

Ida Nygård

# **Lihasian yksi- ja kolmivaiheruokinnan vaikutus kannattavuuteen ja tuotannollisiin parametreihin**

Opinnäytetyö  
Syksy 2017  
SeAMK Ruoka  
Agrologi (AMK)

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: SeAMK Ruoka

Tutkinto-ohjelma: Agrologi (AMK)

Tekijä: Ida Nygård

Työn nimi: Lihasian yksi- ja kolmivaiheruokinnan vaikutus kannattavuuteen ja tuotannollisiin parametreihin

Ohjaaja: Samu Palander

Vuosi: 2017

Sivumäärä: 36

Liitteiden lukumäärä: 2

---

Maataloudesta aiheutuvat päästöt ja kuinka niitä voidaan vähentää ovat olleet puheenaiheena pitkään. Typpi ja fosfori ovat tärkeitä ravintoaineita sioille, mutta samalla ne aiheuttavat ravinnepäästöjä ympäristöön. Lihasiat tuottavat sikatalouden typpi- ja fosforipäästöistä 60–70 %, joten lihasian ruokinnalla on suuri vaikutus sikataloudesta aiheutuviin päästöihin. Tämän vuoksi on tärkeää ymmärtää sian ravintoaineiden tarve ruokintaa suunniteltaessa. Siksi sian kasvaessa muuttuva ruokinta, vaiheruokinta, on hyvä keino vähentää päästöjä.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, onko yksi- ja kolmivaiheruokintojen välillä eroa sikojen kasvussa, rehunmuuntosuhteessa ja lihakkuudessa ja kumpi ruokintatapa on taloudellisempi. Tutkimusta varten suoritettiin käytännön ruokintakoe. Tulokset analysoitiin regressio- ja varianssianalyysillä.

Tutkimuksessa havaittiin, että yksi- ja kolmivaiheruokintojen välillä ei juurikaan ollut eroja päiväkasvun ja rehunmuuntosuhteen välillä. Lihaprosentissa ja teuraspainossa kolmivaiheruokinnan sioilla oli suurempi hajonta. Tutkimuksessa myös todettiin, että kolmivaiheruokinnan sikoja ei ole kannattavaa kasvattaa aivan teurastamon kärkipainovälin ylärajalle saakka. Tutkimuksen mukaan hieman matalammasta lihaprosentista huolimatta kolmivaiheruokinta tuli edullisemmaksi kuin yksivaiheruokinta.

Avainsanat: lihasika, vaiheruokinta, valkuainen, kannattavuus

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## **Thesis abstract**

Faculty: School of Food and Agriculture

Degree programme: Agriculture and Rural Enterprises

Author: Ida Nygård

Title of thesis: The effects of single-phase and three-phase feeding of growing pigs on profitability and productional parameters

Supervisor: Samu Palander

Year: 2017      Number of pages: 36      Number of appendices: 2

---

Nitrogen and phosphorous are important nutrients for pigs but at the same time they cause emissions in to the environment. Finishing pigs produce 60–70 percent of ammonium and phosphorus emissions in Finnish pig production. Therefore it is important to understand nutrient requirements of pigs during their life circle. Phase feeding that changes during the growing period could be a good solution.

The aim of this thesis was to find out in a practical feeding experiment if there are any differences between single feeding and three phase feeding systems in daily gain, feed conversion and meat percentage and which feeding system is more profitable. Results were analysed by using regression and one-way ANOVA analysis.

The results were that there weren't much differences between feeding systems in daily gain and feed conversion ratio. There was more variation in meat percentage and slaughter weight in three phase fed pigs. The study shows that pigs which are fed three phase feeding system should not be raised near the maximum weight, because it reduced the meat percentage of the pigs. Despite the slightly lower meat percentage three phase feeding was more profitable.

Keywords: Growing pig, phase feeding, protein, profitability

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	1
Thesis abstract.....	2
SISÄLTÖ.....	3
Kuvio- ja taulukkoluetelo.....	5
<b>1 JOHDANTO .....</b>	<b>6</b>
1.1 Tutkimuksen taustaa .....	6
1.2 Lihasian ruokinta .....	7
1.3 Fosfori ruokinnassa.....	8
1.4 Valkuainen ja aminohapot ruokinnassa.....	9
1.5 Eri maiden valkuaisruokintasuosituksia.....	10
1.5.1 Suomi.....	10
1.5.2 Tanska .....	12
1.5.3 Ruotsi.....	13
1.5.4 Queensland, Australia.....	14
1.5.5 Topigs Norsvin .....	15
<b>2 AINEISTO JA MENETELMÄT .....</b>	<b>17</b>
2.1 Sikalan perustiedot.....	17
2.2 Ruokintatekniikka .....	17
2.3 Ruokintaryhmät ja käytetyt rehut.....	18
2.3.1 Ruokintaryhmät.....	18
2.3.2 Rehut ja ruokinta .....	20
2.4 Tietojen keruu .....	21
2.4.1 Punnitukset .....	21
2.4.2 Rehunkulutus ja rehujen kemiallinen koostumus .....	22
2.5 Aineiston käsittely .....	22
<b>3 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELUA .....</b>	<b>23</b>
3.1 Tutkimukseen osallistuneet eläimet .....	23
3.2 Sikojen punnitukset ja teuraaksi lähettäminen .....	23
3.3 Sikojen rehun käyttö ja rehumuuntosuhde .....	25
3.4 Laskennallinen valkuaisen syönti kokeen aikana .....	27

3.5 Sikojen ruhonlaatu .....	27
3.6 Kannattavuus .....	30
4 YHTEENVETO.....	31
5 JOHTOPÄÄTÖKSET .....	32
LÄHTEET .....	33
LIITTEET.....	36

## Kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuvio 1. Koeryhmien rehunkulutus kasvatusviikoittain kuiva-ainekiloina .....	26
Kuvio 2. 1-vaiheruokinnan sikojen lihaprosentin ja teuraspainon yhteys .....	28
Kuvio 3. 3-vaiheruokinnan sikojen lihaprosentin ja teuraspainon yhteys .....	28
Taulukko 1. Aminohappojen vaihteluvälit ruokintasuosituksissa .....	12
Taulukko 2. Tanskalaiset ruokintasuositukset grammoina tanskalaista rehuyksikköä (FUgr) kohti .....	13
Taulukko 3. Ruotsalaiset lysyiinisuositukset lihasioille.....	14
Taulukko 4. Queenslandin ruokinasuositukset lihasioille .....	15
Taulukko 5. Topigs Norsvin E-linjan sikojen ruokintasuositukset.....	16
Taulukko 6. Koesikojen jako venttiileittäin.....	19
Taulukko 7. Reseptien raaka-aineet ja niiden osuudet (%) seoksissa .....	20
Taulukko 8. 1-vaiheruokinnan ravintoainesisältö .....	21
Taulukko 9. 3-vaiheruokinnan ravintoainesisältö .....	21
Taulukko 10. 1-vaiheruokinnan alkupunnituksen tulokset karsinoittain 22.2.2017	24
Taulukko 11. 3-vaiheruokinnan alkupunnituksen tulokset karsinoittain 22.2.2017	24
Taulukko 12. 1-vaiheruokinnan sikojen toisen punnituksen tulokset kasvatusviikoilla 1–7 .....	25
Taulukko 13. 3-vaiheruokinnan sikojen toisen punnituksen tulokset kasvatusviikoilla 1–7 .....	25
Taulukko 14. Kokeen tulokset yhteenvetona .....	31

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Tutkimuksen taustaa

Maatalouden aiheuttamat päästöt ja sitä kautta maatalouden päästöjen ympäristönäkökulmat ovat nousseet yhä suurempaan rooliin, kun maataloudesta aiheutuvia ravinnepäästöjä pyritään koko ajan vähentämään. Typpi ja fosfori ovat ravintoaineina eläimille välttämättömiä, mutta toisaalta ne ovat myös ympäristöä rehevöittäviä ravinteita. Typen ja fosforin välttämättömyys eläimille on otettava huomioon ja löydettävä typpi- ja fosforipäästöjen sekä eläinten ruokinnallisten tarpeiden välinen tasapaino siten, ettei eläinten tuotos tai hyvinvointi kärsi. (Karhapää, Kortelainen & Damgaard Poulsen 2014, 3.) Karhapään ym. tutkimuksessa (2014, 29) todetaan, että lihasiat tuottavat sikatalouden tuottamasta typen ja fosforin kokonaisuudesta 60–70 %, siksi on tärkeää, että lihasian ruokinta vastaisi mahdollisimman hyvin lihasian kasvuvaiheen tarvetta, jolloin vältytään valkuaisen ja fosforin ylikuokinnalta.

Sikojen ruokinta perustuu Suomessa pääosin tilalla tuotettavaan ohraan, kauraan ja vehnään. Lisäksi ruokintaa täydennetään kasvipiperäisillä valkuaisenlähteillä, kuten soijalla, herneellä ja pavulla. Kasvipiperäiset rehuaineet sisältävät paljon fosforia. Koska ruokintaan käytetään kasvin siemensato, on kasvien sisältämä fosfori pääosin sitoutunut fytiinihappoon, joka on siementen pääasiallinen fosforin varastomuoto. Kasveissa esiintyy myös fytiinihappojen suoloja, eli fytaatteja. Fytaattifosforin sulavuus on alhainen, koska yksimahaisten eläinten ruoansulatusentsyymit eivät pysty pilkkomaan fytaattifosforia kovin hyvin. Tämän takia teollisiin rehuihin lisätään usein fytaasientsyymiä, jolloin fytiinihappoon sitoutunut fosfori saadaan vapautettua sellaiseen muotoon, että se on yksimahaisille käyttökelpoisemmassa muodossa. Fytaasientsyymiä esiintyy myös jonkin verran viljoissa, mutta sen aktiivisuus eri rehuaineissa vaihtelee. Esimerkiksi kauralla ei ole juuri ollenkaan fytaasiaktiivisuutta. Luontainen fytaasi myös vähenee varastoitaessa ja tuhoutuu viljoista osittain tai kokonaan lämpökäsittelyn ollessa yli 50–60 °C. (Karhapää ym. 2014, 11–13.)

