilliryhmän reseptien ravintoainesisällöt.	22
Taulukko 5. Krillijauhon sekä soijarouheen energia- ja valkuaisarvot.	22
Taulukko 6. Porsaiden painot (kg) eri ruokintaryhmissä ruokintakokeen eri viikkoina.	27
Taulukko 7. Porsaiden päiväkasvut (kg) eri ruokintaryhmissä ruokintakokeen eri viikkoina.	29
Taulukko 8. Porsaiden rehunkulutukset (kg ka) eri ruokintaryhmissä ruokintakokeen eri viikkoina.	31
Taulukko 9. Porsaiden rehunmuuntosuhteet eri ruokintaryhmissä ruokintakokeen eri viikkoina.	33

1 JOHDANTO

1.1 Tutkimuksen taustaa

Norjalainen, krillää pyytävä Olympic Seafood AS on ollut kiinnostunut teettämään Kauhajoella toimivassa kasviuutteiden tuotantolaitoksessa krilliöljyn uuttotyötä. Olympic hakee valmistajaa EU:n alueelta, jotta saisi tuotteelleen ”Made in EU” –leiman. Krilliöljyä valmistetaan tällä hetkellä Uudessa-Seelannissa, jossa sen valmistuskapasiteetti on täysin käytössä. Tämän vuoksi krilliöljyä tulisi valmistaa myös jossain muualla, sillä krilliöljyn kulutus ja tuotanto ovat lisääntymässä vahvasti. Samalla uutosta jäävä valkuaispitoinen osa voitaisiin hyödyntää porsaiden ruokinnassa Etelä-Pohjanmaalla.

Tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää soveltuuko krillijauho välikasvatuksessa olevien porsaiden valkuaisrehuksi eli vaikuttaako se mm. porsaiden painoihin, päiväkasvuihin, rehunkulutukseen tai rehunmuuntosuhteeseen.

1.2 Krilli

Krillit (*Euphasiacea*) ovat kuoriäyriäisiin kuuluva äyriäisten lahko, jotka muistuttavat ulkonäöltään hieman katkarapuja (Mikkola 1989, 239; Krill 2013). Krilliäyriäisiä tunnetaan yli 80 lajia, ja aikuisen krilliäyriäisen koko on lajista riippuen 1 – 8 cm (Everson 2000, 1). Krilliäyriäiset elävät planktonissa ja ne ovat vapaasti uivia eli pelagisia (Mikkola 1989, 244–245). Krillit pitävät yhteyttä toisiinsa valoelimiensä avulla, minkä takia niitä kutsutaan myös loistoravuiksi. Ne saalistavat pääasiassa suurehkoja planktoneliöitä ja suodattavat kasviplanktonia silloin, kun sitä on runsaasti tarjolla. Osa krilliäyriäisen raajoista muodostaa ns. korin, jonka avulla kasviplanktonin suodattaminen tapahtuu. Krilliäyriäiset taas ovat muun muassa monien valaiden sekä hylkeiden ja pingviinien ravintoa (Bender 1990, 45).

Krillit ovat levittäytyneet laajasti maailman kaikkiin valtameriin, mutta erityisen paljon niitä on Atlantin ja Tyynenmeren pohjoisosissa sekä Etelämannerta ympäröi-

vissä vesissä (Everson 2000, vi). Ihanneoloissa krillit voivat muodostaa jopa 100 miljoonan yksilön parvia (Bender 1990, 45).

Etelämannerta ympäröivissä vesissä valtalajina elää niin sanottu etelänkrilli (*Euphausia superba*), joka tässäkin työssä on kyseessä. Se on yksi suurimpia krillilajeja, joka kasvaa pituutta maksimissaan 6,5 cm, ja painoa sillä on tällöin noin 2 g (Nicol & Endo 1997, 3).

1.2.1 Krillituotteiden ominaisuudet

Krilliäyriäisistä uutetaan pääasiassa krilliöljyä ihmisten käyttöön. Krilliöljyn rasvahappokoostumus on ihmiselle edullinen, sillä siinä on vähän tyydyttyneitä sekä kertatyydyttymättömiä rasvahappoja ja vastaavasti paljon monitydyttymättömiä rasvahappoja, kuten omega-3 – ja omega-6 – rasvahappoja (Tou, Jaczynski & Chen 2007, 65; Ravitsemustieteen perusteita [Viitattu 31.5.2013]). Nämä monitydyttymättömät rasvahapot ovat ihmiselle välttämättömiä, ja ihmisen tulee saada niitä ravinnosta (Ravitsemustieteen perusteita [Viitattu 31.5.2013]). Lisäksi krilliöljyssä on mm. astaksantiinia, josta johtuu krillin osittain punertava väri, ja voimakkaana antioksidanttina sillä on todettu olevan myös mm. ihmiselle edullisia terveysvaikutuksia (Tou ym. 2007, 68–69). Krilliöljyä markkinoidaan jo ympäri maailmaa, ja sen käyttö on lisääntymässä.

Krillin uutossa saadaan erotettua öljy niin, että jäljelle jää mm. proteiineja eli valkuaisaineita ja kivennäisaineita. Tavoitteena on myös, että valkuaisaineet säilyvät toimintakykyisinä. Ennen kuin edellä mainitut osat saadaan erotettua, krillistä saatavaa materiaalia mm. rouhitetaan mekaanisesti, siihen lisätään vettä, sitä lämmitetään, lisätään entsyymejä ja lisäksi uutossa käytetään myös erilaisia liuottimia (Brunheim, Griinari, Ervik, & Remoy 2012, 1).

Yhtenä vaihtoehtona krilliöljyn uuttamiseen on niin sanottu ylikriittinen hiilidioksiduutto (*supercritical CO₂ fluid extraction*), joka perustuu hiilidioksidin kriittiseen lämpötilaan ja paineeseen (Brunheim ym. 2012, 3). Tässä tapauksessa liuottimena olevalla hiilidioksidilla on kaasun kaltaiset ominaisuudet, mutta se on silti nestemäisessä muodossa. Lämpötilan ja paineen vaihteluilla saadaan lopulta öljy ero-

tettua muusta materiaalista, kuten valkuaisaineista. Hiilidioksidiuutto on ympäristöystävällinen uuttomenetelmä, ja lisäksi mm. sen alhaisen lämpötilan takia valkuaisaineet eivät menetä toimintakykyään.

Krilliöljyn uuttamisessa voidaan käyttää myös muita liuottimia kuin hiilidioksidia. Esimerkiksi etanolia voidaan käyttää liuottimena joko yksinään tai apuliuottimena hiilidioksidin kanssa (Brunheim ym. 2012, 4). Lisäksi voidaan käyttää myös asetonin ja etanolin tai etanolin ja heksaanin yhdistelmää.

Krilliöljyn uutosta jää sivutuotteena niin sanottua krillijauhoa, joka on siis hyvin valkuaispitoista. Valkuaisen osuus nimittäin koko krilliäyriäisen massasta on noin 10–11 prosenttia (Clarke 1980). Krillijauho muistuttaa koostumukseltaan sekä energia- ja valkuaispitoisuudeltaan hyvin paljon jo valkuaisrehuna käytettyä kalajauhoa. Krillijauhoa käytetäänkin jo maailmalla mm. kalojen rehuna, jolloin sillä on pystytty korvaamaan kalajauhon käyttö, ilman että kalojen kasvu on heikentynyt (Nunes 2009). Lisäksi krillijauhon käyttöä on testattu myös mm. katkarapujen rehuna Brasiiliassa.

1.2.2 Krillin pyynti

Olympic Seafood AS on yksi norjalaisen Olympic-ryhmän yrityksistä (Olympic 2012). Yritys sijaitsee Forsnavaagissa, Norjan länsirannikolla, joka on yksi Norjan suurimpia kalastussatamia.

Olympicilla on kaiken kaikkiaan reilut 20 suurta alusta, joista tällä hetkellä yksi pyytää krilliä (Company profile [Viitattu 30.4.2013]). Tämä krillin pyyntiin erikoistunut alus, Juvel, pyytää krilliä Eteläisellä jäämerellä ja se on otettu nykyisessä tarkoituksessa käyttöön vuonna 2009. Krillin koko biomassa käsitellään jo pyyntialuksessa, jossa siitä tehdään niin sanottua granulaattia (Olympic 2012). Tätä granulaattia prosessoidaan maissa edelleen mm. uuttamalla.

Krillin pyyntiin kaudelle 2012–2013 on saanut lisenssin yhteensä 12 alusta, joista Juvelin lisäksi kaksi muuta tulee Norjasta ja loput Puolasta, Kiinasta ja Koreasta (Traceability & regulations 2012–2013). Lisenssin myöntää CCAMLR (*the Commission for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources*), jonka

pääpaikka sijaitsee Australiassa. Etelänkrillin kokonaisbiomassan on arvioitu olevan noin 600 miljoonaa tonnia. Sen pyynti tapahtuu pääasiassa Atlantin lounaisosassa, Etelä-Amerikan ja Etelämantereen välillä. Edellä mainitun alueen yhteenlaskettu CCAMLR:n asettama krillin pyyntiraja on tällä hetkellä noin 620 000 tonnia vuodessa, joka on vain noin 0,1 % etelänkrillin arvioidusta kokonaisbiomassasta.

Olympicin pääasiallinen tarkoitus krillin pyynnissä on krillistä saatavien tuotteiden tuottaminen ihmisten käyttöön (Juvel and its crew 2012–2013). Tällöin raaka-ainetta tarvitaan suhteellisen vähän verrattuna esimerkiksi siihen, että krillia pyydettäisiin vain eläinten rehuksi. Tällä hetkellä eläinten rehuiksi menevät myöhemmistä prosesseista syntyvät sivutuotteet.

1.3 Porsaan ruoansulatuskanavan kehitys ja vieroituksen vaikutukset

Sika on yksimahainen ruoansulatukseltaan, ja se pystyy hyödyntämään sekä kasvi- että eläinperäistä ravintoa eli se on myös kaikkiruokainen (Perttilä & Siljander-Rasi 2006, 14).

Porsaan syntyessä sen ruoansulatuskanava on rakenteellisesti jo hyvin kehittynyt (Perttilä & Siljander-Rasi 2006, 19). Ruoansulatuskanavan solut ja kudokset kasvavat ja erilaistuvat omiin tehtäviinsä jo porsaan ensimmäisien elinpäivien aikana. Porsas saa elimistönsä ensimmäisien elinpäivien aikana emakon ternimaidosta myös vasta-aineita eli immunoglobuliineja, jotka imeytyvät porsaan elimistöön sen ohutsuolen kautta. Nämä vasta-aineet saavat elimistön puolustusjärjestelmän toimimaan (Panula 1998, 22). Porsas alkaa tuottaa kunnolla vasta-aineita itse vasta noin kolmen viikon ikäisenä.

