

Valkuaisruokinnan tasojen vaikutukset immunokastroitujen karjujen tuotantotuloksiin

¹Liisa Voutila, ²Anna Ollila, ³Jarkko Niemi, ²Anna Valros, ²Claudio Oliviero, ²Mari Heinonen, ²Olli Peltoniemi

¹MTT Kotieläintuotannon tutkimus, Animale, 31600 Jokioinen

²HY Eläinlääketieteellinen tiedekunta, Kliinisen tuotantoeläinlääketieteen osasto, Paroninkuja 20, 04920 Saarentaus

³MTT Taloustutkimus, Kampusranta 9, 60320 Seinäjoki

Tiivistelmä

Karjunhajua esiintyy karjujen eli kastroimattomien urossikojen lihassa hyvin yleisesti, mikäli ne teurastetaan sukukypsyyssiässä. Ulkomaisten tutkimusten perusteella immunokastratio ja kasvatusta normaaliin teuraspainoon on kannattavampaa kuin karjujen teurastaminen liian kevyenä. Lisäksi immunokastroidusta karjuista saadaan vähintään yhtä hyvälaatuista lihaa kuin leikoista. Immunokastroitujen karjujen valkuaisruokintasuositusta ja tuotannon kannattavuuden optimointia ei ole vielä tehty suomalaisen sianlihantuotannon näkökulmasta. Muutenkin suomalaisten sikojen valkuaisruokintasuositukset olisi syytä päivittää, koska eläin on muuttanut edellisen päivituksen jälkeen. Tutkimuksessa selvitettiin immunokastroitujen karjujen ja leikkojen kustannustehokasta valkuaisruokintaa.

Immunokastroituja karjuja ja leikkoja kasvatettiin yhteensä 208 kpl kolmivaiheisella täysrehuruokinnalla MTT:n Hyvinkään tutkimusasemalla 27 kg:sta noin 114 kg loppuelopainoon. Immunokastratorokote annettiin 3. ja 7. kasvatusviikolla. Seitsemälle sialle annettiin kolmas rokote 9. tai 10. kasvatusviikolla immunokastration onnistumisen varmistamiseksi. Kolme ryhmää sai ruokintavaiheissa standardoitua ohutsuolisulavaa (SID) lysiiniä rehuyksikössä (ry) R1: vähän (8,5; 7,2; 6,3), R2: noin nykysuositus (9,5; 8,1; 7,1) tai R3: paljon (10,0; 8,5; 7,4). SID metioniini-, kystiini-, treoniini- ja tryptofaanipitoisuudet vakioitiin suhteessa lysiiniin. Rehu jaettiin kahdesti päivässä ja 1., 2. ja 3. ruokintavaiheen lopussa annettu energiamäärä oli 2,44; 3,20 ja 3,40 ry/d. Teurastuksen yhteydessä sikojen ruhot luokitettiin Autofom-laitteistolla. Tilastollisessa mallissa lysiinitaso (3 kpl) ja sukupuoli (2 kpl) olivat vakioituneet muuttujat. Kasvu- ja teurastietoaineistossa karsina oli satunnaismuuttuja.

Sikojen päiväkasvu oli kaikissa ryhmissä samanlainen, vaikka alkupaino siihen vaikuttikin ($p < 0,001$). R2 ja R3 rehuyötysuhde oli parempi kuin R1 ja parempi immunokastroiduilla karjuilla kuin leikoilla ($p < 0,05$). Immunokastroiduilla karjuille ei suositella ruokinnan rajoittamista, koska se hidastaa kasvua, vaikka rehuyötysuhde ei muutu. Tässä tutkimuksessa ruokinta oli lähes vapaa. Teurassaanto oli leikoista parempi kuin karjuista (75,8 vs. 74,9%; $p < 0,005$), mikä oli odotettu tulos. Koko ruhon lihaprosentti oli R3:ssa korkeampi kuin R1:ssä ($p < 0,05$). R3 immunokastroitujen karjujen koko ruhon lihaprosentti oli muita parempi ($p < 0,05$). Tässä kokeessa immunokastroitujen karjujen kasvataminen oli hyvän rehuyötysuhteen ja ruhon lihaprosentin ansiosta taloudellisesti kannattavampaa kuin leikkojen mutta vain R3:ssa.