Sika käyttää syömästään valkuaisen tyyppistä vain noin kolmanneksen ja loppu valkuainen poistuu lannan mukana sian elimistöstä (Nieminen 2016, 45). Ylimääräinen typpi poistuu sian elimistöstä virtsan mukana ja muuttuu sikalan mikrobien toimesta

ammoniakiksi. (Siljander-Rasi 2006, 87). Mikäli sikojen valkuaisstarpeen täydentämiseen ei käytettäisi puhtaita aminohappoja, vaan tarve täytetään valkuaisrehuilla, nousisi sian syömän raakavalkuaisen määrä korkeaksi. Tällöin valkuaisen hyväksikäyttöaste jää matalaksi ja osa tuestä päätyy lantaan. (Nieminen 2016, 45.) Parhaimmillaan typpipäästöjä voidaan vähentää 30–40 %, kun rehuun lisätään puhtaita aminohappoja. Puhtaat aminohapot ovat kuitenkin kallis komponentti rehun valmistuksessa, joten niitäkään ei rehuun voi kovin runsaasti lisätä, tavallisesti rehuun lisätään 2–3 puhdasta aminohappoa. (Siljander-Rasi 2006, 87.) Liu, Ni, Radcliffe ja Vonderohe (2017) tutkivat ammoniakkipäästöjen vähentämistä madaltamalla raakavalkuaisen saantia ja lisäämällä rehuun puhtaita aminohappoja. Tutkimuksessa todettiin, että raakavalkuistason madaltaminen ruokinnassa ja ruokinnan täydentäminen puhtailla aminohapoilla vähensi tehokkaasti ammoniakkipäästöjä. Kaksi koeryhmää tuottivat 33 % ja 57 % vähemmän ammoniakkia verrattuna kontrolliryhmään. Lisäksi lannan määrä ja ammoniakin määrä lannassa vähenivät, kun raakavalkuaisen määrää rajoitettiin ruokinnassa ja aminohappotarvetta täydennettiin puhtailla aminohapoilla.

## 1.2 Lihasian ruokinta

Lihasian ruokinnan tavoitteena on tuottaa mahdollisimman paljon punaista lihaa mahdollisimman pienillä rehukustannuksilla. Rehukustannus on tärkeä tekijä lihasian kasvatuksessa, koska rehukustannus voi olla jopa yli puolet sianlihantuotannon muuttuvista kustannuksista. (Christiansen 2005, 119.) Siksi on erittäin tärkeää, että kallis rehun valkuainen saadaan käytettyä mahdollisimman hyvin hyväksi niin, ettei sikojen kasvu, ruhon lihakkuus tai rehun käyttö kärsi eikä ruokinnasta synny typpihävikkiä ympäristöön (Siljander-Rasi & Niemi 2006).

Lihasian energian hyväksikäyttö on tehokkainta alkukasvatuksessa ja punaista lihaa tuottavan lihaskudoksen kasvu nopeaa. Loppukasvatuksessa lihaskudoksen kasvu hidastuu ja rasvakudoksen kasvu nopeutuu, jolloin sika rasvoittuu herkemmin. Rasvoittumiseen vaikuttaa ruokinnan ohella myös sian rotu ja perimä. Valkoiset rodut (yorkshire, maatiainen ja niiden risteytykset) eivät ole yhtä herkkiä rasvoittumiselle



kuin värilliset kolmi- tai neliristeytysrodut (duroc- ja hampshire-rotuja sisältävät risteytyssiät), joten niiden ruokintaa ei loppuvaiheessa tarvitse välttämättä rajoittaa samalla tavalla kuin duroc- ja hampshire-risteytysten ruokintaa. Duroc- ja hampshire-risteytyssiät pystyvät kuitenkin alkuvaiheessa syömään huomattavasti suurempia määriä rehua, joten niiden kasvu alkuvaiheessa on huomattavasti nopeampaa, kun puolestaan yorkshire- ja maatiasrotujen kasvu on huomattavasti tasaisempaa koko kasvatusajan. (Partanen & Perttilä 2012b, 57.)

Rodun ohella myös sukupuoliella on väliä ruhon rasvoittumisessa ja punaisen lihan kasvunopeudessa. Leikot syövät rehua 5-15 % enemmän kuin imisät ja sitä kautta niiden kasvu on nopeampaa. Parempi rehunsyöntikyky ja nopeampi kasvu aiheuttavat myös sen, että leikot rasvoittuvat imisäporsaita herkemmin, siksi leikkojen syöntiä on hyvä rajoittaa loppuvaiheessa. (Partanen & Perttilä 2012b, 58.) Sukupuolilajitelluilla sioilla imisät voidaan ruokkia lähes ruokahalun mukaan, mutta leikkojen rasvoittumisherkkyyden takia niiden ruokinta olisi hyvä rajoittaa noin 90–95 % imisien ruokintamäärästä. On kuitenkin huomioitava, että sopivaan rajoitukseen vaikuttaa myös eläinaineksen laatu. (Siljander-Rasi 2006, 86.)

### 1.3 Fosfori ruokinnassa

Sika tarvitsee fosforia luuston kunnon ylläpitoon ja kasvuun ja luiden hyvä mineralisoituminen ja lujuus vaativat enemmän fosforia kuin nopea kasvu. Fosforin tarve määritetään luiden tuhkapitoisuuden, lujuuden ja tiheyden perusteella. Sian kasvaessa sen syöntikyky paranee, jolloin loppukasvatuksen fosforitarvetta voidaan pienentää. Niukempi fosforin määrä loppukasvatuksessa voisivat vähentää lantaan erittyvät fosforin määrää ja rehufosfaatin käyttötarvetta, lihasian kasvun ja liikuntakyvyn kärsimättä. (Partanen & Volanto 2007.)

Partanen ja Volanton (2007) tutkimuksessa tarkasteltiin lihasikojen fosforin tarvetta loppukasvatuksessa. Maatalous- ja elintarviketuotannon tutkimuskeskuksen (MTT) vuonna 2006 annetuissa suosituksissa yli 80 kiloisten sikojen suositus perustui ulkomaalaisiin lähteisiin. Siat jaettiin neljään ryhmään ja ne ruokittiin kolmivaihe ruokinnalla. Kahden ensimmäisen rehuvaiheen fosforin ja kalsiumin määrä oli 2006 tehdyn ruokintasuosituksen mukainen. Loppukasvatusvaiheen rehuseoksessa

käytettiin neljää eri fosforitasoa. Tutkimuksessa todettiin, että yli 80 kiloisten sikojen fosforisuositusta voidaan hieman laskea. Tutkimuksessa ei havaittu vaikutusta rehunmuuntosuhteeseen, liikuntapisteisiin, luun tiheyteen tai murtolujuuteen, sikojen kasvuun eikä luiden tuhkapitoisuuteen. Tutkimuksessa havaittiin, että loppukasvatukseen rehun fosforipitoisuuden alentaminen vähensi rehufosfaatin käyttöä noin 25 %. Myös sikojen kokonaisfosforin syöntimäärä väheni 12 % ja tilan lannan fosforitase laski 18 %.

Partasen ym. (2010) tutkimuksessa tarkistettiin sikojen fosforisuositukset laskennallisesti. Lisäksi ruokintasuosituksiin päivitettiin fytaasilisän vaikutus fosforin sulavuuteen rehuissa. Tutkimuksessa fosforisuosituksia päivitettiin maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksen (MTT) vuonna 2006 tekemien kasvatuskokeiden perusteella ja tarkastettiin suositusten riittävyys laskennallisesti. Tutkimuksen perusteella fosforin tarpeen esitystapa muuttui, mutta olennaisia muutostarpeita ei havaittu. Lisäksi lihasioille annettiin monivaiheiseen ruokintaan sekä 1-, 2- ja 3-vaiheruokintaan suositukset, joilla voidaan edistää fosforipitoisuuden vähentämistä lannassa.

#### **1.4 Valkuainen ja aminohapot ruokinnassa**

Sian elimistö tarvitsee valkuaista lihan ja maidon tuotannon ohella muun muassa veren ja entsyymien muodostamiseen sekä kudosten uusiutumiseen. Sian valkuaisen tarpeeseen vaikuttavat eläimen ikä, tuotantovaihe, rotu ja sukupuoli. Valkuainen imeytyy sian elimistössä pääosin ohutsuolessa. Vain ohutsuolessa imeytyvä valkuainen on käyttökelpoista, joten sikojen valkuaisen tarve ilmoitetaan ohutsuolisulavina aminohappoina. (Perttilä & Siljander-Rasi 2006, 22.) Ohutsuolisulavien aminohappojen lisäksi valkuaisen tarve ilmoitetaan rehutaulukoissa sulavana raakavalkuaisena, joka perustuu sulavien tyypellisten yhdisteiden kokonaismäärään. Vanhoissa ruokintasuosituksissa oli omat valkuais- ja aminohapposuositukset 1-, 2- ja 3-vaiheruokintaan, mutta valkuaisarvojärjestelmän muutoksen jälkeen 2014 1- ja 2-vaiheruokinnan suositukset poistettiin. Nykyisissä suosituksissa on enää valkuais- ja aminohapposuositukset vain 3-vaiheruokintaan (Taulukko 1).

Sikojen ruokinnan perustuessa pääasiassa viljaan, sika saa viljan laadusta riippuen 30–60 % tarvitsemistaan aminohapoista. Viljasta saatavaa valkuaista täydennetään

erilaisilla valkuaisrehuilla, kuten soijalla ja palkokasveilla, jolloin varmistetaan eri aminohappojen tarpeen täytyminen. Rehuseosta voidaan myös täydentää useammalla eri valkuaislähteellä. Tällöin jokaisen rehuaineen aminohappokoostumuksen ei tarvitse olla optimaalinen, vaan eri valkuaislähteet täydentävät toistensa aminohappokoostumusta. Tärkeintä on, että välttämättömien aminohappojen määrät toisiinsa nähden ovat oikeassa suhteessa. (NRC 1998, 17.)

Ensimmäisellä rajoittavalla aminohapolla tarkoitetaan aminohappoa jonka riittämättömyys aiheuttaa sen, ettei rehun muita aminohappoja saada käytettyä täysin hyödyksi, vaan ne poistuvat elimistöstä ulosteen ja virtsan mukana. Christiansenin (2015, 141) mukaan jo 5 % pienentynyt saanti jollain välttämättömällä aminohapolla voi alentaa lihasikojen päiväkasvua 15 grammaa. Viljaan perustuvassa ruokinnassa lysyiini on ensimmäinen rajoittava aminohappo (Partanen & Perttilä 2012a, 47). Aminohapoista puhuttaessa puhutaan usein myös ihannevalkuaisesta. Ihannevalkuaisella tarkoitetaan aminohappokoostumusta, joka vastaa sian aminohappotarvetta eri tuotantovaiheissa (NRC 1998, 17).

## **1.5 Eri maiden valkuaisruokintasuosituksia**

Alla esiteltynä neljän maan sekä yhden eläinaineksen jalostajan valkuais- ja aminohapposuosituksia lihasioille. On kuitenkin huomioitava, etteivät eri maiden suositukset ole keskenään suoraan vertailukelpoisia, koska eri maissa on käytössä eri energia-arvojärjestelmiä. Eri maiden kansallisten suositusten lisäksi monilla rodunjalostajilla, kuten Topigs Norsvinilla, on omat suosituksensa jalostamalleen eläinainekselle. Kuten alla olevista taulukoista näkee, useimmissa suosituksissa suositaan vaiheruokintaa (Taulukot 1–5).