Vieroitus on tuotanto-olosuhteissa porsaille suuri ja usein stressaava tapahtuma, sillä se on äkillinen, ja kaikki siihen liittyvät muutokset tapahtuvat samanaikaisesti. Ehkä suurimpana muutoksena vieroituksessa on se, että porsaiden joutuessa eroon emästä niiden koko ravinto muuttuu hyvin sulavasta nestemäisestä maidosta useimmiten kiinteään rehuun, joka koostuu pääsääntöisesti kasviperäisistä raaka-aineista (Siljander-Rasi & Partanen 2006, 58). Tämän lisäksi porsaat siirretään yleensä uuteen karsinaympäristöön, jossa eri pahnueita yhdistellään ja porsaita

mahdollisesti sekoitetaan keskenään, minkä seurauksena niiden entiset kar-sinakumppanitkin saattavat vaihtua.

Porsaan tulisi vieroitettaessa painaa vähintään 7 kg, jotta se selviäisi paremmin vieroituksen yhteydessä tapahtuvista muutoksista. Siljander-Rasin ja Partasen (2006, 58) mukaan porsaas saavuttavat edellä mainitun painon yleensä vajaan 30 päivän iässä, jos ne ovat saaneet imetysaikana riittävästi ravintoa. Porsaiden vaa-timukset sekä ympäristön että ravinnon suhteen ovat sitä suuremmat, mitä nuo-rempana vieroitus tapahtuu.

Vieroituksen yhteydessä tapahtuva ravinnon muutos aiheuttaa muutoksia porsaan suolistossa. Heti vieroituksen jälkeen ohutsuolen sormimaisista ulokkeista muo-dostunut suolinukka eli villus lyhenee, jolloin ravintoaineiden imeytymiskapasiteetti köyhtyy (Edwards 2004, 435). Lisäksi ruoansulatusentsyymien toiminta muuttuu, kuten esimerkiksi maitosokeria pilkkovan entsyymien, eli laktaasin, aktiivisuus vä-henee, eivätkä kaikki rehun sulatukseen osallistuvat ruoansulatusentsyymit ole kehittyneet vielä kunnolla (Siljander-Rasi & Partanen 2006, 58). Vieroitus vaikuttaa myös suoliston mikrobien tasapainoon. Tällöin maitohappobakteerit vähenevät suolistossa ja suoliston pH alkaa nousta, mikä taas vaikuttaa mm. kolibakteerien määrän lisääntymiseen (Panula 1998, 22).

Vieroituksen jälkeiset suoliston rakenteen ja toiminnan muutokset vaikuttavat mm. siihen, että ohutsuolessa ravintoaineiden sulatus ja imeytyminen heikkenee ja re-hunkulutus on vähäistä (Siljander-Rasi & Partanen 2006, 58–59). Näiden seurauk-sena myös porsaiden kasvu on vähäistä heti vieroituksen jälkeen. Myös suoliston mikrobien epätasapaino ja kolibakteerien lisääntyminen, siirtyminen kuivaan re-huun sekä rehun heikko syönti lisäävät porsailta riskiä sairastua ripuliin (Panula 1998, 22; Siljander-Rasi & Partanen 2006, 59).

Porsaan suoliston rakenteen ja toiminnan muutokset ovat huomattavia, jos porsai-ta paastotetaan vieroituksen yhteydessä tai rehua rajoitetaan kovasti (Hämeenoja 2007, 21). Koska porsaan elimistö tarvitsee valkuaisaineita suolen kehitykseen, se joutuu ottamaan niitä tarvittavan määrän tässä tapauksessa omista kudoksistaan. Lisäksi energiasta tulee pulaa, ja suolen kehitys häiriintyy, mikä taas johtaa suolen vaurioitumiseen. Ohutsuolen imeytymispinta-ala vähenee huomattavasti, sillä vil-

luksissa tapahtuu tällöin voimakasta lyhenemistä. Suolen vaurioituessa rehu sulaa siis huonommin ja ravintoaineiden imeytyminen on heikompaa, jolloin energiapula pahenee, ja sen seurauksena suoli vaurioituu edelleen lisää. Porsaan suolisto alkaa kuntoutua tästä kierteestä viikkojen kuluessa, ja porsas alkaa taas kasvaa, mutta tässä tapauksessa jää hyödyntämättä kasvun kannalta tärkeitä päiviä.

Rehun syönnin lisääntyminen korjaa vieroituksen yhteydessä tapahtuvia haitallisia muutoksia ja suoliston mikrobiston epätasapainoa. Kiinteän rehun syönnillä on vaikutusta porsaan entsyymien toimintaan lisäämällä niiden eritystä, jonka seurauksena siis myös tärkkelystä ja valkuaisista pilkkovat ruoansulatusentsyymit alkavat toimia (Perttilä & Siljander-Rasi 2006, 19; Siljander-Rasi & Partanen 2006, 59). Entsyymien eritystehokkuus on lähes täysikasvuisen sian tasolla, yleensä jo 5 – 6 viikon ikäisellä porsaalla (Perttilä & Siljander-Rasi 2006, 19).

Nuorella sialla ohutsuolen tilavuus ei ole vielä täysikasvuisen sian luokkaa, jolloin niiden syöntiä rajoittava tekijä on juuri ohutsuolen vetoisuus, eli kuinka paljon ohutsuoleen mahtuu rehua sulatettavaksi. Tämän takia kasvavien porsaiden rehun tulee olla hyvin sulavaa myös välikasvatuskaudella (Volanto 2006, 13). Rehun täytyy olla myös maittavaa, siirryttäessä porsasrehusta välikasvatusrehuun, jotta rehun syönti ei romahtaisi. Välikasvatusrehuun siirrytään usein noin kaksi viikkoa vieroituksen jälkeen.

Porsaiden vieroitukseen kannattaa panostaa, sillä edellytyksenä onnistuneeseen välikasvatusaikaan on juuri onnistunut vieroitus (Välikasvatus [Viitattu 5.5.2013]). Lisäksi porsaiden tehokas alkukasvu vaikuttaa edullisesti myös jopa lihasikavaiheen kasvuun asti (Lohenoja 2000, 18).

1.4 Porsaan valkuaisruokinta ja valkuaisrehut

1.4.1 Valkuaisen sulatus ja imeytyminen sian elimistössä

Ruoansulatuskanavan hyvä kehitys ja sen seurauksena oikeanlainen toiminta takaavat siis sen, että myös ravintoaineiden (tässä tarkastelussa valkuaisen) sulatus ja imeytyminen toimivat niin kuin niiden pitää.

Valkuaisaineet eli proteiinit koostuvat pitkiä ketjuja muodostavista aminohapoista (Volanto 2006, 13). Sika ei pysty hyväksikäyttämään rehussa olevaa valkuaisista sellaisenaan, jolloin se täytyy pilkkoa sian elimistössä ensin osiin. Rehun valkuaisaineiden hajoaminen alkaa siällä mahalaukussa, pepsiini – entsyymien toimesta, joka aktivoituu mahalaukun alhaisessa pH:ssa (Perttilä & Siljander-Rasi 2006, 17).

Varsinainen rehun sulatuspaikka on ohutsuoli, johon mahanestettä sisältävä ruokasula siirtyy mahalaukusta (Volanto 2006, 13). Ohutsuoli on kolmiosainen, jonka osat ovat nimeltään pohjukaissuoli (duodenum), tyhjäsuoli (jejunum) ja sykkyräsuoli (ileum). Ruokasulaan sekoittuu sian ohutsuolessa haimanesteen sisältämiä ja ohutsuolen seinämän limakalvon erittämiä ruoansulatusentsyymejä, jotka hajottavat tärkkelystä ja rasvaa ja jatkavat lisäksi mahalaukussa alkaneen valkuaisen hajotusta (Perttilä & Siljander-Rasi 2006, 15). Ohutsuolessa valkuaisen hajoamistuotteina syntyy aminohappoja ja aminohapoista muodostuneita amideja eli lyhytketjuisia peptidejä, joita sika pystyy käyttämään hyväksi.

Ravintoaineet, mukaan lukien valkuaisaineiden hajoamistuotteet, imeytyvät verenkiertoon ohutsuolen seinämän läpi (Perttilä & Siljander-Rasi 2006, 15). Ohutsuolen pinnassa on suolinukka, villus, joka lisää ohutsuolen imeytymispinta-alaa ja tehostaa näin ravintoaineiden imeytymistä (Volanto 2006, 13). Ravintoaineet imeytyvät suolinukan pinnassa olevien epiteelisolujen kautta verenkiertoon, jossa ne kulkevat ensin maksaan muokattaviksi (Sirkkola & Tauriainen 2010, 66). Maksasta ravintoaineet siirtyvät edelleen verenkierron kautta elimistön erilaisiin tehtäviin. Rehun valkuaisen hajoamistuotteista 95 prosenttia imeytyy ohutsuolessa ja loput viisi prosenttia ruoansulatuskanavan seuraavassa osassa eli paksusuolella (Perttilä & Siljander-Rasi 2006, 18). Myös ruoansulatuskanavan mikrobit käyttävät tästä valkuaisesta pienen osan uudistumiseensa. Se osa sulaneesta valkuaisesta, joka ylittää sian tarpeen, poistuu virtsan mukana (Volanto 2006, 13).

1.4.2 Valkuaisen tarve ja sulavuus

Sian elimistö tarvitsee valkuaisista muun muassa lihan sekä maidon tuotantoon, entsyymien ja veren muodostamiseen, immuunijärjestelmään sekä elimistön valkuaiskudosten uusiutumiseen (Perttilä & Siljander-Rasi 2006, 22). Valkuaisen tar-

ve on yksilöllistä ja siihen vaikuttaa perimän ja tuotosvaiheen lisäksi mm. eläimen ikä sekä sukupuoli.

Sikojen valkuaisen tarve ilmaistaan ohutsuolisulavina aminohappoina (Taulukko 1), sillä vain juuri ohutsuolessa imeytyvät aminohapot ovat niiden valkuaisaineen-vaihdunnassa käyttökelpoisia (Perttilä & Siljander-Rasi 2006, 22). Rehutaulukoissa valkuaisen tarve ilmoitetaan lisäksi myös sulavien tyypellisten yhdisteiden kokonaismäärään perustuvana sulavana raakavalkuaisena (Taulukko 1).

Taulukko 1. Porsaiden valkuais- ja aminohapposuositukset (Lihasikojen valkuaisen ja aminohappojen ruokintasuositukset [Viitattu 2.5.2013]).