Tämän tutkimuksen perusteella immunokastroiduilla karjuilla on parempi rehuyötysuhde ja lihaprosentti ja niiden tuotanto on taloudellisesti kannattavampaa kuin leikoilla. Ero korostuu, kun rehu on kallista ja sioille annetaan paljon valkuaista.

Asiasanat

lihasika, immunokastratio, päiväkasvu, rehuyötysuhde, teuraslaatu

Johdanto

Useissa Euroopan maissa laki velvoittaa käyttämään anestesiaa/kivunlievitystä urossikojen (karjujen) kirurgisen kastraation yhteydessä. Immunokastratiota pidetään vaihtoehtona kirurgiselle kastraatiolle maissa, joissa karjuja ei kasvateta lihantuotantoon. Jos karjuja ei kastroida lainkaan kasvatuksen aikana, ne tulee teurastaa ennen sukukypsyyttä karjunhajun välttämiseksi lihassa (Dunsha ym. 2005). Karjujen teurastaminen ennen sukukypsyyttä tai kirurgisesti kastroitujen karjujen (leikkojen) kasvataminen on kuitenkin tuotantotaloudellisesti tehottomampaa kuin immunokastroitujen karjujen kasvataminen: jälkimmäiset kasvavat paremmin ja niistä saadaan parempilaatuinen ruho sekä vähintään yhtä hyvälaatuista lihaa kuin leikoista (Dikeman 2007, Fuchs ym. 2009, Pauly ym. 2009, Pauly ym. 2010). Lisäksi on esitetty, että immunokastroitujen karjujen käyttäytyminen ei aiheuttaisi ongelmia lihasiantuotannossa, kun karsinassa on vain samaa sukupuolta olevia sikoja (Baumgartner ym. 2010). Immunokastratiion taloudellista merkitystä ei ole tutkittu Suomessa, mutta ulkomaisia tutkimuksia on julkaistu eri tuotantotavoista (mm. Novoselova 2007, de Roest ym. 2009, Valeeva ym. 2010).

Immunokastroitujen karjujen stressitasoista hormonaalisella tasolla kastraatorokotusten yhteydessä on kuitenkin kovin niukasti tietoa. Kirjallisuuden perusteella niille on mahdollista antaa kasvatuksen loppuvaiheessa runsaammin energiaa kuin leikoille, kunhan rehussa on myös riittävästi valkuaista (erityisesti lysiiniaminohappoa) (mm. Hemonic ym. 2009, Pauly ym. 2009, Fabrega ym. 2010). Kolmivaiheruokintatutkimuksia immunokastroiduilla karjuilla on toistaiseksi raportoitu niukasti ja niiden tulosten sovellettavuus suoraan suomalaiseen sianlihantuotantoon ei ole hyvä.

Suomalaisten sikojen valkuaisruokintasuositukset on päivitetty viimeksi vuonna 2002 ja silloinkin ns. valkoisten rotujen maatiaisen ja yorkshiren risteytyksillä tehtyjen ruokintakokeiden perusteella. Nykyisin kuitenkin jo yli 80 % Suomen sianlihantuotannosta perustuu ns. värillisiin kolmiroturisteytysikoihin, joiden isärotuina käytetään Duroc- tai Hampshire-rotuja. Tämä tutkimus palvelee siten sekä immunokarjujen että leikkojen osalta valkuaisruokintasuositusten optimoimista.