### **1.5.1 Suomi**

Suomessa otettiin käyttöön loppuvuodesta 2014 uusi sikojen valkuaisarvojärjestelmä, joka perustuu standardoituihin ohutsuolisulaviin aminohappoihin ja ottaa huomioon myös huomioon ohutsuolessa erittyvät, siasta peräisin olevat aminohapot eli endogeeniset aminohapot (mm. entsyymeissä ja soluissa). Aiemmin käytössä ollut

valkuaisarvojärjestelmä perustui näennäiseen ohutsuolisulavuuteen, joka ei huomioinut endogeenisiä aminohappoja. Lihaskojen uusi valkuaisarvosuositus sisältää suositukset standardoiduille ohutsuolisulavalle lysiinille, treoniinille, metioniinille, kystiinille, tryptofaanille ja valiinille. Pääosin pohjana käytettiin maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksen (MTT) 2001 antamia lihasikojen aminohapposuosituksia, jotka muutettiin laskennallisesti uuteen muotoon. Uudistustyössä tehtiin myös tarkennuksia ja vertailua muiden maiden, kuten Tanskan, Ruotsin ja Iso-Britannian ruokintasuositusten mukaan. Taulukossa 1 on esiteltynä uudet sulavan raakavalkuaisen ja aminohappojen suositukset. (Kyntäjä ym. 2016, 2.)

Luonnonvarakeskus (Luke) toteutti Climpigfeed-ruokintakokeen suomalaisilla duroc-kolmiroturisteytyssoilla Figen Oy:n koetilalla Längelmäellä. Ruokintakokeessa tutkittiin 2014 vuoden lopussa uudistetun valkuaisarvojärjestelmän uusien aminohapposuositusten toimivuutta sekä sulavan lysiinin ja muiden aminohappojen riittävää annostelua suhteessa lysiiiniin nelivaiheruokinnassa. Erityisesti haluttiin tutkia kuinka aminohapot tulisi porrastaa yli 80-kiloisilla lihasioilla, koska teuraspainot ovat nousseet viimeisen kymmenen vuoden aikana.

Sikojen päiväkasvu oli koko kasvatusajan keskimäärin 1115 grammaa, eikä aminohappoannostelulla havaittu olevan vaikutusta päiväkasvuun. Päiväkasvuissa ei ollut eroa ensimmäisessä rehevaiheessa, mutta leikot kasvoivat imisiä paremmin muissa rehevaiheissa ja koko kasvatuksen tuloksia tarkasteltaessa. Aminohappotasolla ei ollut vaikutusta myöskään sikojen rehun päiväsyöntiin, eikä kokonaisrehunkulutukseen eri rehevaiheissa tai koko kokeen aikana. Rehevaiheissa 1 ja 4 ei ollut eroa imisien ja leikkojen välillä rehun kokonaiskulutuksessa, mutta rehevaiheissa 2 ja 3 sekä koko kokeen aikana leikoilla se oli suurempi kuin imisillä. Sukupuolien välillä ei myöskään ollut eroa rehuhyötysuhteessa, mutta ruokinnan ja sukupuolen välillä havaittiin yhdysvaikutus rehuhyötysuhteessa rehevaiheissa 1 ja 4 (Kyntäjä ym. 2016, 4).

Johtopäätöksenä tutkimuksesta oli, että kokeessa käytetyillä kolmiroturisteytyksillä (DanAvl yorkshire\*maatiainen\*duroc) on erittäin korkea kasvupotentiaali, eikä sulavan lysiinin vähentäminen vaikuttanut sikojen kasvutuloksiin koejaksolla. Koko kokeen tuloksissa vain R4-ryhmällä rehuhyötysuhde oli kontrolliryhmää heikompi,

mutta aminohappojen määrän vähentäminen vaikutti lähes kaikilla koejaksoilla negatiivisesti rehuhyötysuhteeseen. Alemman lysiinin ryhmissä leikot pystyivät paremman syöntikyvyn kautta kompensoimaan paremmin matalampia lysiinitasoja kuin imisät. Taloudellisen arvioinnin jälkeen molemmilla sukupuolilla kannattaa pyrkiä runsaaseen valkuaisruokintaan. Taloudellisesti optimaalisin aminohappotaso voi olla jopa korkeammalla kuin tasolla R1, koska katetuotto nousi sitä mukaa kun siirryttiin korkeamman aminohappotason ryhmään, mutta sitä ei voida tämän tutkimuksen perusteella vahvistaa (Kyntäjä ym. 2016, 6).

Taulukko 1. Aminohappojen vaihteluvälit ruokintasuosituksissa (Sikojen ruokintasuositukset, 2014).

	Porsaasat		Lihasiat		
	alle 15 kg	15 - 25 kg	25 - 55 kg	55 - 80 kg	yli 80 kg
<b>Ohutsuolisulavat aminohapot, g/MJ NEk</b>					
Lysiini	1.12 - 1.14	1.10 - 1.12	0.98 - 1.01	0.79 - 0.84	0.69 - 0.74
Metioniini + kystiini	0.67 - 0.68	0.66 - 0.67	0.59 - 0.61	0.47 - 0.50	0.41 - 0.44
Treoniini	0.69 - 0.71	0.66 - 0.69	0.62 - 0.64	0.51 - 0.55	0.45 - 0.48
Tryptofaani	0.21 - 0.22	0.21	0.19	0.15 - 0.16	0.13 - 0.14
Valiini	0.75 - 0.76	0.74 - 0.75	0.66 - 0.68	0.53 - 0.56	0.46 - 0.50
<b>% lysiinistä</b>					
Metioniini+kystiini	60	60	60	60	60
Treoniini	62	62	63	65	65
Tryptofaani	19	19	19	19	19
Valiini	67	67	67	67	67
SRV, g/MJ NEk	15.5 - 16.5	15.2 - 16.2	14.4 - 15.2	12.3 - 13.5	11.8 - 12.8

### 1.5.2 Tanska

Tanskalaiset valkuaisruokintasuositukset perustuvat myös aminohappojen standardoituihin ohutsuolisulavuuksiin. Tanskan energia-arvojärjestelmä on erilainen, sillä Tanskassa energia-arvo perustuu fysiologiseen energiaan. Fysiologinen energia kuvaa rehun ravintoaineiden kykyä tuottaa adenosiniinifosfaattia (ATP) elimistössä. (Partanen 2012.) Taulukossa 2 on esitelty Pig reseach centerin (Seges) tekemät ruokintasuositukset lihasioille (Taulukko 2). Ruokintasuositukset on optimoitu vapaalle tai

lähes vapaalle ruokinnalle. Taulukossa on esitelty ensimmäisellä rivillä sian elopainovaihteluväli ja seuraavilla riveillä kunkin välttämättömän aminohapon suositukset. Viimeisessä sarakkeessa on ilmoitettu ihannevalkuaisen suhde, eli kuinka paljon muita välttämättömiä aminohappoja tulee olla suhteessa lysiiniin (%). Viimeisellä rivillä on ilmoitettu suositeltu minimitaso raakavalukuaiselle. (Tybrik ym. 2011.)

Taulukko 2. Tanskalaiset ruokintasuositukset grammoina tanskalaista rehuyksikköä (FUgr) kohti (Nutrient requirement standards, [viitattu 18.11.2017]).

Interval, kg	20-45	30-45	30-55	30-110	45-110	55-110	65-110	75-110	% of lysine*
				45-65	55-75				
Lysine	9.4	8.8	8.5	7.7	7.4	7.2	7.0	6.9	100
Methionine	2.8	2.7	2.6	2.3	2.2	2.2	2.1	2.1	30
Met+Cys	5.3	5.0	4.9	4.5	4.4	4.3	4.2	4.2	56-61
Threonine	5.9	5.6	5.5	5.1	4.9	4.8	4.7	4.6	63-67
Tryptophan	1.88	1.76	1.70	1.54	1.48	1.44	1.40	1.38	20
Isoleucine	5.0	4.7	4.5	4.1	3.9	3.8	3.7	3.7	53
Leucine	9.4	8.8	8.5	7.7	7.4	7.2	7.0	6.9	100
Histidine	3.0	2.8	2.7	2.5	2.4	2.3	2.2	2.2	32
Phenylalanine	5.1	4.8	4.6	4.2	4.0	3.9	3.8	3.7	54
Phen+tyrosine	9.4	8.8	8.5	7.7	7.4	7.2	7.0	6.9	100
Valine	6.3	5.9	5.7	5.2	5.0	4.9	4.7	4.7	67
Crude protein, minimum	140	130	127	120	115	112	109	108	-

### 1.5.3 Ruotsi

Ruotsin valkuais-suositukset on tehty mukailien useiden eri lähteiden (kuten INRA, NRC ja BSAS) valkuais-suosituksia. Taulukossa 3 on esitelty Ruotsin maatalousyliopiston (SLU) valkuais-suositukset lihasioille. Ensimmäisellä rivillä on painoväli, sulavan lysiinin suhde grammoina megajoulea nettoenergiaa kohti kasvavalle lihasiolle ja viimeisenä sulavan lysiinin suhde kokonaisenergiaan (Taulukko 3). Ensimmäisessä sarakkeessa on sian painoväli. Muiden välttämättömien aminohappojen suhde mukaillee BSAS:n 2003, NRC:n 1998 ja Jørgensen & Tybrik (2008) antamia suosituksia (Göransson, Lindberg & Borling 2010.)

Taulukko 3. Ruotsalaiset lysiinisuosituksset lihasioille (Aminosyror, [viitattu 20.11.2017]).

Viktsintervall	g sis-lysin/MJ NEv	g sis-lysin/MJ OE
10 - 30	0,94 – 1,03	0,71 – 0,77
30 - 60	0,85 – 0,94	0,64 – 0,71
60 – 90	0,74 – 0,81	0,56 – 0,61
90 - 120	0,63 – 0,70	0,47 – 0,53
<b>Enhetsfoder 30-120</b>	0,74 – 0,82	0,56 – 0,62

#### 1.5.4 Queensland, Australia

Australian Queenslandin ruokintasuositukset perustuvat energian osalta megajouleen sulavasta energiasta. Aminohappojen tarve ilmoitetaan näennäisenä ohut-suolisulavuutena. Taulukossa 4 on esitelty Queenslandin maa- ja kalatalousministeriön suositukset lihasioille (Taulukko 4). Ensimmäisellä rivillä on lueteltu eri painoluokat kullekin suositukselle, loppukasvatuksen suositukset on tehty sekakarsinoille sekä sukupuolilajitelluille sioille. Ensimmäisessä sarakkeessa on tavoiteltava rehun syönti kiloina ja tavoiteltava kokonaisenergiansaanti megajouleina sulavasta energiasta. Lisäksi on lueteltu ruokinnan tavoiteltavat megajoule- ja lysiinitasot. Lysiinin tarve on ilmoitettu grammoina megajoulea kohti. Lopuksi on vielä lueteltu muutaman välttämättömän aminohapon tarve suhteessa lysiiniin. (Department of agriculture and fisheries 2010.)

Taulukko 4. Queenslandin ruokinasuositukset lihasioille  
(Nutrient needs, [viitattu 20.11.2017]).