	Srv, g/MJ NE	Ohutsuolisulavat aminohapot, g/MJ NE		
		Lysiini	Met+kys	Treoniini
Porsaat, alle 20 kg	17,2	1,02	0,60	0,61

Valkuaisen sulavuus vaihtelee rehusta riippuen (Perttilä & Siljander-Rasi 2006, 18). Maitopohjaisilla rehuilla on usein kaikkein paras raakavalkuaisen sulavuus. Tästä esimerkkinä maitojauhe, jonka raakavalkuaisen sulavuus on jopa yli 90 % (Rehutaulukot [Viitattu 11.5.2013]). Muista eläinperäisistä valkuaisrehuista, esimerkiksi kalajauholla raakavalkuaisen sulavuus on myös hyvä, noin 90 %. Kasvipärisillä valkuaisrehuilla raakavalkuainen on vähemmän sulavaa, ja niillä sulavuusprosentti vaihtelee yleisesti 65–85 välillä (Edwards 2004, 436; Perttilä & Siljander-Rasi 2006, 18). Mitä enemmän raaka-aineessa on kuitua, sitä huonompi on yleensä myös sen sisältämän valkuaisen sulavuus (Volanto 2006, 12.) Soijatuotteilla raakavalkuaisen sulavuus on, kasvipärisistä valkuaisrehuista paras, eli noin 88 %, joka on lähes kalajauhon tasolla (Rehutaulukot [Viitattu 11.5.2013]). Koska kasvipäriset valkuainen ovat useimmiten heikommin sulavaa, se voi aiheuttaa esimerkiksi porsaiden tapauksessa pahimmillaan jopa ripulia (Edwards 2004, 436).

Lämpökäsittelyllä voi parantaa valkuaisen sulavuutta, mutta tulos voi olla myös päinvastainen eli sulavuus voi heikentyä, jos käsittelyssä käytetään liian korkeaa lämpötilaa (Volanto 2006, 13).

1.4.3 Aminohapot

Valkuaisen rakennusaineet eli aminohapot jaetaan välttämättömiin ja ei-välttämättömiin aminohappoihin (Taulukko 2). Sialle välttämättömiä aminohappoja on 10 kappaletta, joita se ei pysty valmistamaan itse ja sen tulee tällöin saada niitä rehusta (Perttilä & Siljander-Rasi 2006, 22). Välttämättömistä aminohapoista tärkeimmät ovat usein lysiini, treoniini, metioniini, kystiini ja tryptofaani. Lysiini on tärkeä aminohappo, etenkin nuorille sioille, sillä ne tarvitsevat sitä kasvuun (Valkuaisruokinta 2011–2012). Myös tryptofaania täytyy olla, erityisesti porsaiden rehuissa, riittävästi ja oikeassa suhteessa muihin välttämättömiin aminohappoihin, jotta porsaiden kasvutulos ei kärsi (Lohenoja 2000, 18). Lisäksi välttämättömistä aminohapoista arginiini on välttämätön vain kasvaville sioille ja histidiini puolestaan vain tiineille emakoille (Perttilä & Siljander-Rasi 2006, 22).

Taulukko 2. Aminohappojen jako sioille välttämättömiin ja ei-välttämättömiin (Perttilä & Siljander-Rasi 2006, 22).

Välttämättömät	Ei-välttämättömät
Arginiini	Alaniini
Fenyylialaniini	Asparagiini
Histidiini	Aspartiinihappo
Isoleusiini	Glutamiini
Leusiini	Glutamiinihappo
Lysiini	Glysiini
Metioniini	Kystiini
Treoniini	Proliini
Tryptofaani	Seriini
Valiini	Tyrosiini

Rajoittavasta aminohaposta puhuttaessa tarkoitetaan aminohappoa, jonka saannin riittävyys alkaa rajoittaa tuotantoa (Perttilä & Siljander-Rasi 2006, 23). Lysiini on usein, esimerkiksi viljapohjaisissa sikojen rehuissa 1. rajoittava aminohappo.

Välttämättömien aminohappojen lisäksi sian tulee saada myös ei-välttämättömiä aminohappoja riittävästi (Perttilä & Siljander-Rasi 2006, 22). Kun määrät ja suhteet välttämättömien aminohappojen kesken ovat eläimen tarpeen mukaiset ja lisäksi ei-välttämättömiä aminohappoja on riittävästi, puhutaan ihannevalkuaisesta. Useimmiten aminohappojen tarve ilmaistaan suhteessa lysiiniin (Perttilä & Siljan-

der-Rasi 2006, 22). Tällöin sulavaa treoniinia tarvitaan sulavan lysyiinin määrästä noin 60–65 % ja sulavaa metioniinia ja kystiiniä tarvitaan yhteensä noin 60 %.

Eläinperäisissä valkuaisrehuissa välttämättömien aminohappojen osuudet ovat yleisesti suurempia sekä aminohappokoostumus parempi verrattuna useimpiin kasviperäisiin valkuaisrehuihin (Close & Cole 2003, 214, 216).

1.4.4 Valkuaisrehuja

Sioille käytettyjä valkuaisrehuja voidaan siis jaotella karkeasti mm. maitopohjaisiin rehuihin, muihin eläinperäisiin valkuaisrehuihin sekä kasviperäisiin valkuaisrehuihin. Maitopohjaisia valkuaisrehuja ovat mm. rehumaitojauhe sekä heraproteiini (Siljander-Rasi, Perttilä & Partanen 2006, 32). Eläinperäisiä valkuaisrehuja ovat kalajauhon lisäksi mm. teurastamoiden sivutuotteena syntyvä lihaluujauho. Tosin lihaluujauhoa ei sikojen ruokinnassa nykyisin enää käytetä johtuen siitä, että BSE-taudin leviämisen ehkäisemiseksi maaeläimistä saatavien sivutuotteiden käyttö sikojen ja siipikarjan rehuna kiellettiin EU:n alueella vuonna 2001. Kasviperäisiä sikojen valkuaisrehuja, joita nimenomaan Suomessakin käytetään, ovat mm. erilaiset soijatuotteet, kuten soijarouhe, soijapuriste sekä soijaproteiini, erilaiset rypsi-tuotteet, kuten rypsirouhe sekä rypsipuriste ja lisäksi palkoviljoista mm. herne, härkäpapu sekä sinilupiini.

Tämän työn kannalta kalajauhon ominaisuuksien tarkastelu sikojen valkuaisrehuna on edellä mainituista rehuvaihtoehdoista oleellisinta, sillä kalajauho on ominaisuuksiensa puolesta verrattavissa krillijauhoon.

Kalajauhoa saadaan mm. keitetystä ja sen jälkeen kuivatusta kalamassasta, josta on tarvittaessa keittämisen jälkeen erotettu öljy muuhun tarkoitukseen (Siljander-Rasi ym. 2006, 32). Rehutaulukossa sikojen rehuna on mm. keskirasvaista, rasvaista sekä uutettua kalajauhoa. Uutetussa kalajauhossa sulavaa raakavalkuaista on jopa 773 g/kg ka, kun taas hyvin proteiinipitoisessa soijarouhe hipro:ssa sulavaa raakavalkuaista on vain 473 g/kg ka (Rehutaulukot [Viitattu 11.5.2012]). Lisäksi kalajauhossa on välttämättömiä aminohappoja kiloa kohti yli puolet enem-

män kuin esimerkiksi soijarouheessa, ja aminohappokoostumus, varsinkin metioniin osalta, on kalajauholla parempi.

Kalajauhon sulavuuden, hyvän aminohappokoostumuksen sekä maittavuuden ansiosta se sopii hyvin porsaiden rehun osaksi (Alaviuhkola 1996, 16). Se ei sisällä myöskään sulamattomia kuituaineita, eikä siinä ole kasvipiperäisten valkuaisrehujen muitakaan haittoja. Porsasseoksissa kalajauhoa voi olla jopa 10–12 prosenttia, ja emakoille suositeltava määrä on noin viisi prosenttia. Vastaavasti lihasioille kalajauhoa ei suositella lainkaan lihaan tulevan kalanmaun riskin takia. Lihassa saattaa nimittäin pakastevarastoinnin jälkeen ilmetä kalanmakua, jos sian silavassa on yli 0,03 % kalanrasvan pitkäketjuisia rasvahappoja (Siljander-Rasi ym. 2006, 13).

2 AINEISTO JA MENETELMÄT

Tutkimukseen osallistui kaksi porsastuotantotilaa, jotka sijaitsevat Etelä-Pohjanmaalla, toinen Kauhajoella ja toinen Ilmajoella. Käytännön ruokintakoe suoritettiin vain Kauhajoella sijaitsevassa sikalassa, sillä siellä oli mahdollista testata kahden eri rehureseptin vaikutuksia yhtä aikaa ja vertailla niitä keskenään. Ilmajoella sijaitsevalta sikatilalta kyseltiin lähinnä vain kokemuksia tutkittavan rehun käyttöön liittyen.

Tutkimuksen kohteeksi valittiin välikasvatuksessa olevat porsaas, jotka jaettiin ruokinnan perusteella kahteen ryhmään eli varsinaiseen koeryhmään ja verrokkiryhmään. Tutkimukseen saatiin aineistoa punnitsemalla porsaita ja keräämällä rehunkulutustietoja. Lisäksi porsaiden yleiskuntoa seurattiin silmämääräisesti.

2.1.1 Sikalan perustiedot

Sikalassa, jossa varsinainen koe suoritettiin, on noin 160 emakkoa ja porsaita myydään välitykseen muille tiloille vuodessa noin 3 500. Lisäksi välityskelvottomat porsaas kasvatetaan tilalla itse teuraspainoon. Sikalassa on yhteensä kolme toisiinsa nähden identtistä välikasvatusosastoa, joihin porsaas siirretään vieroituksen jälkeen. Välikasvatusosastossa on yhteensä kuusi ruokintaventtiiliä ja 12 karsinaa, eli yksi venttiili on aina kahden karsinan yhteinen. Osaston keskellä menee käytävä niin, että käytävän kummallakin puolella on kolme venttiiliä ja kuusi karsinaa. Yhteen välikasvatusosastoon mahtuu porsaita noin 250 kappaletta. Sikalan porsaimiset on synkronoitu tapahtuvaksi noin kolmen viikon välein. Porsaas vieroitetaan tilalla noin 26 päivän ikäisinä.

2.1.2 Ruokintalaite

Sikalassa on Schauerin Spotmix-ruokintalaite, joka toimii kokonaisuudessaan automaattisesti ja tietokoneohjattuna. Lisäksi kaikki hallintatiedot tallentuvat tietokoneelle niiden myöhempiä tarkkailua varten. Spotmix-ruokintalaite mahdollistaa rehun jakamisen sekä kuivana että märkänä. Tällä tilalla rehu jaetaan välikasva-

tusosastoille märkänä. Ruokintalaite mittaa ja valmistaa tarkasti rehuannoksen kullekin ruokintaventtiilille erikseen. Tämä mahdollisti myös sen, että tutkimuksessa varsinaista koeryhmää ja verrokkiryhmää pystyttiin ruokkimaan samanaikaisesti eri rehuseoksilla. Rehuannoksen sekoittaja koostuu kahdesta ns. kammiosta, joista toinen valmistaa seuraavaa rehuannosta samalla kun toinen jakaa edellistä annosta venttiilille. Rehu tulee sekoittajasta venttiilille edelleen kuivana ilmanpaineen avulla ja vesi lisätään rehuun paineella vasta venttiilissä, jolloin ruokintakaukaloon tulee siis märkää rehua. Ilma ja lopussa pieni vesimäärä puhdistavat putkistot, jolloin niihin ei jää rehujäämiä.