Tavoitteena oli selvittää immunokastroiduille karjuille sopivaa ja kustannustehokasta aminohapporuokinnan tasoa ja ruokinnan optimoinnin vaikutuksia immunokastroitujen karjujen yksikkötuotantokustannuksiin (€/kg lihaa)

Aineisto ja menetelmät

Koe-eläiminä oli yhteensä 208 Duroc-maatiassiospermalla siemennettyjen yorkshire x maatiaisristeytysseosten porsasta (104 leikkoa ja 104 immunokastroitavaa karjua). Porsaat kasvatettiin tutkimus- aseman välikasvattamon normaalikäytäntöjen mukaisesti pahnueittain. Lihaskavaiheessa pahnueiden veljekset arvottiin eri käsittelyihin ja siat kasvatettiin 4 sian karsinoissa. Syntymäpainoltaan alle 1 kg porsaita ei otettu kokeeseen. Siat rokotettiin lihasikavaiheessa kahdesti immunokastratiiorokotteella 3. ja 7. lihasikalaviikolla eli noin 10 ja 16 viikon iässä. Siat lähetettiin teuraaksi aikaisintaan 4 ja enintään 10 viikon kuluttua toisesta rokotuksesta. Rokotusten yhteydessä mitattiin rokotustyöhön menevä aika karsinoittain.

Koekäsittelyt järjestettiin 2 x 3 faktoriaalisesti ja tutkittavina tekijöinä olivat sukupuoli (leikot, immunokastroidut karjut) ja ruokinta (kolme eri aminohapporuokinnan tasoa). Tilastollisessa mallissa lysiinitaso ja sukupuoli olivat vakioituneet muuttujat. Kasvu- ja teurastietoaineistossa karsina oli satunnaismuuttuja.

Aminohappokoostumuksen optimoinnissa käytettiin standardoitujen ohutsuolisulavuuksien kertoimia (SID) näennäisten ohutsuolisulavuuksien kertoimien sijaan. Lihaskavaiheen koerehut optimoitiin vastaamaan nykyisiä lihasikojen ruokintasuosituksia (MTT Rehutaulukot ja ruokintasuositukset 2013) muilta osin kuin aminohappo- ja sulavan raakavaluaisen (SRV) tasoiltaan. Rehujen laskentaa varten analysoitiin raaka-aineista ohran ja soijarouheen koostumukset. Hiven-vitamiini-suolaseoksen koostumus otettiin vakuustodistuksesta.

Kaikkiin rehuihin lisättiin fytaasi-entsyymiä 0,125 kg/tonni (500 FTU/ kg rehua). Fytaasilisän johdosta ohran ja soijarouheen fosforin sulavuudet nousivat, joten sulavan fosforin määrä muutettiin ohralle ja soijarouheelle. Fosforin sulavuuskertoimina käytettiin tanskalaisen Info Svin (2013) - sivuston antamia fytaasilisän huomioivia kertoimia, 46 % ohralle ja 56 % soijalle.

Kolme ryhmää sai ruokintavaiheissa standardoitua ohutsuolisulavaa lysiiniä rehuyksikössä R1: vähän (8,5; 7,2; 6,3), R2: noin nykysuositus (9,5; 8,1; 7,1) tai R3: paljon (10,0; 8,5; 7,4). SID metioniini-, kystiini-, treoniini- ja tryptofaanipitoisuudet vakioitiin suhteessa lysiiniin. Koerehujen energiapitoisuudet olivat keskimäärin alkukasvatuksessa 0,97 ry/kg, keskikasvatuksessa 0,95 ry/kg ja loppukas-

vatuksessa 0,97 ry/kg. Siat ruokittiin kahdesti päivässä ja 1., 2. ja 3. ruokintavaiheen lopussa annettu energiamäärä oli 2,44; 3,20 ja 3,40 ry/d. Ruokintakäyrä oli siis runsaampi kuin runsas-runsas.

Siat punnittiin kokeen alussa, alkukasvatuksen lopussa, keskikasvatuksen lopussa ja kokeen lopussa teuraaksi lähetettäessä. Tavoiteloppuelopaino oli 115 kg. Siat teurastettiin HK Agri Oy:n teurastamolla Forssassa ja niistä kerättiin AutoFomilla saadut teurastiedot.