Diet	Creep <8 kg	Weaner 8-25 kg	Grower 25-60 kg	Grower finisher >30 kg	M/F finisher >60 kg	Male finisher >60 kg	Female finisher >60 kg
Voluntary feed intake (kg/day)#	0.3	1.1	2.3	3	3	3	3
DE intake target (MJ/day)*	4.5	16	30-32	30-32	32-34	28-30	28-30
<b>Energy</b>							
DE content (MJ/kg)	16.0	15.0	14	<14	13.2	13.2	13.2
<b>Available amino acids</b>							
Lysine/DE (g/MJ)	0.80	0.75	0.65	0.60	0.53	0.55	0.50
<b>Available amino acid : available lysine (ratio)</b>							
Methionine	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Methionine + cys	0.55	0.55	0.55	0.60	0.60	0.65	0.65
Tryptophan	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
Threonine	0.60	0.62	0.65	0.67	0.70	0.70	0.70
Isoleucine	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57

### 1.5.5 Topigs Norsvin

Topigs Norsvin perustettiin vuonna 2014, kun kaksi eläinaineksen jalostajaa, Topigs International ja Norsvin International, fuusioituivat. Yrityksen päätoimipaikka on Hollannissa. Suositukset ovat suoraan verrattavissa suomalaisiin ruokintasuosituksiin, sillä energia perustuu megajouleen nettoenergiasta ja aminohapposuositukset perustuvat standardoituihin ohutsuolisulavuuksiin. (Topigs Norsvin [viitattu 22.11.2017].) Taulukossa 5 on esitelty Topigs Norsvin E-linjan sikojen ruokintasuositukset (Taulukko 5). Ensimmäisessä sarakkeessa on sian sukupuoli ja ensimmäisellä rivillä painoväli suositukselle. Molemmille sukupuolille sekä leikoille on lueteltu keskimääräinen rehun syönti päivässä, tavoiteltava energiamäärä kilossa, standardoidun ohutsuolisulavan lysiinin tarve, kalsiumin tarve ja fosforille mainittu sekä kokonaistarve että sulavan fosforin tarve.



Taulukko 5. Topigs Norsvin E-linjan sikojen ruokintasuositukset (Feeding manual, [viitattu 20.11.2017]).

Sex	BW, kg	Starter	Grower	Finisher
		25 - 45	45 - 75	75 - 130
Castrates	Ave Daily feed intake, kg/day <sup>1</sup>	1,65	2,20	2,70
	NE, MJ/kg <sup>2</sup>	9,9	9,6	9,1
	EW <sup>3</sup>	1,13	1,09	1,03
	Lys. SID, g/kg <sup>2</sup>	10,9	8,50	6,20
	SID Lys/NE, g/MJ	1,10	0,89	0,68
	Ca, g/kg	7,95	6,64	5,38
	Available P, g/kg <sup>4,5</sup>	3,79	3,16	2,56
	Digestible P, g/kg <sup>4,5</sup>	2,74	2,29	1,86
Gilts	Ave Daily feed intake, kg/day <sup>1</sup>	1,59	2,05	2,48
	NE, MJ/kg <sup>2</sup>	9,9	9,7	9,3
	EW <sup>3</sup>	1,13	1,10	1,06
	Lys. SID, g/kg <sup>2</sup>	11,1	9,10	6,80
	SID Lys/NE, g/MJ	1,12	0,94	0,73
	Ca, g/kg	7,59	6,60	5,52
	Available P, g/kg <sup>4,5</sup>	3,62	3,14	2,63
	Digestible P, g/kg <sup>4,5</sup>	2,61	2,28	1,90
Boars	Ave Daily feed intake, kg/day <sup>1</sup>	1,43	1,93	2,44
	NE, MJ/kg <sup>2</sup>	10,1	9,9	9,6
	EW <sup>3</sup>	1,15	1,13	1,09
	Lys. SID, g/kg <sup>2</sup>	11,8	9,80	7,50
	SID Lys/NE, g/MJ	1,17	0,99	0,78
	Ca, g/kg	8,32	7,08	5,77
	Available P, g/kg <sup>4,5</sup>	3,96	3,37	2,74
	Digestible P, g/kg <sup>4,5</sup>	2,87	2,44	1,98

A-Tuottajat Oy halusi tutkia 1- ja 3-vaiheruokinnan eroja duroc-kolmiroturisteyssoilla tilaolosuhteissa. Oletuksena oli, että 3-vaiheruokinta on edullisempi ruokintatapa kuin 1-vaiheruokinta, koska 3-vaiheruokinnassa valkuaistasoja muutetaan sian kasvaessa ja ne vastaavat paremmin kunkin kasvatusvaiheen valkuaistarvetta. 1-vaiheruokinnassa alkukasvatuksessa porsas saa valkuaistuokintasuositukseen nähden liian vähän valkuaista ja loppuvaiheessa liikaa. Koska valkuainen on sian ruokinnassa kallein komponentti ja sian ruokintakustannus voi olla jopa 65 % muuttuvista kustannuksista, on sikatalouden heikentyneen kannattavuuden myötä tärkeää löytää kohteet, joista muuttuvia kustannuksia voidaan alentaa.

## **2 AINEISTO JA MENETELMÄT**

Tutkimuksessa seurattiin porsaita, jotka saapuivat tilalle 21.2.2017. Tutkimusaineistoa kerättiin koko kasvatusajalta. Viimeiset siat teurastettiin 23.5.2017. Tutkimukseen saatiin aineistoa porsaiden punnituksesta, rehunkulutuksesta ja laskemalla päiväkasvutulokset sekä laskennallinen valkuaisen syönti kasvatusajalle. Lisäksi teurastustiedoista saatiin tulokset lihaprosenteista ja mahdollisista hylkäyksistä.

### **2.1 Sikalan perustiedot**

Sikala, jossa koe suoritettiin, on A-Tuottajat Oy:n sopimustuotantotila ja toimii osana normaalia sianlihan tuotantoketjua. Tilalla on varattu koetoiminnalle kolme osastoa, johon mahtuu yhteensä 540 lihasikaa. Koeosastojen ruokintalinjastot on rakennettu siten, että osastossa oleviin karsinoihin on mahdollista jakaa kahta eri rehuseosta. Jokaisessa osastossa on 16 karsinaa, joista kaksi on varattu sairaskarsinoiksi. Yhteensä karsinaan mahtuu 12 sikaa, joten yksi venttiili ruokkii 24 sikaa. Siat kasvavat tilalla 13 viikkoa, jonka jälkeen ne toimitetaan teuraaksi.

### **2.2 Ruokintatekniikka**

Sikalassa on Pellon Group Oy:n liemiruokintalaitteisto ja rehujen sekoitus tapahtuu Pellon liemiruokkijan tietokoneen ja sen vaa'an avulla. Hallintatiedot tallentuvat tietokoneelle, joten niitä voidaan tarkkailla myöhemmin. Tilalla on kahdenkertainen ruokintalinjasto, jolloin jokaiselle osastolle voidaan jakaa kahta eri rehuseosta. Yhdellä osastolla on 8 venttiiliä, eli yhdellä venttiilillä ruokitaan kaksi karsinaa. Ruokkija on niin kutsuttu jäännösrehuruokkija, jolloin sekoitussäiliössä on pohjalla rehua edellisestä seoksesta. Rehuseoksen valmistus alkaa veden ottamisella sekoittajan säiliöön, jonka jälkeen vasaramylly jauhaa tarvittavan määrän ohraa ja vehnää seokseen. Rehua haudutetaan noin puoli tuntia sekoitussäiliössä välillä sekoittaen, jolloin rehuseoksesta tulee tasalaatuinen ja rehuartikkeleiden lajittuminen ei ole niin suurta. Haudutuksen jälkeen rehuseosta kierrätetään pumpun avulla ruokintalinjastoissa kaksi kertaa. Kun rehun kierrätys on suoritettu, aloitetaan varsinainen

ruokinta. Liemiruokkija jakaa rehuseoksen märkänä liemiruokkijan putkistoja jokaiselle venttiilille. Tietokoneelta ohjataan jaettavan rehun määrää venttiileittäin. Jokaiselle venttiilille jaettava määrä punnitaan jaon yhteydessä ja ruokinnan jälkeen seurataan, onko rehun jakomäärä oikea. Jos rehua on rehukaukaloissa puoli tuntia rehun jaon jälkeen, jakomäärää vähennetään ja jos rehukaukalo on puhdas ja kuiva rehusta, rehun määrää lisätään. (Äijö 2012, 143–147.)

## **2.3 Ruokintaryhmät ja käytetyt rehut**

### **2.3.1 Ruokintaryhmät**

Kokeessa oli mukana kolme osastoa ja porsaas jaettiin osastoihin siten, että toinen puoli osastosta oli 1-vaiheruokinnalla ja toinen puoli 3-vaiheruokinnalla, jolloin porsaiden kasvatusolosuhteet olivat samanlaiset (Taulukko 6). Taulukossa punaisella merkityillä venttiileillä A-karsina on sairaskarsina, eikä siihen siirrettyjen sikojen tuloksia ole huomioitu kokeessa. Porsaas jaettiin karsinoihin koon mukaan ja jokaisessa karsinassa oli suurin piirtein sama määrä sekä leikko- että imisäporsaita. Mikäli porsaissa oli jotain vikaa, esimerkiksi jalkavika, siirrettiin ne suoraan sairaskarsinaan eikä niitä huomioitu kokeessa. Saapuneista porsaista 36 poistettiin tutkimuksesta, koska ne olivat sairaskarsinan kanssa samalla venttiilillä (punaisella merkityn venttiilin B-karsina). Niistä ei kerätty tietoja eikä sairaskarsinaan siirrettyjen eläinten tuloksia huomioitu lopputuloksessa. Lopulliseen kokeeseen valittiin 1-vaiheruokintaan 264 porsasta ja 3-vaiheruokintaan 240 porsasta.

Taulukko 6. Koesikojen jako venttiileittäin

Osasto 1				
1-vaihe 72		ovi	3-vaihe 96	
Karsina	Venttiili		venttiili	karsina
1a	1		8	8a
1b				8b
2a	2		7	7a
2b				7b
3a	3		6	6a
3b				6b
4a	4		5	5a
4b				5b

Osasto 2				
3-vaihe 72		ovi	1-vaihe 96	
Karsina	Venttiili		venttiili	karsina
9a	9		16	16a
9b				16b
10a	10		15	15a
10b				15b
11a	11		14	14a
11b				14b
12a	12		13	13a
12b				13b

Osasto 3				
3-vaihe 72		ovi	1-vaihe Koe 96	
Karsina	Venttiili		venttiili	karsina
17a	17		24	24a
17b				24b
18a	18		23	23a
18b				23b
19a	19		22	22a
19b				22b
20a	20		21	21a
20b				21b

### 2.3.2 Rehut ja ruokinta

Porsaille annettiin heti tulopäivästä alkaen ruokintaryhmän mukaista rehua. Rehu jaettiin porsaille viisi kertaa päivässä automaattisesti liemiruokkijan tietokoneelle asetetun ruokintakäyrän mukaisesti. Rehua lisättiin tai vähennettiin päivittäin syönnin mukaan siten, ettei kaukalossa ollut edellisen jakokerran rehua jäljellä. Ruokintakäyrä pyrittiin rajoittamaan 3,0 kuiva-ainekiloon päivässä.