Rehukaukaloissa on lisäksi anturit, joiden avulla ruokintalaite tarkastaa eri venttiilien kaukaloiden rehuilanteen, eli käytännössä rehun korkeuden kaukalossa, ja jakaa sen perusteella rehua. Vesinipat ovat välikasvatusosaston karsinoissa kahdessa tasossa.

2.2 Ruokintaryhmät ja käytetyt rehut

2.2.1 Ruokintaryhmät

Tutkimukseen tarvittiin kaksi samanlaista porsasryhmää, varsinainen koeryhmä eli tässä tapauksessa krilliryhmä sekä verrokkiryhmä, johon tuloksia verrattiin. Kokeen aikana kummatkin ryhmät olivat samassa välikasvatusosastossa, jolloin niillä oli myös samanlaiset olot ympäristön suhteen. Ruokintaryhmät sijoituivat välikasvatusosastoon siten, että osaston toinen puoli eli 6 karsinaa kuului verrokkiryhmään ja toinen puoli eli 6 karsinaa taas kuului krilliryhmään (Kuva 1). Välikasvatusosastossa oli porsaita vieroituksen jälkeen yhteensä 247 kappaletta, josta verrokkiryhmään kuului 125 ja krilliryhmään 122.



Kuva 1. Välikasvatusosasto, jossa käytävän vasemmalla puolella verrokkiryhmän karsinat ja oikealla puolella krilliryhmän karsinat.

2.2.2 Rehut ja rehureseptit

Ruokintakokeeseen osallistuneet porsaatt saivat PreGrow plus -porsastäysrehua jo ennen vieroitusta ja kaksi viikkoa vieroituksen jälkeen. Aluksi porsaille annettiin porsituskarsinassa kuivaa rehua ja viikko ennen vieroitusta se vaihdettiin märkään. Vieroituksen jälkeen kaikki välikasvatusosaston porsaatt saivat samaa PreGrow plus – rehua, jota jaettiin kolme kertaa päivässä, yhteensä siis kahden viikon ajan.

Kolmantena viikkona vieroituksesta porsaatt alkoivat saada eri ruokintaryhmien rehua eli verrokkiryhmän porsaatt verrokkirehua ja krilliryhmän porsaatt krillirehua. Lisäksi tästä lähtien porsaatt saivat rehua myös useammin, jolloin ruokintalaite tarkasti, yhteensä seitsemän kertaa päivän aikana (kaukalossa olevien anturien avulla), olivatko kaukalot tyhjät, ja jos olivat, rehuerä lähti tulemaan.

Kummankin ruokintaryhmän rehut koostuivat pääosin samoista rehuraaka-aineista, valkuaisrehuja (krillijauho, soijarouhe, härkäpapu) lukuun ottamatta (Taulukko 3). Viljoina käytettiin tilan omaa ohraa, vehnää sekä kuorittua kauraa. Lisäksi rehut sisälsivät vaihtelevin osuuksin mm. vitamiineja, kivennäisiä ja aminohappoja sisältäviä rehuraaka-aineita.

Taulukko 3. Verrokkiryhmän ja Krilliryhmän reseptien raaka-aineet ja niiden osuudet resepteissä.

	Verrokkiryhmä		Krilliryhmä	
	Resepti 1	Resepti 2	Resepti 1	Resepti 2
Raaka-aineet	%	%	%	%
Ohra	13,22	37,53	19,30	30,80
Vehnä	42,48	22,77	40,20	30,20
Kaura, kuorittu	15,00	15,28	17,00	16,00
Leikekuituseos	4,29	1,01	2,00	
Krillijauho			7,00	5,00
Soijarouhe Hipro + Öljy 1 %	10,08	10,84		3,00
Härkäpapu	3,00	2,99		3,00
A-Porsasmix		6,79	5,50	5,00
Concert. 7,5	7,07		2,50	
Lactation Power	1,55			1,50
A-Matan XL	3,00	2,56	4,50	3,00
A-Rehun Substimel kuivarasva			2,00	2,50
Ruokasuola	0,30	0,23		

Porsaat saivat aluksi kolmannelta viikosta eteenpäin rehua reseptillä 1 ja kahdella viimeisellä viikolla reseptillä 2, joka oli ns. loppukasvatusrehua. Viljojen osalta resepteissä 1 käytettiin suurimmaksi osaksi vehnää, noin 40 %. Ohran osuus verrokkiryhmän reseptissä 1 oli noin 13 % ja kuoritun kauran osuus 15 %. Krilliryhmän reseptissä 1 ohraa oli noin 19 % ja kuorittua kauraa 17 %. Resepteihin 2 siirryttäessä, kummassakin ryhmässä vehnän osuus laski ja vastaavasti ohran osuus lisääntyi.

Verrokkiryhmässä valkuaisrehuina käytettiin siis hyvin valkuaispitoista soijarouhe Hiproa sekä härkäpapua. Soijarouheen osuus verrokkiryhmän kummassakin reseptissä oli noin 10 % ja härkäpavun noin 3 %. Krilliryhmän reseptissä 1 soijarouhe ja härkäpapu korvattiin krillijauholla, jonka osuus reseptistä oli 7 %. Krilliryhmän reseptissä 2 krillijauhon lisäksi käytettiin sekä soijarouhetta että härkäpa-

pua. Krillijauhon osuus oli tällöin 5 %, soijarouhe Hipron vain 3 % ja härkävavun samoin 3 %.

Taulukko 4. Verrokkiryhmän ja Krilliryhmän reseptien ravintoainesisällöt.

Ravintoaineet	Yksikkö	Verrokkiryhmä		Krilliryhmä	
		Resepti 1	Resepti 2	Resepti 1	Resepti 2
Energia	NE MJ/kg KA	11,26	11,07	11,66	11,51
Kuiva-aine	%	87,02	87,12	87,60	87,58
SRV	g/MJ NE	16,37	16,80	17,51	17,28
sulava Lysiini	g/MJ NE	1,50	1,56	1,71	1,67
sulava Met+Kys	g/MJ NE	0,77	0,82	0,91	0,90
sulava Treoniini	g/MJ NE	0,74	0,84	0,98	0,91
sulava Fosfori	g/kg KA	3,26	2,79	3,40	3,41
Kalsium	g/kg KA	8,71	9,14	9,63	9,99

Krilliryhmän rehut sisälsivät, kummankin reseptin osalta, sulavaa raakavalkuaista sekä sulavia aminohappoja, energiayksikköä kohti hieman enemmän, kuin verrokkiryhmän rehut (Taulukko 4). Krilliryhmän rehuissa oli myös hieman enemmän energiaa verrokkiryhmän rehuihin verrattuna.

Taulukko 5. Krillijauhon sekä soijarouheen energia- ja valkuaisarvot.

Energia- ja valkuaisarvot	Yksikkö	Krillijauho	Soijarouhe Hipro + öljy 1 %
Energia	NE MJ/kg KA	9,45	9,88
SRV	g/kg KA	783	467
sulava lysiini	g/kg	51,34	24,95
sulava met + kys	g/kg	24,31	10,26
sulava treoniini	g/kg	38,55	14,80

Taulukossa 5 on esitelty krillijauhon ja soijarouheen energia- ja valkuaisarvoja. Krillijauhon energia-arvo laskettiin Schiemann ym. (1972) laskukaavan mukaan. Soijarouheessa on hieman enemmän energiaa kilossa kuiva-ainetta kuin krillijauhossa, mikä johtuu osaksi soijarouheeseen lisätystä öljystä. Krillijauhossa on vastaavasti runsaammin sulavaa raakavalkuaista (noin 30 prosenttiyksikköä enemmän) verrattuna soijarouheeseen, vaikka on kyse hyvin valkuaispitoisesta soijarouhe hiprosta. Lisäksi välttämättömistä aminohapoista mm. sulavaa lysiiniä, metioniinia + kystiiniä sekä treoniinia on krillijauhossa enemmän. Myös metioniinin +

kystiinin ja treoniinin suhteet lysiiniin nähden ovat krillijauhossa sioille edullisemmat kuin soijarouheessa.

2.3 Tietojen keruu

2.3.1 Punnitukset

Punnituksissa käytettiin italialaista Dinamica generale-lattiavaakaa, jota käytetään tilalla ainoastaan eläinten punnitsemiseen. Vaakaan kuuluu kaksi ruostumatonta terästä olevaa 120 cm:n pituista laattaa, jotka voi sijoittaa toisista riippumatta halumalleen etäisyydelle. Vaa'an maksimi punnituspaino on 2 000 + 2 000 kg ja punnitustarkkuus on 1 kg. Lisäksi siinä on taarusmahdollisuus. Vaa'an näyttö on mallia Stad 04, jossa näyttönumeron koko on 4 cm (Kuva 2).



Kuva 2. Vaa'an näyttö, dinamica generale Stad 04.

Tilalla vaaka on sijoitettu osaksi käytävää, jolloin sen kautta kuljetaan kun punnituksia ei tehdä (Kuva 3). Vaa'an laatat ovat siis käytävän alla ja niiden päällä oleva palkki on käytävän tasalla. Vaa'an kummassakin päässä on portit, jotka suljetaan silloin, kun eläimiä punnitaan (Kuva 4).



Kuva 3. Porsaiden punnituksissa käytetty vaaka, osana käytävää.



Kuva 4. Porsaita vaa'alla punnituksessa.

Ruokintakokeen punnitukset aloitettiin punnitsemalla porsaiden vieroituspaino vieroitettaessa. Tämän jälkeen porsaas punnittiin viikon välein, aina samana päivänä, seuraavan seitsemän viikon ajan. Punnitukset tapahtuivat karsina kerrallaan. Porsaas ajettiin välikasvatusosastosta suurempaa käytävää pitkin käytävän päässä olevalle vaa'alle, jossa punnitus tapahtui. Kun kaikki porsaas olivat vaa'alla, sen portti suljettiin ja punnitustulos kirjattiin näytöltä paperille. Punnituksen jälkeen porsaas ajettiin samaa reittiä takaisin välikasvatusosastoon omaan karsinaan ja vaa'an näyttö taarattiin, jotta seuraavassa punnituksessa ei tulisi virheellistä tulosta. Punnituksia jatkettiin samalla tavalla, kunnes kaikki välikasvatusosaston 12 karsinallista oli punnittu. Porsaiden punnitukset aloitettiin lokakuun lopussa 2012 ja saatiin päätökseen joulukuussa 2012.

2.3.2 Rehunkulutukset

Punnitusten yhteydessä, eli viikon välein, kerättiin myös rehunkulutustietoja sikalan tietokoneelta. Tietoja saatiin koneelta venttiilikohteisesti, ja ne kertyivät sinne kumulatiivisesti.

2.4 Aineiston käsittely

Kerätty aineisto tallennettiin ensin Microsoft Excel – ohjelmaan, jossa painojen ja rehunkulutusten lisäksi laskettiin porsaiden päiväkasvuja ja rehunmuuntosuhteita.