Ruokintavaihtoehtojen ja sukupuolten taloudellisen tuloksen vertailemiseksi kullekin ruokintavaihtoehdolle (R1, R2, R3) laskettiin katetuotto A, joka saadaan vähentämällä myyntituloista muuttuvat kustannukset. Laskelmassa otettiin huomioon koerehu-, porsas-, liikepääoman korko ja sekalaiset muuttuvat kustannukset. Taulukossa 1 on esitetty keskeiset hintatiedot, joita käytettiin laskelmassa. Tunnusluvut laskettiin kokeen tulosten perusteella sikapaikkaa ja vuotta kohti. Laskelmassa keskityttiin pelkästään lihasikalaa. Muita toimitusketjun osia (mm. eläinlogistiikka, teurastamo) tarkastellaan myöhemmin hankkeen edetessä. Mahdollisia kuluttajareaktioita ei tässä hankkeessa tutkita. Katetuotolaskelmassa otettiin kuitenkin huomioon kahden eri kastraatiovaihtoehdon väliset erot työ- ja materiaalikustannuksissa (rehu, lääkeaine) sekä porsas- että lihasikalassa, mikä näkyy porsaskustannuksissa. Rokotuksen työ- ja ainekustannukset olivat noin 3,6 €/lihasika, josta rokotteen osuus oli noin 3,0 €/lihasika. Laskelmissa käytettiin alkuvuoden 2013 hintatietoja, jotka saatiin maataloustilastoista sekä keräämällä alan toimijoilta. Tällä aikajaksolla porsaan, rehun että lihasian hinnat olivat melko korkeat. Lisäksi tehtiin herkkyystarkastelu, jossa rehun ja lihan hintoja nostettiin tai laskettiin taulukon 1 lähtötiedoista pitäen muut tunnusluvut ennallaan.

Taulukko 1. Katetuotolaskelmissa eri ruokintatasoilla (R1, R2, R3) käytettyjä hintoja.

	R1	R2	R3	Yksikkö
Immunokarjuporsas*	78.14	78.66	78.63	€/kpl
Leikkoporsas*	74.29	75.45	75.36	€/kpl
Porsasrehu	0.44	0.44	0.44	€/ry
Lihasian rehu 1	0.24	0.25	0.26	€/ry
Lihasian rehu 2	0.23	0.24	0.25	€/ry
Lihasian rehu 3	0.21	0.22	0.23	€/ry
Muut muuttuvat kulut	5.79	5.79	5.79	€/lihasika
Työn hinta	15.00	15.00	15.00	€/h
Lihan hinta	1.80	1.80	1.80	€/kg
Lihaprocentin hinta	0.02	0.02	0.02	€/kg
Korkovaatimus	5.00	5.00	5.00	%

*Sisältää kastraation ja immunokastration työ- ja materiaalikustannukset.

Tulokset ja tulosten tarkastelu

Sikojen päiväkasvu koko lihasikavaiheen aikana oli kaikissa ryhmissä samanlainen, vaikka alkupaino siihen vaikuttikin ($p < 0,001$). Alku- ja keskikasvatuksen aikana immunokastroidut karjut kasvoivat leikkoja hitaammin ($p < 0,05$), mutta loppukasvatuksen aikana immunokastroitujen karjujen nopeampi kasvu ($p < 0,001$) tasasi koko lihasikavaiheen päiväkasvut samanlaisiksi (Taulukko 2). Tämä oli samankaltainen tulos kuin aiemmissa immunokastroituja karjuja ja leikkoja vertaavissa tutkimuksissa (esim. Fabrega ym. 2010, Pauly ym. 2009).