Molempien reseptien pääraaka-aine oli tilalla viljelty ohra ja vehnä. Lisäksi rehuseosta täydennettiin nestemäisellä ohravalkuaisrehulla ja tiivisteellä, joka sisälsi tarvittavat muun muassa kivennäisaineita, vitamiineja ja puhtaita aminohappoja. Taulukossa 7 on esitelty raaka-aineiden osuudet seoksissa (Taulukko 7).

Taulukko 7. Reseptien raaka-aineet ja niiden osuudet (%) seoksissa

	1-vaiheruokinta	3-vaiheruokinta, alkukasvatus	3-vaiheruokinta, keskivaihe	3-vaiheruokinta, loppukasvatus
<b>Ohra</b>	63,75	55,84	66,03	74,09
<b>Vehnä</b>	4,46	8,02	4,47	2,51
<b>A-Rehu OVR</b>	22,51	25,47	20,42	15,67
<b>A-Mix -tiiviste</b>	9,30	10,66	9,08	7,73

1-vaiheruokinnan siat saivat samaa rehuseosta koko kasvatusajan. 3-vaiheruokinnan sikojen reseptiä muokattiin kasvatuksen edetessä. Vaihto alkukasvatusrehulta keskivaiheen rehulle tehtiin kasvatusviikolla 4. Vaihto loppukasvatusrehulle tehtiin kasvatusviikolla 8. Siat ruokittiin loppukasvatusrehulla teurastukseen saakka. Osatot tyhjennettiin 23.5.2017.

Molempien ruokintaryhmien rehut koostuivat samoista komponenteista, ainoastaan seoksen valkuaisosat ja fosforitasot olivat ruokintaryhmillä erilaiset (Taulukot 8 ja 9). Valkuaistasot ja fosforin määrä optimoitiin A-Rehun valkuais- ja fosforisuositusten mukaisesti. A-Rehun valkuaisuositukset on tehty vuonna 2014 voimaan tullutta uutta valkuaisarvojärjestelmää mukaillen.

Taulukko 8. 1-vaiheruokinnan ravintoainesisältö

Ravintoaineet	Yksikkö	1-vaiheruokinta
<b>Energia</b>	MJ NEks/ka	10,9
<b>SRV</b>	g/MJ NEks	14,2
<b>SID Lysiini</b>	g/MJ NEks	0,91
<b>SID Treoniini</b>	g/MJ NEks	0,61
<b>SID Met.+Kys.</b>	g/MJ NEks	0,59
<b>Sulava fosfori</b>	g/MJ NEks	0,58
<b>Kalsium</b>	g/MJ NEks	0,78

Taulukko 9. 3-vaiheruokinnan ravintoainesisältö

Ravintoaineet	Yksikkö	3-vaiheruokinta, alkukasvatus	3-vaiheruokinta, keskivaihe	3-vaiheruokinta, loppukasvatus
<b>Energia</b>	MJ NEks/ka	10,8	10,9	10,9
<b>SRV</b>	g/MJ NEks	15,0	13,6	12,3
<b>SID Lysiini</b>	g/MJ NEks	1,01	0,88	0,77
<b>SID Treoniini</b>	g/MJ NEks	0,66	0,59	0,53
<b>SID Met.+Kys.</b>	g/MJ NEks	0,62	0,57	0,53
<b>Sulava fosfori</b>	g/MJ NEks	0,61	0,55	0,50
<b>Kalsium</b>	g/MJ NEks	0,90	0,74	0,65

## 2.4 Tietojen keruu

### 2.4.1 Punnitukset

Porsaattia punnittiin tutkimuksen aikana kahdesti. Ensimmäinen punnitus tehtiin, kokeen alussa 22.2.2017 ja kaikki porsaattia punnittiin karsinoitain. Toinen punnitus tehtiin kasvatusviikolla 7 ja toisessa punnituksessa jokaisesta osastosta punnittiin satunnaisesti valitun yhden venttiilin siat molemmista ruokintaryhmistä.

#### **2.4.2 Rehunkulutus ja rehujen kemiallinen koostumus**

Rehunkulutustiedot kerättiin joka kasvatusviikolta tiistaisin ja rehunkulutus kirjattiin ylös venttiilikohtaisesti (rehuysikköä / venttiili), jotta voitiin seurata toteutunutta rehunkulutusta. Venttiileittäin kerätty tieto laskettiin yhteen ja ilmoitettiin viikon kokonaisrehunkulutuksena. Näin saatiin seurattua toteutunutta ruokintakäyrää.

Rehuseoksista otettiin kokeen aikana yhteensä neljä kappaletta. Näytteiden koostumus analysoitiin Eurofins Viljavuuspalvelu Oy:lla. 1-vaiheruokinnan rehuseoksesta otettiin yksi näyte ja 3-vaiheruokinnan rehuseoksista otettiin näyte aina kun rehuseos vaihtui.

#### **2.5 Aineiston käsittely**

Ruokkijalta kerätty aineisto kerättiin Microsoft Excel -ohjelmaan, jossa painojen ja rehunkulutuksen ohella laskettiin sikojen päiväkasvuja ja rehunmuuntosuhteita. Teurastamolta saadut tulokset kerättiin myös Microsoft Excel -ohjelmaan. Teurastamolta saaduista tiedoista koostettiin teurastamon kärkipainovälin sioille sironta-kaavio lihaprosentista ja teuraspainosta. Näistä tutkittiin regressioanalyysillä, onko lukujen välille selittäjää. Lisäksi rehunkulutustietojen perusteella laskettiin koeryhmien valkuaisen syönti kasvatusajalle sekä valkuaisen syönti lisäkasvukiloa kohti. Valkuaisen syönti kasvatusaikana ja lisäkasvukiloa kohti laskettiin kaikille kokeen sioille. Kärkipainovälin sikojen elopaino laskettiin lihaprosentista jakamalla se luvulla 0,745. Luku sisältää kuumapainovähennyksen 2 %.

Regressioanalyysillä pyritään selvittämään poikkeavien havaintojen olemassaoloa ja mallin mahdollista väärää määrittelyä. Analyysin tavoitteena on löytää syy-seuraussuhde siten, että tulokset ovat tiettyjen ehtojen seuraamuksia. Päämäärä on löytää muuttujien välille yhteys ja kuvata sitä matemaattisella mallilla. (Holopainen & Pulkkinen 2003.)

## **3 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELUA**

### **3.1 Tutkimukseen osallistuneet eläimet**

Kokeen aikana 6 sikaa 1-vaiheruokinnasta ja 7 sikaa 3-vaiheruokinnasta sekoittui sairaskarsinoihin, niiden teuraspainot arvioitiin rehunmuuntosuhteen laskennassa ryhmien keskimääräisellä painolla. 1-vaiheruokinnan sioista teuraaksi tuli 249 ja 3-vaiheruokinnan sioista 227. Sikojen yleiskunto oli koko kokeen ajan hyvä. Kokeen aikana 1-vaiheruokinnan sioista kuoli tai siirrettiin sairaskarsinaan 9 sikaa ja 3-vaiheruokinnan sioista 6 sikaa, eikä niitä ole huomioitu kokeen lopputuloksissa. Kuolneiden ja sairastuneiden sikojen määrä vastasi tilan tavallista poistomäärää tuotannossa.

### **3.2 Sikojen punnitukset ja teuraaksi lähettäminen**

Kaikki siat punnittiin kokeen alussa sekä molemmista ruokintaryhmistä punnittiin kolmen venttiilin siat kasvatusviikolla 7. Punnitustulokset on esitelty taulukoissa 10–13. (Taulukot 10–13) Teuraaksi lähtevien eläinten paino arvioitiin silmämääräisesti niin, että se vastaa teurastamon kärkipainoväliä. Teurastamon kärkipainovälillä tarkoitetaan sian teuraspainoa, jolloin siitä saa teurastamon parhaan hinnan.

Alkupunnituksessa 22.2.2017 punnittiin kaikki kokeeseen osallistuvien karsinoiden porsaat. Molempien koeryhmien porsaiden alkupaino oli keskimäärin 30 kiloa (Taulukko 10).

Toisessa punnituksessa punnittiin kaikista osastoista molemmilta koeryhmiltä yksi venttiilillinen sikoja (24 kappaletta), 1-vaiheruokinnan siat punnittiin venttiileiltä 3, 16 ja 24. 3-vaiheruokinnan siat punnittiin venttiileiltä 6, 10 ja 19. Toinen punnitus tehtiin kasvatusviikolla 7. Taulukoissa 12 ja 13 on esitetty molempien ruokintaryhmien päiväkasvu, elopaino ja rehumuuntosuhde kasvatusviikkojen 1 ja 7 välillä. Kuten tuloksista näkee, kolmiroturisteytysten kasvu on alkuvaiheessa nopeaa ja rehunmuuntosuhde hyvä (Taulukot 12–13).



Osastoilla tehtiin yksi harvennus kasvatusaikana, jolloin silmämääräisesti arvioidut, teurastamon kärkipainovälin saavuttaneet siat, lähetettiin teuraaksi. Harvennus tehtiin kasvatusviikolla 11. Loput siat lähetettiin teuraaksi kerralla riippumatta painosta ja osasto tyhjennettiin 23.5.2017. Siat tatuoitiin ruokintaryhmäkohtaisesti ja teuras-tettiin Atrian teurastamolla Seinäjoella. Kaikista sioista määritettiin teuraspaino, li-haprosentti ja autofom-tiedot.