Mikrosoft Excelistä aineisto siirrettiin IBM SPSS Statistics – ohjelmaan, jossa sen käsittelyyn käytettiin kovarianssianalyysiä. Sillä testataan varianssianalyysin tavoin keskiarvojen välisiä eroja ja tarkastellaan onko nämä erot tilastollisesti merkitseviä (Metsämuuronen 2008, 182). Varianssianalyysissä selvitetään, onko erot jonkin selittävän muuttujan aiheuttamaa (Heikkilä 2008, 224). Kovarianssianalyysissä käytetään varsinaisen selittävän muuttujan lisäksi ns. kovariaattia, jonka tuomalla lisäinformaatiolla pyritään pienentämään aineistossa tapahtuvaa satunnaista vaihtelua eli kohinaa. Kovariaattina käytetään kokeissa usein jonkinlaista alkumittausta (Metsämuuronen 2008; 108,184). Tässä työssä kovariaattina käytettiin vieroituspainoa, joka oli niin ikään tämän ruokintakokeen alkumittaus.

3 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELUA

3.1 Tulosten eläinmäärä

Välikasvatusosastosta jätettiin kaksi verrokkiryhmän karsinaa, eli yhteensä 41 porsasta, aineiston käsittelyn ulkopuolelle, jotta ne eivät vääristäisi lopullisia tuloksia. Näissä, käsittelyn ulkopuolelle jätetyissä karsinoissa, vieroituspaino oli muihin karsinoin hin verrattuna merkittävästi suurempi ja painojen ero verrattuna muihin karsinoin hin korostui välikasvatuskauden loppua kohti.

Tuloksissa on siis mukana aluksi yhteensä 206 porsasta, joista verrokkiryhmässä 84 ja krilliryhmässä 122. Ruokintakokeen loppupuolella tältä osastolta lähti välitykseen yhteensä 13 suurinta porsasta, joista kahdeksan oli verrokkiryhmästä ja viisi krilliryhmästä. Kokeen kahdella viimeisellä viikolla oli siis mukana 76 verrokkiryhmän porsasta ja 117 krilliryhmän porsasta.

3.2 Paino

Taulukko 6. Porsaiden painot (kg) eri ruokintaryhmissä ruokintakokeen eri viikkoina.

	Ruokinta 1	SEM	Ruokinta 2	SEM	P (ruokinta)	P (vieroituspaino)
Vieroituspaino (kg)	7,61 (±0,633)		8,15 (±1,513)			
Paino, 1 viikko vieroituksesta	8,10	0,178	8,67	0,144	0,977	< 0,001
Paino, 2 viikkoa vieroituksesta	9,86	0,355	10,28	0,289	0,491	< 0,001
Paino, 3 viikkoa vieroituksesta	12,07	0,442	12,60	0,359	0,741	0,001
Paino, 4 viikkoa vieroituksesta	13,86	0,536	14,67	0,435	0,929	0,001
Paino, 5 viikkoa vieroituksesta	17,40	0,759	18,07	0,616	0,807	0,005
Paino, 6 viikkoa vieroituksesta	20,22	0,711	20,81	0,577	0,879	0,010
Paino, 7 viikkoa vieroituksesta	24,50	0,769	24,73	0,624	0,465	0,003
Kasvu välillä 3 – 7 viikkoa vieroituksesta	14,64	0,287	14,45	0,232	0,504	0,372

* Ruokinta 1 = verrokkiryhmä

* Ruokinta 2 = krilliryhmä

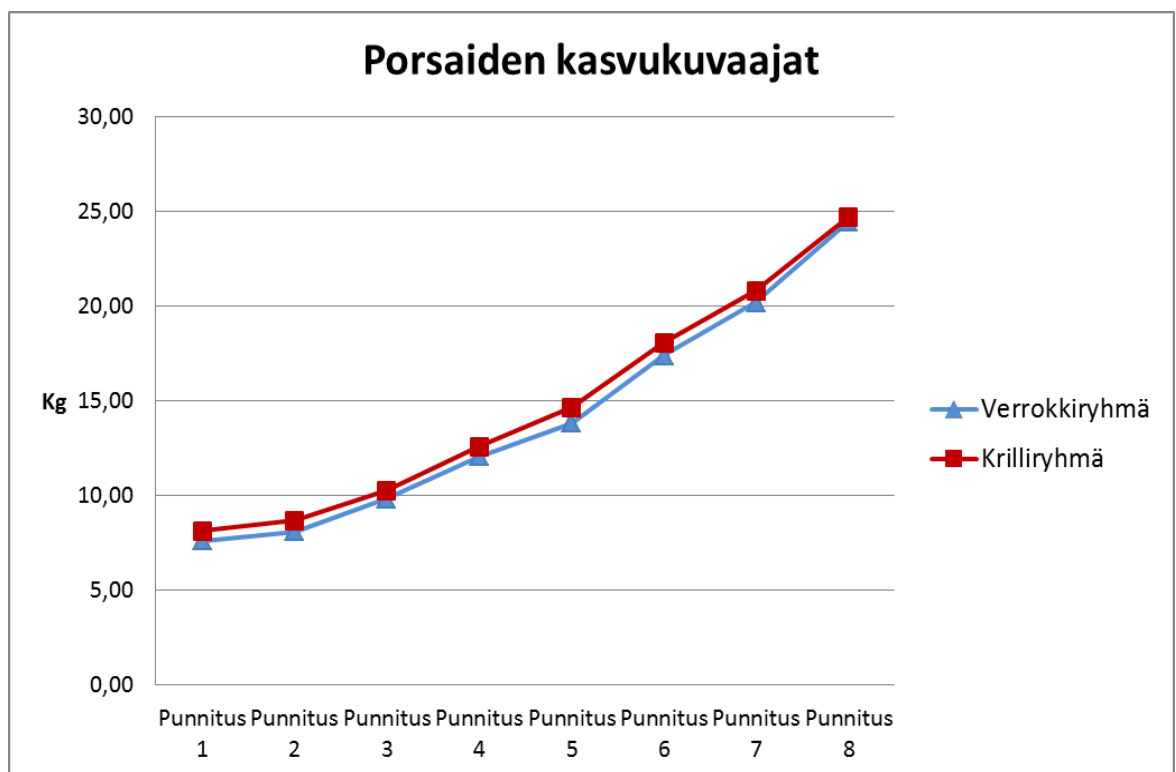
Taulukossa 6 on esitetty verrokkiryhmästä ja krilliryhmästä saatujen painojen keskiarvoja yhtä porsasta kohti. Painot on lueteltu ruokintakokeen joka punnitukselta, alkaen vieroituspainosta. Lisäksi taulukossa 6 on mainittu porsaiden kasvun keskiarvo väliltä 3 – 7 viikkoa vieroituksesta, jolloin ruokintaryhmät saivat eri rehuja.

Porsaiden vieroituspainoksi suositellaan siis vähintään 7 kg painoa, jolloin porsaas kestäisivät vieroituksen aikaisia muutoksia paremmin. (Siljander-Rasi & Partanen 2006, 58). Kokeeseen osallistuneiden porsaiden osalta tämä suositus täyttyi ja vieroituksen jälkeen, jo ensimmäisestä viikosta lähtien, tapahtui porsaiden painoissa kasvua.

Krilliryhmässä porsaiden vieroituspaino oli kuitenkin keskimäärin suurempi kuin verrokkiryhmässä (reilu 500 g). Krilliryhmän porsaista saatiin myös koko ruokintakokeen aikana punnituksissa keskimäärin suurempia painoja verrattuna verrokkiryhmään.

Vieroituspainon eli kovariaatin suhteen erot ovat lähes jokaisessa punnituksessa (yhtä lukuun ottamatta) tilastollisesti merkitseviä ($p < 0,05$), joka tarkoittaa siis sitä, että vieroituspainoilla on saattanut ollut vaikutusta tulosten eroihin. Selittävän muuttujan eli ruokinnan suhteen erot eivät taas ole tilastollisesti merkitseviä ($p > 0,05$).

Porsaiden painoissa on ollut myös koko ruokintakokeen aikana paljon hajontaa, kuten taulukon 6 SEM -arvoista nähdään. SEM – arvot ovat myös suurempia punnitusten edetessä, mikä tarkoittaa sitä, että hajonta painojen suhteen on lisääntynyt, eli yleisesti paremmin kasvuun lähteneet porsaasivat ovat kasvaneet myöhemminkin paremmin, kuin heikommin kasvuun lähteneet.



Kuvio 1. Eri ruokintaryhmien porsaiden kasvukuvaajat.

Porsaasivat ovat kuitenkin kasvaneet suhteellisen samaa tahtia kummassakin ruokintaryhmässä koko kokeen ajan (Kuvio 1). Myös porsaiden kasvun keskiarvo oli eri rehuja syötettäessä suhteellisen sama (Taulukko 6). Tässä tapauksessa pieni ero kasvuissa ei ole kummankaan muuttujan (ruokinnan sekä vieroituspainon) suhteen tilastollisesti merkitsevä ($p > 0,05$).

3.3 Päiväkasvu

Taulukko 7. Porsaiden päiväkasvut (kg) eri ruokintaryhmissä ruokintakokeen eri viikkoina.

	Ruokinta 1	SEM	Ruokinta 2	SEM	P (ruokinta)	P (vieroituspaino)
Päiväkasvu, 3. viikolla vieroituksesta	0,316	0,029	0,332	0,024	0,620	0,673
Päiväkasvu, 4. viikolla vieroituksesta	0,255	0,022	0,295	0,018	0,515	0,016
Päiväkasvu, 5. viikolla vieroituksesta	0,507	0,041	0,487	0,033	0,632	0,598
Päiväkasvu, 6. viikolla vieroituksesta	0,402	0,050	0,392	0,040	0,824	0,129
Päiväkasvu, 7. viikolla vieroituksesta	0,611	0,030	0,560	0,025	0,058	0,004
Päiväkasvu välillä 3-7 viikkoa vieroituksesta	0,419	0,020	0,413	0,017	0,654	0,282