Ruokintaryhmissä 2 ja 3 rehuhyötysuhde oli parempi kuin ruokintaryhmässä 1 ($p < 0,01$) ja parempi immunokastroiduilla karjuilla kuin leikoilla ($p < 0,05$) (Kuva 1). Immunokastroiduilla karjuilla ruokinnan rajoittaminen kasvatuksen loppuvaiheessa 80 prosenttiin arvioidusta vapaasta syönnistä hidastaa päiväkasvua. Toisaalta rehuhyötysuhde näyttäisi huononevan, kun immunokastroiduille karjuille on rehua vapaasti tarjolla, vaikka ero rajoitettuun ruokintaan verrattuna ei olekaan tilastollisesti merkitsevä (Batorek ym. 2012). Tämän tutkimuksen perusteella lähes vapaa ruokinta tuottaa hyvällä rehuhyötysuhteella hyvän lihaprocentin ruhoja (Taulukko 2 ja Kuva 1) eikä immunokastroitujen karjujen ruokinnan voimalliseen rajoittamiseen ole syytä.

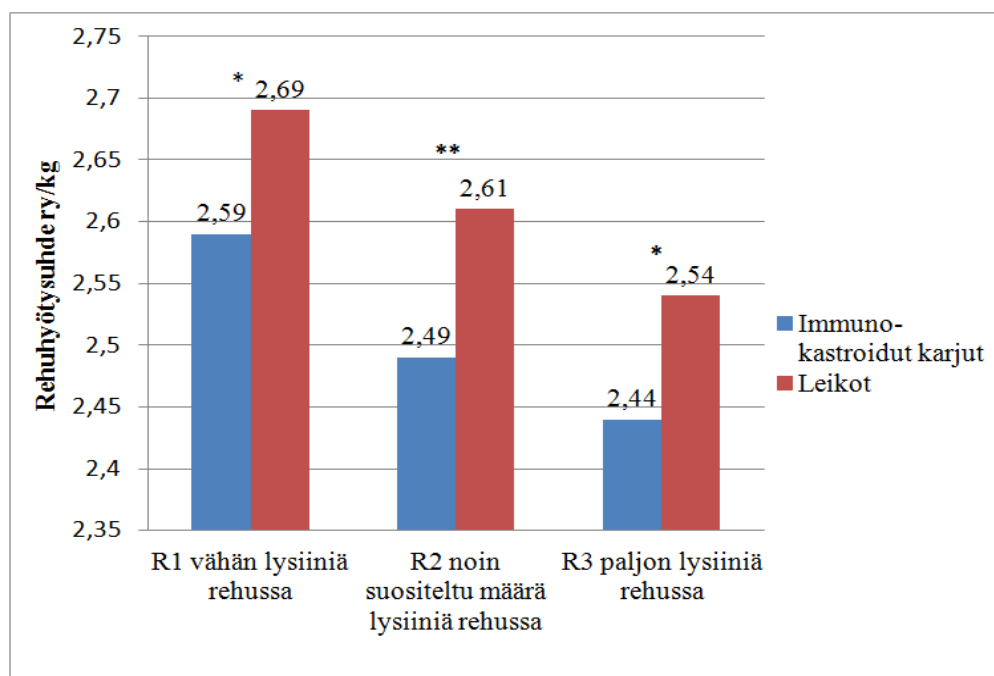
Taulukko 2. Immunokastroitujen karjujen ja leikkojen painonkehitys ja teuraslaatu ruokintaryhmissä R1, R2 ja R3 sekä ruokintaryhmän ja sukupuolen (immunokastroitavat karjut, leikot) vaikutukset tuotantotuloksiin.

	R1		R2		R3		P	P
	karjut	leikot	karjut	leikot	karjut	leikot	ruokinta	sukupuoli
Paino, kg								
kokeen alussa	26,5	26,0	27,3	27,9	27,0	27,7		
alkukasvatuksen lopussa	55,2	55,0	55,9	59,0	56,2	58,4		
keskikasvatuksen lopussa	76,8	79,2	78,1	82,9	77,8	82,4		
kokeen lopussa	114,9	113,2	113,8	113,6	113,9	113,4		
Päiväkasvu, g/d								
alkukasvatus	828	844	814	878	835	868		*
keskikasvatus	1028	1153	1059	1139	1028	1145		***
loppukasvatus	1158	1065	1188	1091	1205	1102		***
koko kokeen aikana	994	995	1010	1019	1011	1016		
Teuraspaino, kg	85,7	86,0	85,2	85,8	85,7	86,0		
Lihaprosentti								
koko ruho	59,7	59,4	59,9	60,2	61,2	59,9		*
kinkku	72,9	72,7	73,2	73,3	74,3	73,1		*
selkä	61,3	61,0	61,7	62,0	63,6	61,7		*
kylki	56,6	56,4	56,8	57	58,4	56,6		
lapa	66,9	66,7	67	67,1	68	66,9		
Teurassaanto, %	74,5	75,9	74,8	75,5	75,3	75,8		**