Taulukko 10. 1-vaiheruokinnan alkupunnituksen tulokset karsinoittain 22.2.2017

Venttiili	Määrä kpl	A	B
2	24	350	370
3	24	352	376
4	24	351	362
13	24	342	365
14	24	354	370
15	24	358	360
16	24	375	360
21	24	350	376
22	24	350	354
23	24	384	364
24	24	357	365

Taulukko 11. 3-vaiheruokinnan alkupunnituksen tulokset karsinoittain 22.2.2017

Venttiili	Määrä kpl	A	B
5	24	362	355
6	24	358	354
7	24	349	367
8	24	369	347
10	24	378	353
11	24	366	346
12	24	352	358
18	24	358	359
19	24	362	382
20	24	348	377

Taulukko 12. 1-vaiheruokinnan sikojen toisen punnituksen tulokset kasvatusviikoilla 1–7

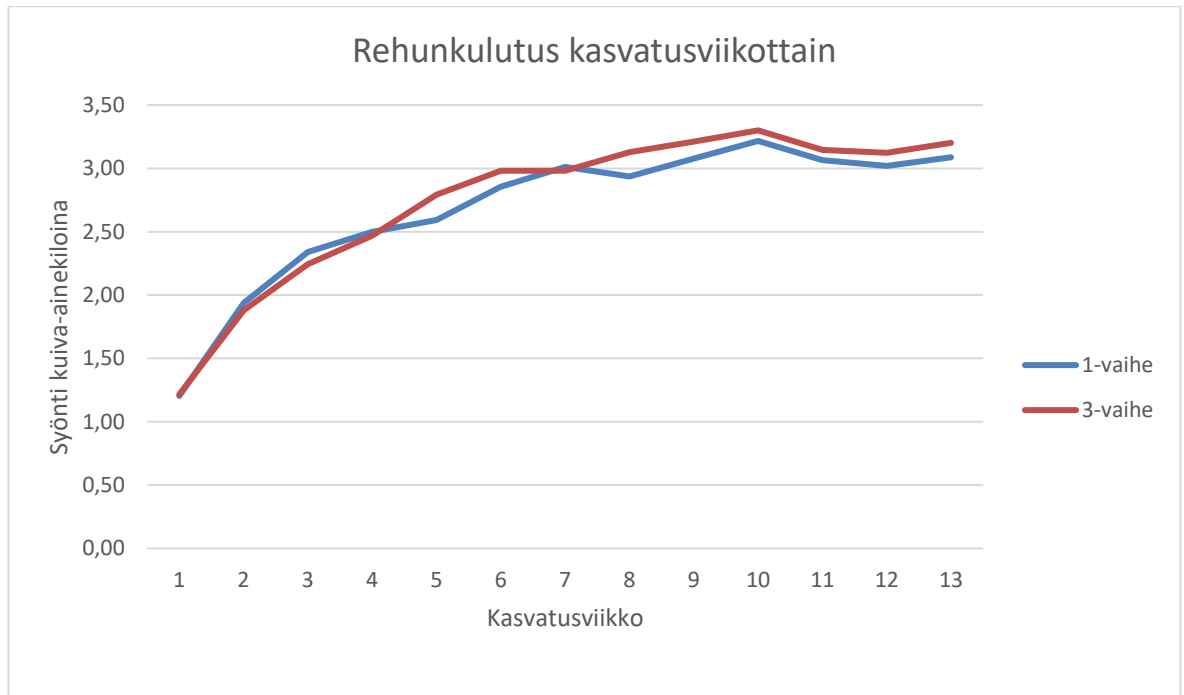
1-vaiheruokinta	Porsaiden alkupaino, kg	Paino/sika, kasvatusviikolla 7 (Venttiilin sikojen keskiarvo, kg)	Päiväkasvu, keskiarvo g Kasvatusviikoilla 1-7	Rehunmuunto-suhde MJ NE kasvatusviikoilla 1-7
Venttiili 3	30,33	86,8	1176,2	22,4
Venttiili 16	30,63	89,0	1216,1	21,9
Venttiili 24	30,08	86,2	1168,4	22,2
			1186,9	22,2

Taulukko 13. 3-vaiheruokinnan sikojen toisen punnituksen tulokset kasvatusviikoilla 1–7

3-vaiheruokinta	Porsaiden alkupaino, kg	Paino/sika, kasvatusviikolla 7 (Venttiilin sikojen keskiarvo, kg)	Päiväkasvu, keskiarvo g kasvatusviikoilla 1-7	Rehunmuunto-suhde MJ NE Kasvatusviikoilla 1-7
Venttiili 6	30,04	86,9	1184,9	21,2
Venttiili 10	30,46	87,9	1197,0	22,0
Venttiili 19	31,0	88,8	1203,1	21,8
			1195,0	21,7

### 3.3 Sikojen rehun käyttö ja rehumuuntosuhde

Kuviossa 1 on esitelty koeryhmien syönti kuiva-ainekiloina kasvatusviikoittain. Rehun syönti oli molemmilla ryhmillä hyvin tasainen. 3-vaiheruokinnan sioilla on nähtävissä pienet notkahdukset syönnissä kasvatus viikoilla 4 ja 8 kun rehuseos vaihtui. Lisäksi molempien ruokintaryhmien syönti notkahti kasvatusviikolla 11, kun osa sioista lähti teuraaksi (Kuvio 1).



Kuvio 1. Koeryhmien rehunkulutus kasvatusviikoittain kuiva-ainekiloina

Rehunmuuntosuhde ilmoitetaan kulutettuna rehuna lisäkasvukiloa kohti. A-Tuottajat Oy:n tavoite rehunmuuntosuhteelle lihasikojen ruokinnassa on 2,4–2,6 rehuyksikköä lisäkasvukiloa kohti, mutta yleensä rehunmuuntosuhde on korkeampi (A-Lihasika [Viitattu 22.11.2017]). Megajouleiksi muutettuna rehunmuuntosuhde tulisi olla 25,9–28,0 (Kytölä 2017). 3-vaiheruokinnan sikojen rehunmuuntosuhde oli megajouleiksi muutettuna 27,7 ja 1-vaiheruokinnan sioilla rehunmuuntosuhde oli 27,3, eli 1-vaiheruokinnan sioilla oli hieman parempi rehunmuuntosuhde. Molempien ruokintaryhmien rehunmuuntosuhde oli tavoiteltavan rajan yläpäässä. Tulokset olivat samansuuntaiset kuin Mooren, Mullanin ja Kimin (2016) tutkimuksessa, jossa tutkittiin erilaisia ruokintastrategioita elopainoltaan 30 – 100 kiloilla sioilla. Tutkimuksessa ei havaittu eroa syönnin ja rehunmuuntosuhteen ruokintatapojen (1-vaihe, 3-vaihe ja viikottain vaihtuva rehuseos) välillä. Myöskään O’Connell ym. (2005) eivät huomanneet eroja sikojen kasvussa 1-vaiheruokintaa verrattaessa 5-vaiheruokintaan.

### 3.4 Laskennallinen valkuaisen syönti kokeen aikana

Laskennallinen valkuaisen syönti laskettiin sikaa kohti koko kasvatusajalle ja lisäkasvukiloa kohti. Kasvatusajan valkuaisen syönti laskettiin kertomalla kasvatusaikana syödyt megajoulet seoksen tavoitevalkuaikeitasolla.

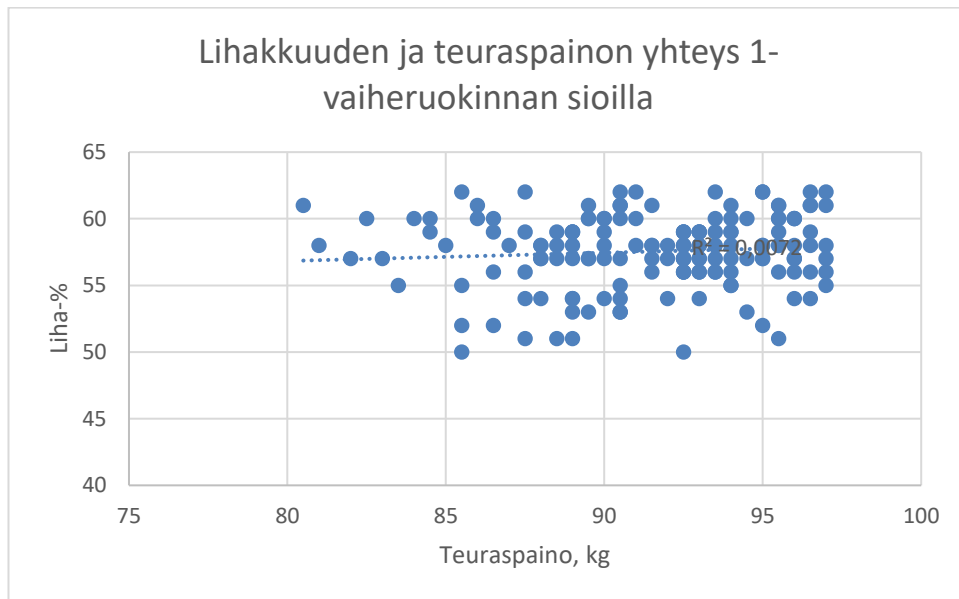
1-vaiheruokinnan sika söi keskimäärin 2645 MJ NE / sika. 1-vaiheruokinnan tavoitevalkuaikeitaso oli 14,1 grammaa sulavaa raakavalkeuaista / MJ NE. Seoksen tarkemmat ravintoaineet on lueteltu liitteessä 2. (Liite 2) 1-vaiheruokinnan sikojen keskielopaino oli 127 kiloa ja porsaan painon ollessa 30 kiloa, kertyi lisäkasvua 1-vaiheruokinnan sioille kokeen aikana 97 kiloa. Keskipaino laskettiin jakamalla keskimääräinen teuraspaino luvulla 0,745. Tällöin 1-vaiheruokinnan sian laskennallinen sulavan raakavalkeuaisten syönti koko kasvatusajalle oli 38,7 kiloa. Lisäkasvukiloon 1-vaiheruokinnan sika tarvitsi sulavaa raakavalkeuaista laskennallisesti 399 grammaa.

3-vaiheruokinnan sika söi kasvatusajalla yhteensä 2746,8 MJ NE / sika. Tästä alkukasvatusrehun osuus oli 430 MJ NE, keskivaiheen rehua 879,8 MJ NE / sika ja loppukasvatusrehua 1418,9 MJ NE / sika. Alkukasvatuksen tavoitevalkuaikeitaso oli 15,0 grammaa sulavaa raakavalkeuaista / MJ NE, keskivaiheessa 13,6 grammaa sulavaa raakavalkeuaista / MJ NE ja loppukasvatuksessa 12,3 grammaa sulavaa raakavalkeuaista / MJ NE. 3-vaiheruokinnan tarkemmat ravintoaineet on lueteltu liitteessä 1. (Liite 1) 3-vaiheruokinnan sikojen keskimääräinen elopaino oli 129 kiloa, kun porsaan paino oli 30 kiloa, kertyi 3-vaiheruokinnan sioille lisäkasvua kasvatusajalla 99 kiloa. Keskipaino laskettiin jakamalla keskimääräinen teuraspaino luvulla 0,745. 3-vaiheruokinnan sika söi laskennallisesti sulavaa raakavalkeuaista kasvatuskaudella 36,1 kiloa, jolloin lisäkasvukiloa sika söi sulavaa raakavalkeuaista 365 grammaa.