* Ruokinta 1 = verrokkiryhmä

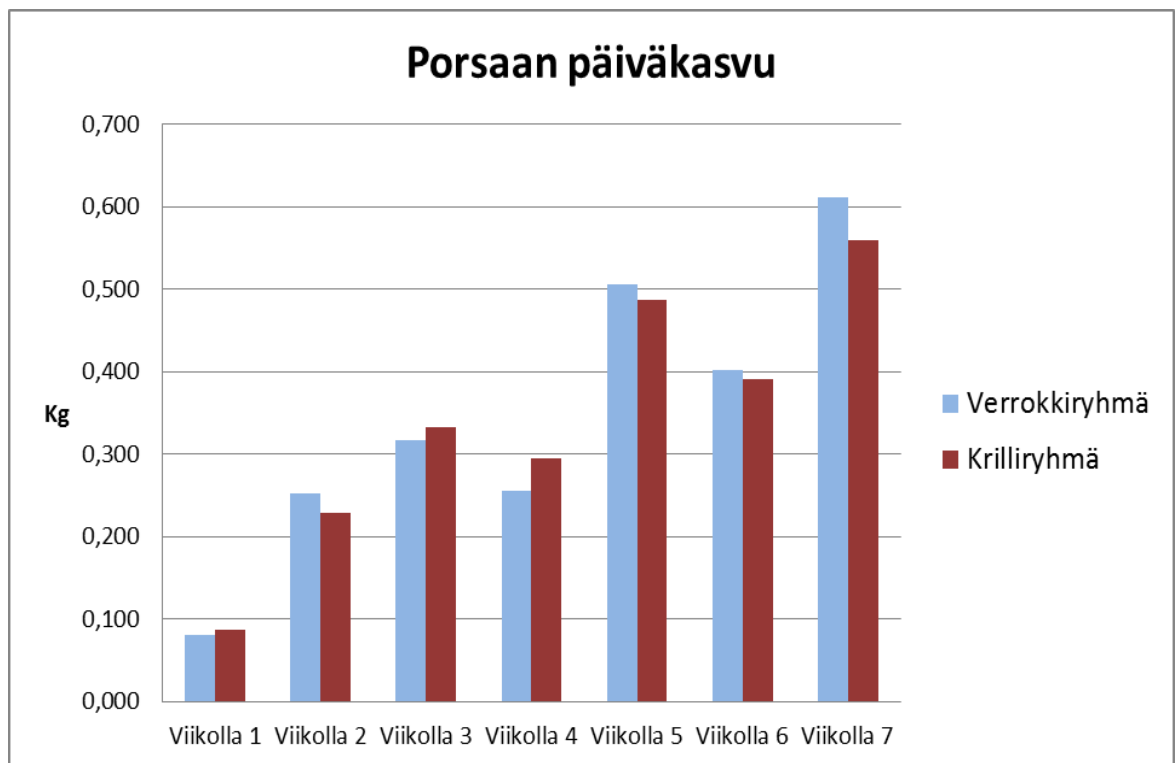
* Ruokinta 2 = krilliryhmä

Taulukossa 7 on esitetty porsaskohtaisia päiväkasvujen keskiarvoja eri ruokintaryhmissä. Päiväkasvut on ilmoitettu eri viikkoina vieroituksesta. Lisäksi samassa taulukossa on esitetty porsaiden päiväkasvujen keskiarvot koko ruokintakokeen ajalta, eli väliltä 3 – 7 viikkoa vieroituksesta, edelleen ruokintaryhmät erotellen.

Tulokset osoittavat, että päiväkasvut olivat ruokintakokeen aikana keskimäärin samaa luokkaa kummassakin ruokintaryhmässä. Vain neljännellä ja seitsemännellä viikolla vieroituksesta, erot ryhmien välillä olivat hieman suuremmat, noin 40 – 50 g, kun muuten erot ryhmien välillä olivat noin 10 – 20 g. Vaikka kokeen eri viikoilla ryhmien välisissä päiväkasvuissa oli pieniä eroja, silti koko ruokintakokeen aikainen porsaiden keskimääräinen päiväkasvu oli kummassakin ryhmässä lähes sama, vain muutaman gramman erolla.

Vieroituspainon vaikutus ei ole tilastollisesti merkitsevä ($p > 0,05$) muina viikkoina, paitsi neljännellä ja seitsemännellä viikolla vieroituksesta, joissa erot eri ryhmien välillä olivat siis suurimmat. Vieroituspainolla on siis voinut olla vaikutusta siihen, että neljännellä viikolla vieroituksesta krilliryhmässä oli keskimäärin suurempia päiväkasvuja.

Näissäkään tuloksissa ruokintojen väliset erot eivät ole tilastollisesti merkitseviä ($p > 0,05$). Ainoastaan ruokintakokeen viimeisellä viikolla (seitsemännellä viikolla vieroituksesta) ruokinnan p-arvo lähentelee merkitsevyystasoa, jolloin on vain 5,8 prosentin todennäköisyys sille, että erot johtuvat sattumasta.



Kuvio 2. Porsaiden päiväkasvujen keskiarvot eri ruokintaryhmissä.

Kuviosta 2 nähdään porsaiden päiväkasvujen kehitykset ja vaihtelut koko välikasvatuskaudelta, alkaen ensimmäisestä viikosta vieroituksen jälkeen eli myös ajalta ennen ruokintakokeen aloittamista. Ensimmäisellä viikolla päiväkasvut ovat olleet alhaisia kummassakin ryhmässä, niin kuin vieroituksen jälkeen yleensä. Tässä on kuitenkin positiivista se, että päiväkasvut ovat plussan puolella, sillä vieroituksen jälkeen on usein mahdollista, että paino jopa laskee johtuen hetkellisestä huonommasta syönnistä sekä vähäisestä veden kulutuksesta (Siljander-Rasi ym. 2004).

Päiväkasvut nousivat kummankin ryhmän osalta suhteellisen tasaisesti välikasvatuskauden edetessä, viikkoa neljä ja kuusi lukuun ottamatta. Jopa vieroituksen

jälkeisellä kolmannella viikolla päiväkasvut nousivat edelliseen viikkoon verrattuna, vaikka rehujen vaihto porsasrehusta välikasvatusrehuksi tapahtui tuolloin viikon kaksi ja kolme vaihteessa. Rehujen vaihdon vaikutus saattaa siis heijastua vasta vieroituksen jälkeiselle neljännelle viikolle, sillä silloin kummassakin ryhmässä tapahtui päiväkasvujen osalta taantumaa edelliseen viikkoon verrattuna. Tuolloin eniten taantumaa tapahtui kahdessa verrokkiryhmän karsinassa, jotka alensivat koko ryhmän päiväkasvun keskiarvoa entisestään. Näiden karsinoiden porsaille annettiin seuraavalla viikolla, eli viidennellä viikolla vieroituksesta lisärehuna Raison Rentopossu 1_2-porsasrehua, jolla oli varmasti vaikutusta sen viikon reilusti parempaan päiväkasvun keskiarvoon verrokkiryhmässä.

Päiväkasvujen osalta taantumaa tapahtui siis myös kuudennella viikolla vieroituksesta, mikä johtui todennäköisesti tuolla viikolla tapahtuvasta välikasvatusrehureseptien vaihdosta.

3.4 Rehunkulutus

Taulukko 8. Porsaiden rehunkulutukset (kg ka) eri ruokintaryhmissä ruokintakokeen eri viikkoina.

	Ruokinta 1	SEM	Ruokinta 2	SEM	P (ruokinta)	P (vieroituspaino)
Rehunkulutus / pv, 3. viikolla vieroituksesta	0,51	0,074	0,43	0,060	0,539	0,807
Rehunkulutus / pv, 4. viikolla vieroituksesta	0,50	0,030	0,49	0,024	0,525	0,170
Rehunkulutus / pv, 5. viikolla vieroituksesta	0,65	0,035	0,67	0,028	0,996	0,208
Rehunkulutus / pv, 6. viikolla vieroituksesta	0,69	0,034	0,80	0,027	0,222	0,111
Rehunkulutus / pv, 7. viikolla vieroituksesta	0,88	0,031	0,90	0,026	0,940	0,127
Rehunkulutus välillä 3-7 viikkoa vieroituksesta	22,60	0,700	23,08	0,567	0,852	0,108

* Ruokinta 1 = verrokkiryhmä

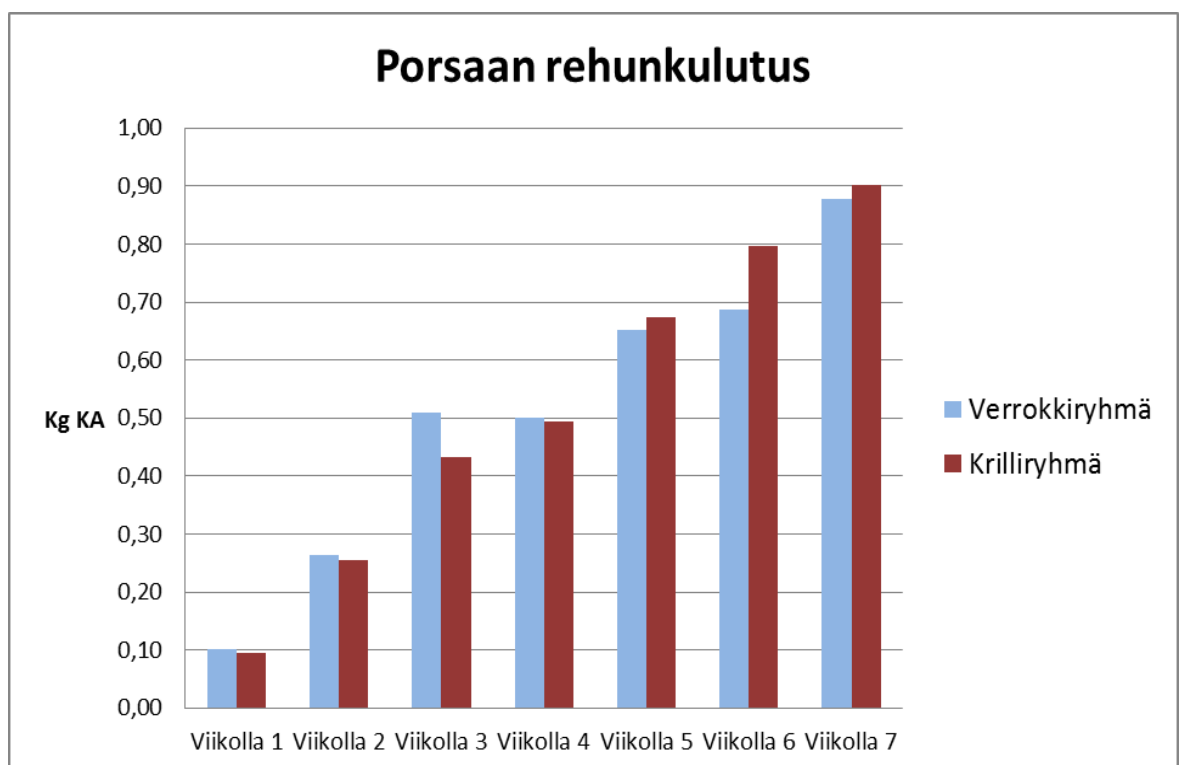
* Ruokinta 2 = krilliryhmä

Taulukossa 8 on esitetty rehunkulutusten keskiarvoja kuiva-ainekiloina eri ruokintaryhmillä. Rehunkulutukset on ilmoitettu yhtä porsasta kohti päivässä, erikseen

ruokintakokeen eri viikoilta. Lisäksi taulukossa 8 on ilmoitettu koko ruokintakokeen aikainen rehunkulutus yhtä porsasta kohti, eli väliltä 3 – 7 viikkoa vieroituksesta.