R1 vähän lysiniä rehussa, R2 noin suositeltu määrä lysiniä rehussa, R3 paljon lysiniä rehussa

* $p<0,05$; ** $p<0,01$; *** $p<0,001$

Teurassaantoprosentti oli leikoista parempi kuin karjuista (75,8 vs. 74,9%; $p<0,01$), mikä oli odotettu tulos. Kuitenkaan ryhmien 2 ja 3 sisällä ero sukupuolten välillä ei ollut merkitsevä. Koko ruhon liha-prosentti oli R3:ssa korkeampi kuin R1:ssa ($p<0,05$). Ruokintaryhmän 3 immunokastroitujen karjujen koko ruhon liha-prosentti oli paras kaikista ($p<0,05$).



Kuva 1. Immunokastroitujen karjujen ja leikkojen rehuyötysuhde (ry/kg) koko lihasikavaiheen aikana ja sukupuolen vaikutus rehuyötysuhteeseen; * $p<0,05$; ** $p<0,01$

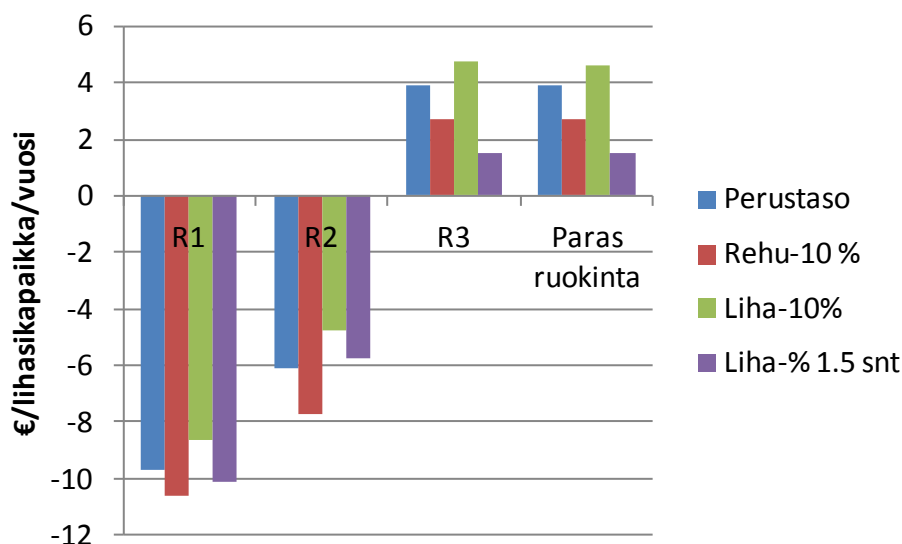
Tässä kokeessa immunokastroitujen karjujen kasvattaminen oli hyvän rehuhyötysuhteen ja ruhon lihaprosentin ansiosta taloudellisesti kannattavampaa kuin leikkojen mutta vain R3:ssa. Rokotuksen työ- ja ainekustannukset olivat noin 3,6 €/lihasika.

Tuotantotulosten perusteella immunokastroidut karjut ylsivät leikkoja korkeampaan lihaprosenttiin, kun niitä ruokittiin runsaasti lysiiniä sisältävällä rehulla R3. Lisäksi immunokastroitujen karjujen rehuhyötysuhde oli hieman leikkoja parempi. Sekä immunokastroidut karjut että leikot antoivatkin parhaan katetuoton runsaasti lysiiniä sisältäneellä rehulla R3.