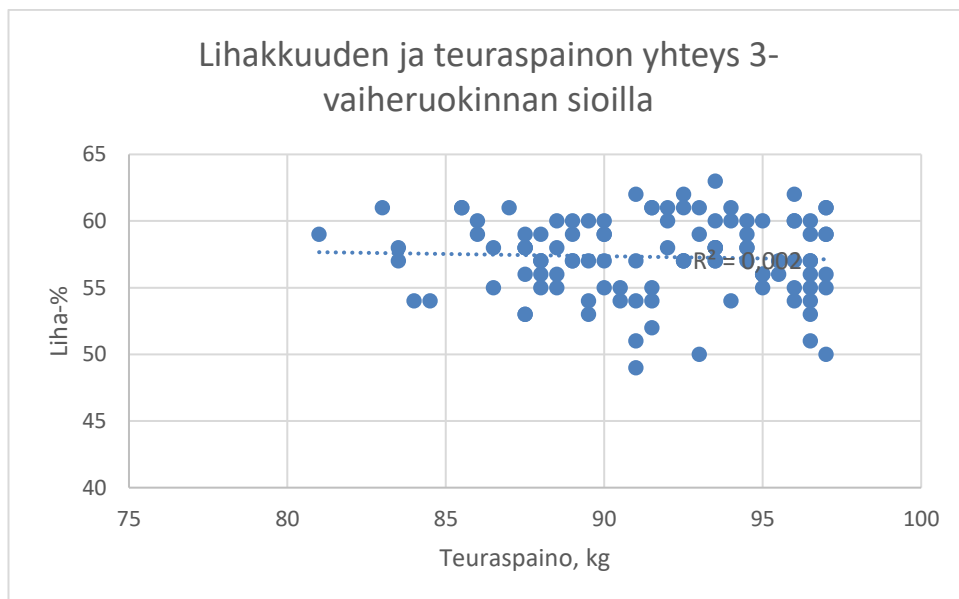
### 3.5 Sikojen ruhonlaatu

Kuvioissa 2 ja 3 on esitelty kärkipainovälin sikojen teuraspainon ja lihaprocentin sirottakaaviona (Kuviot 2 ja 3). Kärkipainovälin sioista tutkittiin regressioanalyysillä, riippuuko lihaprocentti teuraspainosta, mutta regressiokerroin ei ollut merkittävästi

nollasta poikkeava. Mallin selitysaste oli molemmissa myös lähellä nollaa, joten tämä myös tukee regressioanalyysin tulosta.



Kuvio 2. 1-vaiheruokinnan sikojen lihasprosentin ja teuraspainon yhteys



Kuvio 3. 3-vaiheruokinnan sikojen lihasprosentin ja teuraspainon yhteys

3-vaiheruokinnan sikojen lihasprosentit laskivat lopputyhjennykseen, verrattuna harvennukseen. 1-vaiheruokinnan sikojen lihasprosentti oli harvennuksessa ja tyhjennyksessä sama.

Koska sikoja ei lajiteltu karsinoittain, tuloksista ei selviä, lähtikö harvennuksessa enemmän leikkoja kuin imisiä teuraaksi. Jos näin on, lopputyhjennyksessä imisien määrä oli suurempi. Lopputyhjennyksen matalampi lihakkuus voisi selittyä sillä, että leikkojen syöntikyky on parempi ja ne pystyvät siksi syömään enemmän valkuaista kuin imisät. Imisien rajoittuneen syöntikyvyn takia ne eivät saa loppukasvatuksessa tarpeeksi valkuaista. Se voisi osaltaan selittää lopputyhjennyksen matalampaa lihaprosenttia. 1-vaiheruokinnalla valkuaistaso seoksessa on koko ajan sama ja korkeampi kuin 3-vaiheruokinnan loppukasvatusvaiheessa. Tästä voisi johtua, että 1-vaiheruokinnan imisät saivat pienemmästä syönnistä huolimatta enemmän valkuaista, eivätkä näin ollen rasvoittuneet yhtä herkästi. (Kyntäjä 2017.) Saman suuntaisia tuloksia saivat O'Connell ym. (2005). Heidän tutkimuksessaan leikot söivät vähemmän valkuaista, mutta pystyivät käyttämään sen imisiä paremmin hyödyksi. Leikot myös kasvoivat nopeammin O'Connell ym. (2005) tutkimuksessa, joten tämä tukee teoriaa leikkojen lähtemisestä aiemmin teuraaksi.

Immosen (2017) mukaan suuri hajonta 3-vaiheruokinnan lopputyhjennyksen lihaprosentissa voisi johtua myös siitä, että harvennuksen jälkeen karsinaan jääneet leikot söisivät edelleen enemmän kuin imisät. Leikkojen syödessä enemmän loppukasvatusvaiheessa, ne myös rasvoittuisivat enemmän rajallisen punaisen lihan tuotokyvyn takia. Immonen myös epäili, että suuremman syöntikyvyn takia loppuharvennuksessa leikot olisivatkin niitä, joilla oli matala lihakkuus ja imisillä olisi ollut korkeampi lihakkuus. Leikkojen suuren syöntikyvyn takia siat olisi hyvä sukupuolilajitella, jolloin leikkojen ruokintaa voitaisiin rajoittaa enemmän kuin imisien. Kun ruokintaa rajoitettaisiin maltillisesti jo alkukasvatusrehusta keskivaiheelle siirryttäessä, paranisi leikkojen lihaprosentti ja loppukasvatusvaiheen häiriökäyttäytyminen voisi olla vähäisempää. Näistä syistä johtuen 3-vaiheruokintaa olisi mielenkiintoinen tutkia sukupuolilajitelluilla sioilla.

Mikäli lopputyhjennyksen sioista suurin osa oli imisiä, voisi niiden lihaprosenttia lopputyhjennykseen saada nostettua antamalla rehua vapaammin tai nostamalla hie-man loppukasvatusrehuseoksen valkuaispitoisuutta. Tällä tavoin huonomman syöntikyvyn omaavien imisien valkuaisensyönti olisi suurempi, eikä lihaprosentti laskisi niin paljon. Tämä ei kuitenkaan ole ratkaisu, jos sikoja ei sukupuolilajitella. Punaisen

lihan tuottokyky laskee sian kasvaessa, joten ruokinnan rajoittamisella loppukasvatuvaiheessa voidaan rajoittaa rasvoittumista. Tästä syystä rehuannoksen kasvataminen loppukasvatuksessa rasvoittaisi todennäköisesti sekakarsinassa kasvatettavia leikkoja entisestään. Rehuannoksen lisääminen ja valkuaisen lisääminen nostavat rehukustannusta, mutta parantunut lihaprosentti vaikuttaisi hintaan positiivisesti. Paremmalla lihaprosentilla voitaisiin saada kompensoitua osan suuremmasta rehukustannuksesta. Aihetta pitäisi kuitenkin tutkia lisää, että tämä väite saataisiin varmistettua.

### **3.6 Kannattavuus**

Kokeen sioista suuri osa meni yli kärkipainorajan, mikä ei ole tavoiteltavaa. Luotettavuuden vuoksi kannattavuusluvut laskettiin kärkipainovälin sioille. Yli kärkipainorajan menneet siat laskettiin mukaan rehunmuuntosuhdetta laskettaessa. Koska sikojen kasvu oli kokeessa niin nopeaa, yli 1000 grammaa / päivä, olisi teuraat hyvä punnita ennen teurastamolle ilmoittamista, jolloin ryhmästä osattaisiin paremmin valikoida ne siat, jotka ovat saavuttaneet teurastamon ilmoittaman tavoitepainon. Teurastamon kärkipainovälin ylitys (ja alitus) vaikuttaa sianlihan hintaan negatiivisesti, joten sekin on hyvä syy punnita siat ennen teuraaksi ilmoittamista.

1-vaiheruokinnan rehukustannus oli kärkipainovälin sioilla 50,48 euroa / sika, kun se 3-vaiheruokinnalla oli 47,80 euroa / sika. Lisäkasvukiloa kohti ruokintakustannus oli 1-vaiheruokinnan sioilla 0,544 euroa ja 3-vaiheruokinnan sioilla 0,517 euroa. Edullisempi ruokinta kompensoi 3-vaiheruokinnan sikojen huonompaa lihakkuutta, alhaisempi lihaprosentti vaikuttaa tilityshintaan negatiivisesti. Mooren ym. (2016) tutkimuksessa todettiin, että 1-vaiheruokinta tai viikoittain vaihtuva -ruokinta olisivat edullisempia kuin 3-vaiheruokinta, johtuen matalammasta lysiinin syönnistä. Tulos ei vastaa tämän tutkimuksen tuloksia. Tämä voi selittyä sillä, että Mooren ym. (2016) tutkimuksessa on käytetty erilaisia rehuja ja erilaista lysiinin määrää.

## 4 YHTEENVETO

Taulukossa 14 on esitelty kokeen tulokset molemmille kasvatuseriille. Otokoko 1-vaiheruokinnalle 249 sikaa ja 3-vaiheruokinnalle 227 sikaa. Oletuksena oli, että 3-vaiheruokinta on edullisempi, mutta muuta vaikutusta ruokintatavalla ei ole. Tuloksia tarkasteltaessa havaittiin, että ruokintatavalla ei ollut vaikutusta elopainoon tai päiväkasvuun ( $p>0,05$ ). Mielenkiintoista oli, että 3-vaiheruokinnan sikojen lihaprosentti oli 0,6 prosenttiyksikköä matalampi kuin 1-vaiheruokinnan sioilla ( $p=0,015$ ). Tämän tutkimuksen perusteella ruokinnalla on selvä vaikutus lihaprosenttiin ja teuraspainoon, näiden tulokset olivat tilastollisesti merkittäviä. Tulos voi toki selittyä sillä, että 3-vaiheruokinnan sioilla oli enemmän hajontaa teuraspainossa ja lihaprosentissa, kuin 1-vaiheruokinnan sioilla.

Taulukko 14. Kokeen tulokset yhteenvetona

	1-vaiheruokinta	3-vaiheruokinta	SEM	P-arvo
	n=249	n=227		
<b>Elopaino, kg</b>	127	129	9,3	0,062
<b>Teuraspaino, kg</b>	94,7	95,9	6,69	0,049*
<b>Lihaprosentti</b>	57,5	56,9	2,85	0,015*
<b>Päiväkasvu, g</b>	1104	1125	101,9	0,062

\*tilastollisesti merkittävä



## 5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuksessa 3-vaiheruokinta oli 2,68€ / sika edullisempi kuin 1-vaiheruokinta. Kokeen siat kasvoivat molemmilla ruokintatavoilla yhtä hyvin ja rehumuuntosuhde oli molemmilla hyvä, mutta 3-vaiheruokinnan sikojen rehukustannus tuotettua lihakiloa kohti oli alhaisempi. Myös laskennallinen valkuaisensyöinti kasvatuskaudella ja lisäkasvukiloa kohti olivat alhaisemmat 3-vaiheruokinnan sioilla.

Tutkimuksen perusteella 3-vaiheruokinnan sikoja ei kannata kasvattaa aivan kärkipainorajan ylärajalle. Harvennuksen 3-vaiheruokinnan sioilla oli parempi lihaprosentti, mutta lopputyhjennyksessä se oli huonompi kuin 1-vaiheruokinnalla. Koska porsaita ei lajiteltu karsinoihin sukupuolen mukaan, eikä sioista mainittu harvennuksen tai lopputyhjennyksen yhteydessä sukupuolta. Tämän johdosta olisi mielenkiintoista tutkia 3-vaiheruokintaa lisää sukupuolilajittelemalla siat. Todennäköisesti ensimmäisessä harvennuksessa lähti pääasiassa paremmin syöviä ja kasvaneita leikkoja teuraaksi ja lopputyhjennyksessä imisiä, joka voisi selittää lopputyhjennyksen suuremman lihaprosentin hajonnan.