Tuloksista nähdään, että kolmannella viikolla vieroituksesta rehunkulutus näytti olevan verrokkiryhmän porsailta hieman suurempaa kuin krilliryhmän porsailta (vajaa 100 g päivässä). Erot ryhmien välillä tasoittuivat neljännellä ja viidennellä viikolla vieroituksesta ja kuudennella viikolla rehunkulutus oli vastaavasti krilliryhmällä hieman suurempaa (vajaa 100 g päivässä). Ruokintakokeen viimeisellä viikolla erot taas tasoittuivat, jolloin kummassakin ruokintaryhmässä rehunkulutus oli samaa luokkaa. Tässä tapauksessa erot ruokintaryhmien välillä eivät olleet tilastollisesti merkitseviä ($p > 0,05$).

Rehun kokonaiskulutuksen keskiarvo, viiden viikon ajalta, eli väliltä 3 – 7 viikkoa vieroituksesta, oli kummassakin ruokintaryhmässä lähes sama. Eroa ryhmien välille kertyi tuona aikana rehun kokonaiskulutuksessa vain vajaa puoli kiloa porsasta kohti. Rehun kokonaiskulutuksessa oli myös taulukon 8 SEM-arvojen mukaan suurta hajontaa.



Kuvio 3. Porsaiden rehunkulutusten keskiarvot eri ruokintaryhmissä.

Kuviosta 3 nähdään porsaiden keskimääräiset rehunkulutukset, koko välikasvatuskaudelta, eli alkaen myös ensimmäisestä viikosta vieroituksen jälkeen. Siljan-der-Rasin ja Partasen (2006, 59) mukaan jos porsas syö rehua alle kilon vieroituksen jälkeisellä viikolla, on ripuliin sairastumisen riski suuri. Tähän tutkimukseen osallistuneiden porsaiden osalta rehunkulutus jäikin keskimäärin alle kiloon (noin 0,7 kgKA) ensimmäisen viikon aikana, mutta ripulia ei silti esiintynyt.

Rehunkulutus nousi viikkojen edetessä melko tasaisesti, varsinkin krilliryhmällä. Verrokkiryhmällä taas rehunkulutus oli hieman epätasaisempaa, lähinnä niiden viikkojen kohdalla, kun rehujen ja rehureseptien vaihtoja tapahtui, jolloin myös siis päiväkasvut olivat matalampia. Eli luonnollisesti kun syönti vähenee, myös kasvu heikkenee.

3.5 Rehunmuuntosuhde

Rehunmuuntosuhde ilmoitetaan kuluneina rehukiloina / tuotettu lisäkasvukilo. Eli tässä tapauksessa, kuinka paljon porsas on käyttänyt rehua (kg KA) yhden lisäkasvukilon kasvattamiseen. Mitä pienempi rehunmuuntosuhde on, sitä parempi.

Taulukko 9. Porsaiden rehunmuuntosuhteet eri ruokintaryhmissä ruokintakokeen eri viikoina.

	Ruokinta 1	SEM	Ruokinta 2	SEM	P (ruokinta)	P (vieroituspaino)
Rehunmuuntosuhde, 3. viikolla vieroituksesta	1,60	0,132	1,31	0,107	0,202	0,521
Rehunmuuntosuhde, 4. viikolla vieroituksesta	1,99	0,097	1,68	0,078	0,176	0,286
Rehunmuuntosuhde, 5. viikolla vieroituksesta	1,30	0,064	1,38	0,052	0,690	0,177
Rehunmuuntosuhde, 6. viikolla vieroituksesta	1,73	0,258	2,19	0,209	0,707	0,073
Rehunmuuntosuhde, 7. viikolla vieroituksesta	1,43	0,059	1,65	0,048	0,064	0,062
Rehunmuuntosuhde välillä 3-7 viikkoa vieroituksesta	1,54	0,059	1,60	0,048	0,839	0,242

* Ruokinta 1 = verrokkiryhmä

* Ruokinta 2 = krilliryhmä

Taulukossa 9 on esitetty rehunmuuntosuhteiden keskiarvoja eri ruokintaryhmillä. Rehunmuuntosuhteet on ilmoitettu erikseen ruokintakokeen eri viikoilta ja lisäksi on ilmoitettu koko ruokintakokeen aikainen rehunmuuntosuhteen keskiarvo, eli väliltä 3 – 7 viikkoa vieroituksesta.

Rehunmuuntosuhde näytti olevan kolmannella ja neljännellä viikolla vieroituksesta krilliryhmällä matalampi eli parempi, kuin verrokkiryhmällä ja viidennellä viikolla taas hieman huonompi verrokkiryhmään verrattuna. Vieroituksen jälkeisellä kuudennella viikolla rehunmuuntosuhde oli varsinkin krilliryhmällä paljon huonompi, verrattuna muihin viikkoihin. Tähän oli edelleen syynä todennäköisesti rehuresep-tien vaihtuminen, mikä näkyi jo aiemmissa tarkasteluissa, varsinkin päiväkasvujen kohdalla. Viimeisellä ruokintakokeen viikolla rehunmuuntosuhteet olivat taas paremmat kummallakin ryhmällä, tosin verrokkiryhmällä hieman parempi kuin krilliryhmällä. Erot eri ruokintaryhmien välillä eivät kuitenkaan olleet tilastollisesti merkitseviä ($p > 0,05$).

Koko ruokintakokeen aikainen rehunmuuntosuhteen keskiarvo oli kummallakin ruokintaryhmällä lähes sama.

Ruokintaryhmien sisäisiä rehunmuuntosuhteiden vaihteluita voidaan siis selittää sekä päiväkasvujen että rehunkulutusten avulla (kuvio 2 ja 3). Myös tässä suurimmat muutokset rehunmuuntosuhteissa näkyvät vieroituksen jälkeisellä neljännellä sekä kuudennella viikolla. Näinä viikkoina porsaiden päiväkasvuissa tapahtui laskua aina edelliseen viikkoon nähden, mutta samoina viikkoina rehunkulutukset eivät kuitenkaan laskeneet suhteessa yhtä paljon tai eivät ole laskeneet ollenkaan. Tämä johtaa siis huonompaan rehunmuuntosuhteeseen, sillä rehua on tällöin kulunut enemmän yhden kasvukilon kasvattamiseen.

Siljander-Rasin ja Partasen (2006, 58) mukaan yksi onnistuneen välikasvatuksen tunnuslukuja on se, että rehunmuuntosuhde on alle 1,9. Tähän verrattaessa kummankin ruokintaryhmän rehunmuuntosuhteet olivat siis varsin hyviä, etenkin kun katsoo koko ruokintakokeen aikaisia rehunmuuntosuhteiden keskiarvoja (taulukko 9).

3.6 Porsaiden yleiskunto ruokintakokeen aikana

Ruokintakokeeseen osallistuneet porsaasivat koko kokeen ajan kaiken kaikkiaan hyvässä kunnossa. Myöskään eri ruokintaryhmien välillä ei porsaiden yleiskunnossa ollut havaittavissa eroa.

3.7 Toisen sikalan kokemukset

Krillijauhon syöttämistä testattiin siis myös toisessa porsastuotantosikalassa, joka sijaitsee Ilmajoella. Sikalassa on emakoita noin 105 kappaletta ja ruokintalaitteena käytetään tanskalaista Skiold -kuivaruokkijaa. Tässä sikalassa krillijauhoa sisältävää rehua syötettiin sekä imettäville emakoille että välikasvatuksessa oleville porsaille. Imettäviä emakoita oli tässä rehukokeilussa mukana noin 30–40 kappaletta ja porsaita noin 200 kappaletta. Krillirehun syöttäminen porsaille aloitettiin niiden ollessa keskimäärin vajaan seitsemän viikon ikäisiä ja kyseisen rehun syöttämistä jatkettiin välikasvatuskauden loppuun asti. Kokonaisuudessaan krillirehun koeerän syöttäminen aloitettiin tässä sikalassa lokakuussa 2012 ja se syötettiin loppuun vuoden 2012 aikana.

Sekä imettävät emakot, että välikasvatusporsaasivat söivät krillirehua hyvin, eikä kummallakaan ryhmällä esiintynyt rehun syötön aikana esimerkiksi ripulia tai muita ongelmia.

3.8 Pohdintaa tutkimukseen liittyen

Tutkimus suoritettiin siis ”oikealla” tilalla, jolloin aivan erityisiä koejärjestelyjä ei olisi välttämättä edes kannattanut tehdä, sillä tuotannon tuli pyöriä tilalla moitteettomasti myös rehukokeen aikana. Tässä tutkimuksessa saatiin siis melko suurpiirteisiä tuloksia, keskiarvoihin pohjautuen, jolloin ne ovat lähinnä suuntaa-antavia.

Toki näilläkin koejärjestelyillä olisi voitu saada tarkempia painoja ja sitä kautta myös tarkempia päiväkasvuja, jos punnituksia olisi tehty useammin, ja porsaasivat punnittu esimerkiksi yksitellen. Etenkin alkupainojen osalta, porsaiden punnitsemi-

sesta yksitellen, olisi voinut olla hyötyä, sillä tarkempien painojen perusteella olisi saatu paremmin tasattua porsaiden kokoeroja karsinoittain. Nyt porsaiden tasaus tehtiin kokeen alussa vain silmämääräisesti. Myös rehunkulutuksiin olisi voitu saada tarkennuksia, esimerkiksi keräämällä kulutustietoja useammin. Näin tulosten aineistoksi olisi saatu tarkempia lukuja, mutta sitä, olisiko se muuttanut tilastollisia merkitsevyyksiä, on vaikea sanoa.

Tutkimus olisi voitu suorittaa myös paljon pienemmällä porsasryhmillä, jolloin mm. tarkemmat punnitukset ja rehunkulutusten seuraamiset olisivat olleet paremmin mahdollisia. Nyt tutkimukseen osallistui nimittäin jopa 250 porsasta.

Krillijauhoa olisi voitu testata myös emakoille, mutta koska tutkimus haluttiin pitää mahdollisimman yksinkertaisena, valittiin kohteeksi vain välikasvatuksessa olevat porsaat.

Krillijauhon osuus olisi voinut olla resepteissä myös suurempi, sillä kalajauhonkin osuus voi porsaiden rehuissa olla noin 10 % ja tässä krillijauhoa oli enimmillään vain 7 %. Siitä, olisiko krillijauhon osuuden nosto rehuissa vaikuttanut tuloksiin, ei voida olla myöskään varmoja.

Tuloksissa näkyi siis välikasvatusrehujen reseptien vaihto, mistä johtuen varsinkin päiväkasvut huonontuivat hetkellisesti. Tämä on huomioitu myös tilalla, jossa rehu-reseptien vaihdon ajankohtaa on tämän tutkimuksen jälkeen muutettu myöhemmäksi. Näin porsaat ovat siis reseptien vaihdon aikana suurempia, jolloin ne mahdollisesti kestävät muutoksia paremmin.