Katetuotto A oli leikoilla suurempi, kun käytettiin ruokintaa R1 tai R2 (Kuva 2, perustaso). Sen sijaan korkeimman valkuaisruokinnalla R3 immunokastroidut karjut ylsivät leikkoja suurempaan katetuottoon A. Tällä ruokinnalla immunokastroidut karjut antoivat noin euron suuremman katetuoton sikaa kohti tai 3,9 euroa suuremman katetuoton sikapaikkaa kohti. Tämä vastaa runsaan euron tuottoeroa lihasikaa tai runsaan sentin tuottoeroa lihakiloa kohti. Immunokastroitujen karjujen eduksi voitiin laskea sekä suurempi myyntituotto että pienempi rehukustannus.

Paremmuusjärjestys pysyi samana, vaikka rehun ja lihan hintaa muutettiin jopa 20 prosenttia ylös tai alas perustasosta. Kuvassa 2 on esitetty katetuottoero tarkasteluissa, joissa rehun hinta tai lihan hinta on 10 % perustasoa alempi tai lihaprosentin hinta on kahden sentin sijasta 1,5 senttiä prosenttiyksikköä kohti. Rehun hinta kuitenkin vaikutti merkittävästi katetuottoon. Tulosten mukaan lihaprosentin tai rehun hinnan laskiessa immunokastroitiolla saatavat hyödyt pienenevät. Vastaavasti rehun hinnan noustessa immunokastroitujen karjujen kasvatus muuttui entistä kannattavammaksi suhteessa leikkoihin.

Tarkastelussa ei ole otettu huomioon kaikkia sikaketjulle aiheutuvia kustannuksia tai tuottoja. Immunokastroatio edellyttää lihasikalassa käytännössä sukupuolilajittelua. Aiemmin kerätyn tutkimusaineiston (esim. Niemi ym. 2010) perusteella sukupuolilajittelulla on saatavissa suuruusluokkaa 1-2 €/lihasikapaikka/vuosi oleva kustannushyöty. Jos sioista puolet on imisiä ja puolet immunokastroituja karjuja, on lihasikalasta imisiä-leikko-yhdistelmän sekakasvatukseen verrattuna saatavissa oleva nettohyöty noin 2,5-3 €/lihasikapaikka/vuosi. Tuotantotavan muutos kuitenkin todennäköisesti lisäisi porsasvälityksen kustannuksia ja myös teuraskuljetusten kustannukset saattavat nousta immunokastroation vuoksi. Lisäksi teurastamoilla voidaan joutua tekemään investointeja sekä palkkaamaan työvoimaa. Koko sianlihaketjun näkökulmasta tuotannon immunokastroation taloudellisuus riippuu myös siitä, miten suuria nämä lisäkustannukset ovat. Tulosten herkkyyden eri tekijöiden suhteen ovat todentaneet myös de Roest ym. (2009).



Kuva 2. Immunokastroitujen karjujen ja leikkojen kasvatuksen katetuottoero (€/lihasikapaikka/vuosi) kolmella eri valkuaisruokinnalla (R1, R2, R3) sekä neljässä eri hintaskenaariossa. Positiivinen luku tarkoittaa, että immunokastroidun karjun katetuotto oli leikkoa suurempi.

Johtopäätökset

Tämän tutkimuksen perusteella immunokastroiduilla karjuilla on parempi rehuhyötysuhde ja lihaprosentti. Rehun korkea valkuais- ja lysyiinipitoisuus on sekä immunokastroitujen karjujen että leikkojen taloudellisesti kannattava ruokintastrategia.

Pelkästään lihasikavaihetta tarkasteltaessa immunokastroitujen karjujen kasvattaminen on taloudellisesti hyvä vaihtoehto leikkojen kasvattamiselle. Ero immunokastroidun karjun hyväksi korostuu, kun rehu on kallista ja sioille annetaan paljon valkuaista. Koko sianlihan tuotantoketjun tasolla tulisi kuitenkin ottaa huomioon myös lisätyön ja investointien kustannukset, joita voidaan tarvita eläinlogistiikkaan ja teurastamon prosesseihin.