## LÄHTEET

- A-Lihasika. [Verkkosivu]. A-Tuottajat Oy. [Viitattu 22.11.2017]. Saatavana: <https://www.atriatuottajat.fi/atriasika/ruokintajarehut/alihaska/Sivut/default.aspx>
- Department of agriculture and fisheries. 8.7.2010. Nutrient needs. [Verkkosivu]. Queensland government. [Viitattu 20.11.2017]. Saatavana: <https://www.daf.qld.gov.au/animal-industries/pigs/feed-nutrition/nutrients-diets/nutrient-needs>
- Göransson, L., Lindberg, J. E. & Borling J. 21.6.2010. Aminosyror. [Verkköjulkaisu]. Sveriges lantbruksuniversitet. [Viitattu 20.11.2017.] Saatavana: [https://www.slu.se/globalassets/ew/org/inst/huv/bilder-fran-gamla-webben/verktyg/fodermedel-och-naringsrek-till-gris/naringsrekommendationer/naringsrekommendation\\_aminosyror\\_2010\\_2.pdf](https://www.slu.se/globalassets/ew/org/inst/huv/bilder-fran-gamla-webben/verktyg/fodermedel-och-naringsrek-till-gris/naringsrekommendationer/naringsrekommendation_aminosyror_2010_2.pdf)
- Immonen, N. 2017. Kehityspäällikkö A-Tuottajat Oy. Henkilökohtainen tiedonanto 30.11.2017.
- Karhapää, M., Kortelainen, T. & Damgaard Poulsen, H. 2014. Ruokintastrategiat fosforin ja typen määrän vähentämiseksi lannassa. [Verkköjulkaisu]. Saatavana: [www.jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/482915/mtrraportti149.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/482915/mtrraportti149.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Holopainen, M & Pulkkinen, P. 2003. Tilastolliset menetelmät. 1.–2. p. Helsinki: WSOY.
- Kyntäjä, S., Siljander-Rasi, H. ja Niemi, J. 2.8.2016. Uuden valkuaisjärjestelmän toimivuus kolmirotusioilla. [Verkköjulkaisu]. Suomen maataloustieteen seura. [Viitattu 19.10.2017] Saatavana: [http://www.smts.fi/fi/Kyntaja\\_Siljander-Rasi\\_Niemi\\_2016](http://www.smts.fi/fi/Kyntaja_Siljander-Rasi_Niemi_2016)
- Kyntäjä, S. 2017. Myyntipäällikkö. A-Rehu Oy. Keskustelu 29.11.2017.
- Kytölä, K. 2017. Sikarehujen tuotepäällikkö. A-Rehu Oy. Haastattelu 24.11.2017.
- Liu, S., Ni J-Q., Radcliffe, J. S. ja Vonderohe, C. E. 2017. Mitigation of ammonia emissions from pig production using reduced dietary protein with amino acid supplementation. Biosource Technology 233. 200-208.
- Luonnonvarakeskus. 10.6.2015. Sikojen ruokintasuositukset 2014. [Verkköjulkaisu.] Luonnonvarakeskus. [Viitattu 10.10.2017]. Saatavana: <https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Rehutaulukot/Ruokintasuositukset/Siat/Sikojen%20ruokintasuositukset%20lopullinen.pdf>

- Moore, K. L., Mullan, B. P., ja Kim, J. C. 2016. An evaluation of the alternative feeding strategies, blend feeding, three-phase feeding or a single diet, in pigs from 30 to 100kg liveweight. *Animal Feed Science and Technology* (216) 273–280.
- Nieminen, A. 2016. Tarkka ruokinta säästää ympäristöä. *KM-vet* (6), 44–46.
- O’Connel, M. K., Lynch, P.B. ja O’Doherty J. V. 2005. A comparison between feeding a single diet or phase feeding a series of diets, with either the same or reduced crude protein content, to growing finishing pigs. *Animal Science* 2005, (81) 297-303.
- Partanen, K. & Volanto, P. 2007. Isoille lihasioille riittää vähempikin fosfori. [Verkkojulkaisu]. *Maaseudun tiede*. [Viitattu 10.12.2017]. Saatavana: <https://juku.kuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/464447/mtt-mt-v64n01s12a.pdf?sequence=1>
- Partanen, K., Karhapää, M., Särkijärvi, S., Palander, S., Tuori, M. & Voutila, L. 2010. Sikojen ruokintasuositukset ja fytaasin vaikutus fosforin sulavuuteen. [Verkkojulkaisu]. *Maatalouden tutkimuskeskus: Rehuarvoseminaari*. [Viitattu 10.12.2017]. Saatavana: [https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Rehutaulukot/Tietoa\\_palvelusta1/Rehuarvoseminaari\\_2010/824ECB159B32D9ADE040A8C0023C478B](https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Rehutaulukot/Tietoa_palvelusta1/Rehuarvoseminaari_2010/824ECB159B32D9ADE040A8C0023C478B)
- Partanen, K. & Perttilä, S. 2012a. Valkuainen ja aminohapot. Teoksessa: K. Kaaro, A. Kuisma, A. Nopanen, K. Partanen, S. Perttilä & H. Äijö. *Sikatalous*. Helsinki: Opetushallitus. 46–47.
- Partanen, K. & Perttilä, S. 2012b. Lihasikojen ruokinta. Teoksessa: K. Kaaro, A. Kuisma, A. Nopanen, K. Partanen, S. Perttilä & H. Äijö. *Sikatalous*. Helsinki: Opetushallitus. 56–58.
- Partanen, K. 2012. Sianrehujen rehuarvojärjestelmät Pohjoismaissa: voiko rehuarvoja muuttaa järjestelmästä toiseen? [Verkkojulkaisu]. Saatavana: [https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Rehutaulukot/Rehutaulukot/laskentaperusteet/Sikojen\\_rehuarvojarjestelmat\\_2012.pdf](https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Rehutaulukot/Rehutaulukot/laskentaperusteet/Sikojen_rehuarvojarjestelmat_2012.pdf)
- Siljander-Rasi, H. ja Niemi, J. 16.2.2016. Luken ja yritysten yhteistutkimus tarkensi lihasikojen aminohapporuokintaa. [Verkkojulkaisu]. *Luonnonvarakeskus*. [Viitattu 10.10.2017]. Saatavana: <https://www.luke.fi/asiakasesimerkit/luken-ja-yriysten-yhteistutkimus-tarkensi-lihasikojen-aminohapporuokintaa>.
- Siljander-Rasi, H. & Perttilä, S. 2006. Sian ruoansulatus ja ravinnontarve. Teoksessa: T. Jälkö, U. Ketola, A. Nopanen, K. Partanen, S. Perttilä & H. Siljander-Rasi. *Sian ruokinta ja hoito*. Jyväskylä: Gummeruksen kirjapaino. Tieto tuottamaan 114, 14–26.

- Siljander-Rasi, H. 2006. Lihasiat. Teoksessa: T. Jälkö, U. Ketola, A. Nopanen, K. Partanen, S. Perttilä & H. Siljander-Rasi. Sian ruokinta ja hoito. Jyväskylä: Gummeruksen kirjapaino. Tieto tuottamaan 114, 83–90.
- Topigs Norsvin Oy. 13.8.2012. Feeding Manual – feeding manual TOPIGS finishers. [Verkkójulkaisu]. Topigs support & development. [Viitattu 20.11.2017]. Saatavana: <https://varkens.nl/sites/default/files/Feeding%20Manual%20Tempo%20progeny%202012.pdf>
- Topigs Norsvin. [Verkkójulkaisu]. Finnpig Oy. [Viitattu 22.11.2017]. Saatavana: <http://www.finnpig.fi/elainaines/topigs-norsvin/>
- Tybrik, P., Sloth, N. M., Kjeldsen, N. & Shooter, L. 26.10.2017. Nutrient requirement standards. [Verkkójulkaisu]. 26th edition. Seges Pig Research Center. [Viitattu 18.11.2017]. Saatavana: <http://www.pigresearchcentre.dk/~media/Files/PDF%20-%20UK/Normer/Nutrient%20req%20Denmark.pdf>
- Äijö, H. 2012. Sikalan rehunteko ja ruokintalaitteet. Teoksessa: K. Kaaro, A. Kuisma, A. Nopanen, K. Partanen, S. Perttilä & H. Äijö. Sikatalous. Helsinki: Opetushallitus. 143–147.

## **LIITTEET**

Liite 1. 3-vaiheruokinnan seosten koostumus ja ravintoaineet

Liite 2. 1-vaiheruokinnan seosten koostumus ja ravintoaineet

## LIITE 1 3-vaiheruokinnan seosten koostumus ja ravintoaineet

Ravintoaineet	Alkukasvatus	Keskivaihe	Loppukasvatus
Kuiva-aine %	48,4	53	58,3
Raakakuitu %/kuiva-aine	4,1	4,2	4,3
Raakavalkuainen %/kuiva-aine	19,7	18,2	16,7
MJ NE kasvava sika/kuiva-aine	10,8	10,9	10,9
Sulava raakavalkuainen g / MJ NE	15	13,6	12,3
Standardoitu ohutsuolisulava lysyiini g / MJ NE	1,01	0,89	0,78
Standardoitu ohutsuolisulava treoniini g / MJ NE	0,66	0,59	0,53
Standardoitu ohutsuolisulava Metioniini + Kystiini g / MJ NE	0,62	0,58	0,53
Kalsium g / MJ NE	0,9	0,77	0,65
Fosfori g / MJ NE	0,6	0,55	0,5
Sulava fosfori g/ MJ NE	0,32	0,29	0,26
Natrium g / MJ NE	0,23	0,2	0,17
A-Vitamiini 1000ky / MJ NE	661	561	476
D3-vitamiini mg / MJ NE	142	121	103
E-vitamiini mg / MJ NE	9,0	8,2	7,5

## Liite 2 1-vaiheruokinnan seoksen koostumus

<b>Ravintoaineet</b>	<b>1-vaiheruokinta</b>
<b>Kuiva-aine %</b>	51,0
<b>Raakakuitu %/kuiva-aine</b>	4,2
<b>Raakavalkuainen %/kuiva-aine</b>	18,8
<b>MJ NE kasvava sika/kuiva-aine</b>	10,8
<b>Sulava raakavalkuainen /MJ NE</b>	14,1
<b>Standardoitu ohutsuolisulava lysyiini g /MJ NE</b>	0,92
<b>Standardoitu ohutsuolisulava treoniini g / MJ NE</b>	0,61
<b>Standardoitu ohutsuolisulava Metioniini + Kystiini g / MJ NE</b>	0,59
<b>Kalsium g / MJ NE</b>	0,79
<b>Fosfori g / MJ NE</b>	0,57
<b>Sulava fosfori g / MJ NE</b>	0,3
<b>Natrium g / MJ NE</b>	0,2
<b>A-Vitamiini k.y. /MJ NE</b>	576
<b>D3-vitamiini k.y. / MJ NE</b>	124
<b>E-vitamiini mg / MJ NE</b>	8,3