Ruokintaryhmien reseptit eivät olleet täysin vastaavia ryhmien välillä mm. energian, sulavan raakavalkuaisen tai aminohappojen osalta, millä on saattanut olla vaikutusta myös tuloksiin. Tarkempia tutkimuksia varten eri ruokintaryhmien rehu-reseptit tulisi olla siis lähestulkoon identtisiä ravintoaineiden suhteen.

Tarkempia tutkimuksia varten krillijauhosta tulisi tehdä myös omat sulavuusmääritykset, sillä tässä tutkimuksessa krillijauholla käytettiin samantapaisen rehun, eli uutetun kalajauhon sulavuuskertoimia.

4 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän tutkimuksen tulosten perusteella krillijauhoon uutosta jäävä sivutuote, krillijauho, näyttäisi soveltuvan porsaiden valkuaisrehuksi välikasvatuskaudella. Se ei näyttänyt alentavan porsaiden kasvuja tai rehunkulutuksia verrokkiryhmään verrattuna, ja myös rehunmuuntosuhde pysyi hyvällä tasolla.

Krillijauholla on myös eläinperäisen valkuaisrehun edut, kuten erittäin korkea valkuaispitoisuus sekä hyvä aminohappokoostumus, varsinkin porsaita ajatellen. Lisäksi krillijauho on maittavaa sekä hyvin sulavaa, sillä se ei sisällä lainkaan rehun sulavuutta alentavaa kuitua.

LÄHTEET

- Alaviuhkola, T. 1996. Kalajauho sikojen rehuna. Kotieläin (3), 16.
- Bender, L. (toim.) 1990. Kodin uusi eläinkirja: selkärangattomat. Suomentaja Big Sur Oy. Gummerus Kustannus Oy.
- Brunheim, I., Griinari, M., Ervik, J.R. & Remoy, S.R. 2012. Method for processing crustaceans and products thereof. US: Patent application publication.
- Clarke, A. 1980. The biochemical composition of krill, *Euphausia superba* Dana, from South Georgia. [Verkkójulkaisu]. Elsevier B.V. [Viitattu 12.5.2013]. Saatavana: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0022098180900490>
- Close, W.H. & Cole, D.J.A. 2003. Nutrition of sows and boars. Nottingham: Nottingham University Press.
- Company profile. [Verkkosivu]. Olympic Shipping AS. [Viitattu 30.4.2013]. Saatavana: <http://www.olympic.no/default.asp?menu=6>
- Edwards, S. 2004. Piglets. Teoksessa: Fuller, M.F. (toim.) 2004. The encyclopedia of farm animal nutrition. CABI Publishing. 435-436.
- Everson, I. 2000. Krill. [Verkkójulkaisu]. Blackwell Science Ltd. [Viitattu 21.4.2013]. Saatavana: http://www.google.fi/books?hl=fi&lr=&id=yo8fRGvracAC&oi=fnd&pg=PR3&dq=krill+biology&ots=9HpoEPdGDm&sig=le9WMaOGf1uwmRWurrRglQIFGzU&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Heikkilä, T. 2008. Tilastollinen tutkimus. 7 uud. p. Helsinki: Edita Prima Oy.
- Hämeenoja, P. 2007. Ruokintaa suoliston ehdoilla: maidonjuojasta kuivarehun käyttäjäksi. Sika 34 (1), 20–21.
- Juvel and its crew. 2012-2013. [Verkkosivu]. Olympic Seafood AS. [Viitattu 30.4.2013]. Saatavana: <http://www.rimfrostkrill.com/taking-extra-steps/juvel-and-its-crew/>
- Krill. 2013. [Verkkosivu]. Britannica academic edition. [Viitattu 2.5.2013]. Saatavana: <http://libts.seamk.fi:2153/EBchecked/topic/323517/krill>
- Lihaskojen valkuaisen ja aminohappojen ruokintasuositukset. [Verkkosivu]. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus MTT. [Viitattu 2.5.2013]. Saatavana: https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Rehutaulukot/Ruokintasuositukset/Siat/Lihaskojen_valkuaisuositukset

- Lohenoja, S. 2000. Anna porsaille mahdollisuus kasvaa. *Sika* (3), 18–19.
- Metsämuuronen, J. 2008. Monimuuttujamenetelmien perusteet. 2. p. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy. Metodologia-sarja 7.
- Mikkola, K. (toim.) 1989. Maailman eläimet: selkärangattomat. Suomentaja Ilona Sevelius 158–299. 2. p. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.
- Nicol, S & Endo, Y. 1997. Krill fisheries of the world. [Verkkójulkaisu]. Food and Agriculture Organization of the United Nations. [Viitattu 30.4.2013]. Saatavana: <http://www.fao.org/docrep/003/W5911E/w5911e00.htm#Contents>
- Nunes, A. 2009. Krill meal and oil in shrimp feeds improve economics and growth performance. [Verkkolehtiartikkeli]. *Aqua culture asia pacific* 5 (5), 26–27. [Viitattu 13.5.2013]. Saatavana: <http://libts.seamk.fi:2223/sp-3.8.1a/ovidweb.cgi?&S=BOFFPDBKOOHFMGDEFNOKPCEGGGLBAA00&Complete+Reference=S.sh.33|20>
- Olympic. 2012. [Verkkosivu]. Olympic Seafood AS. [Viitattu 29.4.2013]. Saatavana: <http://www.olympicseafood.com/>
- Panula, S. 1998. Sika ja mikrobit toimivat yhteistyössä. *Sika* 28 (3), 22–24.
- Perttilä, S. & Siljander-Rasi, H. 2006. Sian ruoansulatus ja ravinnontarve. Teoksessa: H, Siljander-Rasi, A. Nopanen & J. Helin (toim.) Sian ruokinta ja hoito. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, 14–26.
- Ravitsemustieteen perusteita. [Verkkosivu]. Helsinki: Helsingin yliopiston avoin yliopisto. [Viitattu 31.5.2013]. Saatavana: http://www.avoin.helsinki.fi/oppimateriaalit/ravitsemustieteen_perusteet/04_rasvat_rakenne.shtml
- Rehutaulukot. [Verkkosivu]. Jokioinen: Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus MTT. [Viitattu 11.5.2013]. Saatavana: <https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Rehutaulukot/Rehutaulukot/siat>
- Schiemann, R., Nehring, K., Hoffmann, L., Jentsch, W. & Chudy, A. 1972. Energetische futterbewertung und energienormen. Berlin: VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag.
- Siljander-Rasi, H. & Partanen, K. 2006. Porsaat. Teoksessa: H, Siljander-Rasi, A. Nopanen & J. Helin (toim.) Sian ruokinta ja hoito. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, 50–63.
- Siljander-Rasi, H., Perttilä, S. & Partanen, K. 2006. Sikojen rehut. Teoksessa: H, Siljander-Rasi, A. Nopanen & J. Helin (toim.) Sian ruokinta ja hoito. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, 27–36.

- Sirkkola, H. & Tauriainen, S. 2010. Eläinten lääkintä ja hoito: käsikirja eläintenhoitajille. Helsinki: Opetushallitus.
- Tou, J.C., Jaczynski, J. & Chen, Y-C. 2007. Krill for human consumption: Nutritional value and potential health benefits. *Nutrition Reviews* 65 (2), 63-77.
- Traceability & regulations. 2012-2013. [Verkkosivu]. Olympic Seafood AS. [Viitattu 30.4.2013]. Saatavana: <http://www.rimfrostkrill.com/taking-extra-steps/traceability-regulations/>
- Valkuaisruokinta. 2011–2012. Sikojen ruokintaopas: sikojen ruokinta ja hoito. [Verkköjulkaisu]. Rehuraisio. [Viitattu 12.5.2013]. Saatavana: http://www.raisoagro.com/c/document_library/get_file?uuid=8faa8b97-ab8d-4255-865d-ada3923ce3ec&groupId=12626
- Volanto, P. 2006. Sika on laarista kotoisin: Sian ruoansulatus muokkaa rehun imeytyvään muotoon. *Sika* 36 (2), 12–13.
- Välikasvatus. [Verkkosivu]. A-Tuottajat Oy / A-Rehu Oy. [Viitattu 5.5.2013]. Saatavana: <https://www.atriatuottajat.fi/atriasika/porsastuotanto/valikasvatus/Sivut/default.aspx>

LIITTEET

LIITE 1 Verrokkiryhmän seosten koostumus ja ravintoaineet

Ravintoaineet	Resepti 1		Resepti 2	
	Pitoisuus/kg		Pitoisuus/kg	
MJ Sika	9,77	NE MJ	9,60	NE MJ
Kuiva-aine	87,02	%	87,12	%
Raakarvasva	3,92	%	3,202	%
Raakakuitu	3,29	%	3,249	%
Tuhka	5,98	%	5,838	%
Raakavalkuainen	17,44	%	17,066	%
Sulava raakavalkuainen	149,46	g	146,515	g
Sulava Lysiini	11,68	g	11,083	g
Sulava Treoniini	6,21	g	6,252	g
Sulava Met + Kys	6,48	g	6,470	g
Kalsium	8,08	g	8,703	g
Fosfori	5,66	g	5,731	g
Sulava fosfori	2,957	g	2,560	g
Rauta	273,258	mg	185,731	mg
Kupari	147,745	mg	22,704	mg
Sinkki	176,789	mg	148,709	mg
Magnesium	1,875	g	1,548	g
Seleeni	0,505	mg	0,499	mg
A-vitamiini 1000 ky	12,204	1000 ky	11,204	1000 ky
D-vitamiini 1000 ky	2,320	1000 ky	1,833	1000 ky
E-vitamiini	117,869	mg	108,312	mg
Biotiini	0,346	mg	0,371	mg
Natrium	3,121	g	3,040	g

LIITE 2 Krilliryhmän seosten koostumus ja ravintoaineet

Ravintoaineet	Resepti 1		Resepti 2	
	Pitoisuus/kg		Pitoisuus/kg	
MJ Sika	10,19	NE MJ	10,06	NE MJ
Kuiva-aine	87,599	%	87,58	%
Raakarasva	4,450	%	4,372	%
Raakakuitu	2,529	%	2,681	%
Tuhka	6,068	%	6,172	%
Raakavalkuainen	18,055	%	17,505	%
Sulava raakavalkuainen	158,824	g	152,774	g
Sulava Lysiini	13,224	g	11,474	g
Sulava Treoniini	7,900	g	6,875	g
Sulava Met + Kys	7,685	g	6,924	g
Kalsium	9,091	g	9,567	g
Fosfori	6,154	g	6,354	g
Sulava fosfori	3,136	g	3,164	g
Rauta	210,568	mg	179,943	mg
Kupari	76,174	mg	28,748	mg
Sinkki	166,519	mg	155,998	mg
Magnesium	1,451	g	1,906	g
Seleeni	0,569	mg	0,576	mg
A-vitamiini 1000 ky	12,108	1000 ky	11,759	1000 ky
D-vitamiini 1000 ky	2,092	1000 ky	1,935	1000 ky
E-vitamiini	106,149	mg	136,060	mg
Biotiini	0,362	mg	0,442	mg
Natrium	2,689	g	2,706	g