Kirjallisuus

- Batorek, N., Škrlep, M., Prunier, A., Louveau, I., Noblet, J., Bonneau, M. & Čandek-Potokar, M.** 2012. Effect of feed restriction on hormones, performance, carcass traits, and meat quality in immunocastrated pigs. *Journal of Animal Science*, 90, 4593-4603.
- Baumgartner, J., Laister, S., Koller, M., Pfützner, A., Grodzycki, M., Andrews, S. & Schmoll, F.** 2010. The behavior of male fattening pigs following either surgical castration or vaccination with a GnRF vaccine. *Applied Animal Behaviour Science*, 124, 28-34.
- Dunshen, F. R., D'Souza, D. N., Pethick, D. W., Harper, G. S. & Warner, R. D.** 2005. Effects of dietary factors and other metabolic modifiers on quality and nutritional value of meat. *Meat Science*, 71, 8-38.
- Dikeman, M. E.** 2007. Effects of metabolic modifiers on carcass traits and meat quality. *Meat Science*, 77, 121-135.
- Fábrega, E., Velarde, A., Cros, J., Gispert, M., Suárez, P., Tibau, J. & Soler, J.** 2010. Effect of vaccination against gonadotrophin-releasing hormone using Improvac®, on growth performance, body composition, behavior and acute phase proteins. *Livestock Science*, 132, 53-59.
- Fuchs, T., Nathues, H., Koehrmann, A., Andrews, S., Brock, F., Sudhaus, N., Klein, G. & grosse Beilage, E.** 2009. A comparison of the carcass characteristics of pigs immunized with a 'gonadotrophin-releasing factor (GnFR)' vaccine against boar taint with physically castrated pigs. *Meat Science*, 83, 702-705.
- Hemonic, A., Courboulay, V., Kuhn, G., McLaughlin, C. L., Martin, V. A., Brock, F. C. & Pearce, M. C.** 2009. Evaluation of the safety, efficacy and production benefits of vaccination against boar taint in male pigs raised under commercial field conditions in France. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 160, 383-393.
- Info Svin** 2011. Videncenter for svineproduktion. <http://vsp.lf.dk/viden.aspx>. Viitattu 9.12.2013
- Niemi, J., Partanen, K., Pesonen, L. & Valaja, J.** 2010. Ratkaisuja lihasikojen kasvatukseen tehostamiseen. Sikatalouden tulosesminaari ja Lihaketju-hankkeen loppuseminaari 2.6.2010, Vantaa. <http://www.mtt.fi/lihaketju>.
- Novoselova, T.A.** 2007. Analysis of adoption of genetic modification in pork production chains. PhD thesis, Wageningen University. <http://edepot.wur.nl/40728>
- Pauly, C., Spring, P., O'Doherty, J. V., Ampuero Kragten, S. & Bee, G.** 2009. Growth performance, carcass characteristics and meat quality of group-penned surgically castrated, immunocastrated (Improvac®) and entire male pigs and individually penned entire male pigs. *Animal*, 3, 1057-1066.
- Pauly, C., Spring-Staehli, P., O'Doherty, J. V., Ampuero Kragten, S., Dubois, S. Messadène, J. & Bee, G.** 2010. The effects of method of castration, rearing condition and diet on sensory quality of pork assessed by a trained panel. *Meat Science*, 86, 498-504.
- De Roest, K., Montanari, C., Fowler, T., Baltussen, W.** 2009. Resource efficiency and economic implications of alternatives to surgical castration without anaesthesia. *Animal* 3: 1522-1531. DOI: <http://dx.doi.org/10.1017/S1751731109990516>
- Valeeva, N.I., Smet, A. de, Hoste, R., Backus, G.B.C.** 2010. Economics of boar taint prevention without surgical castration in the pork chain. In: 9th Wageningen International Conference on Chain and network Management, Wageningen, 26-28 May 2010. - Wageningen, 2010. <http://edepot.wur.nl/169482>