



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Swedish University of Agricultural Sciences
Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science

Möjligheten att med olika foderstater och inhysningsformer påverka ansättning av marmorering och intramuskulärt fett i fläskkött



Emelie Eriksson

Examensarbete / SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, **540**
Uppsala 2015

Degree project / Swedish University of Agricultural Sciences,
Department of Animal Nutrition and Management, **540**

Examensarbete, 15 hp
Kandidatarbete
Husdjursvetenskap
Degree project, 15 hp
Bachelor Thesis
Animal Science



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Swedish University of Agricultural Sciences
Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science
Department of Animal Nutrition and Management

Möjligheten att med olika foderstater och inhysningsformer påverka ansättning av marmorering och intramuskulärt fett i fläskkött

The possibility of influencing marbling and intramuscular fat content of pork with different housing and feeding strategies

Emelie Eriksson

Handledare: Emma Ivarsson, SLU, Inst. för husdjurens utfodring och vård
Supervisor:

Ämnesansvarig: Nils Lundeheim, SLU, Inst. för husdjursgenetik
Subject responsibility:

Examinator: Kerstin Svennersten-Sjaunja, SLU, Inst. för husdjurens utfodring och vård
Examiner:

Omfattning: 15 hp
Extent:

Kurstitel: Kandidatarbete i husdjursvetenskap
Course title:

Kurskod: EX0553
Course code:

Program: Agronomprogrammet - Husdjur
Programme:

Nivå: Grund G2E
Level:

Utgivningsort: Uppsala
Place of publication:

Utgivningsår: 2015
Year of publication:

Serienamn, delnr: Examensarbete / Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, 540
Series name, part No:

On-line publicering:
On-line published: <http://epsilon.slu.se>

Nyckelord: IMF, marmorering, fläsk, gris, inhysning, foder
Key words: IMF, marbling, pork, pig, housing, feed

Sammanfattning

Efterfrågan på griskött av hög kvalitet ökar idag och lite svensk information finns att hitta om hur man som producent kan förbättra kvaliteten på fläskkött. Syftet med den här uppsatsen är därför att sammanfatta den senaste forskningen på hur man med olika foderstater och inhysningssystem kan påverka halten IMF (intramuskulärt fett) och marmorering i fläskkött. Det är möjligt att öka mängden IMF då man ger grisar ett underskott på lysin och/eller råprotein, men en låg halt lysin försämrar foderomvandlingsförmågan vilket en låg halt råprotein inte gör, om lysinbehovet är tillgodosett. En lägre fiberhalt i fodret ökade både mängden IMF och marmoreringsgraden. Tillsats av CLA (konjugerad linolensyra) i fodret ökar marmoreringen och IMF i vissa studier och vissa inte, men olika oljetillsatser i fodret påverkade inte mängden fett i musklerna. Inte heller kompensatorisk tillväxt påverkade fettansättningen i konventionell grishållning, men raser som är avlade för hög fettansättning uppnådde sin fulla potential att sätta fett vid kompensatorisk tillväxt med en fiber – och proteinsnål men stärkelsrik föda. Utomhusvistelse ensamt påverkade varken marmorering eller IMF. Men ökad aktivitet till följd av större yta i samband med lägre temperatur ökar dagliga foderintaget vilket ökar tillväxt och fettansättning i musklerna. Hög temperatur på sommaren och temperaturer under 10 °C minskade foderintag och mängden IMF.

Abstract

The interest in high quality pork is increasing in Sweden today but little Swedish information is available to the producers about how to affect pork quality. The aim with this essay is to summarise the latest research on how to affect IMF (intramuscular fat) and marbling in pork with different feed strategies and housing systems. It is possible to increase the amount of IMF with a lower level of dietary lysine and/or crude protein. A lower level of dietary lysine has led to an inferior feed conversion ratio, which a lower crude protein ration did not lead to, if the lysine level was adjusted to cover the requirement. A lower crude fibre level enhanced both the marbling score and IMF level. Adding CLA (conjugated linoleic acid) to the feed enhanced marbling score and IMF level in some studies and in some it did not, adding different dietary oil supplement did not affect the amount of fat inside the muscles of pigs. Compensatory growth did not affect the amount IMF in conventional systems, but breeds with a fatty genotype reach its full potential of depositing body fat with compensatory growth, fed a diet low in fibre - and protein and rich in starch. Outdoor rearing alone did not alter marbling or IMF. But increased activity due to a larger space and a lower temperature increased daily feed intake, which increased daily gain and fat stored inside the muscles. A high temperature in the summer and a temperature below 10 °C reduced the IMF level.

Introduktion

Efterfrågan på svenskt kvalitetsfläsk och utegrisar ökar i Sverige. Svenska kockar har i samarbete med LRF genomfört projektet Exceptionell Råvara (2014) för att knyta kontakter mellan kockar och bland andra svenska grisuppfödare. De vill visa att det finns en efterfrågan på griskött av hög kvalitet och startade projektet då de har haft svårt att finna svenska producenter som prioriterar en hög smak, marmorering, saftighet och mörhet.

Ett mått på hög kvalitet är mängden insprängt fett i musklerna, både intramuskulärt fett (IMF) och marmorering (Jeleníková et al., 2004). Marmorering är den mängd fett i en muskel som är synligt för ögat och graderas därför ofta subjektivt av en tränad testpanel (Gatlin et al., 2002; Stern et al., 2003; Bertol et al., 2012). Halten IMF mäts kemiskt, allt fett lakas ur en muskel vars omkringliggande fett och senor putsats bort. Man räknar sedan ut mängden fett i muskeln

i procent, vilket innebär att marmoreringen och det icke synliga fettets ingår i mängden IMF (Witte et al., 2000).

Mängden IMF förbättrar enligt ett flertal studier mörhet mätt i shear force (SF), vilket är ett standardiserat sätt att mäta antal Newton som behövs för att pressa ihop en kotlettskiva (Meat science; Enfält et al., 1997; Jeleníková et al., 2004). Enfält *et al.* (1997) visade att SF har en nära korrelation med mörhet där låg SF var kopplad till en förbättrad mörheten. Jeleníková *et al.* (2004) visade att en högre halt IMF sänkte SF. En högre halt IMF förbättrade även upplevda saftigheten av fläskköttet.

Mängden IMF och marmorering skiljer sig mellan ras och kön. Flertalet studier visar att av de avlade produktionsraserna har slaktgrisar med Duroc som fader mer IMF och mer marmorerat kött (Channon et al., 2004; Jeleníková et al., 2008; Bertol et al., 2012). Yorkshire verkar ha lägst IMF (Jeleníková et al., 2008). Gyltor har mer IMF än galtar (Channon et al., 2004).

För att det ska bli relevant för den svenska marknaden läggs i det här arbetet störst fokus på de vanligaste förekommande raserna i Sverige; Yorkshire, Lantras, Hampshire och Duroc och hur marmorering och IMF generellt kan påverkas hos dem. Tanken är att metoderna även ska vara applicerbara på den svenska rasen Linderödssvin. Syftet med arbetet är därför att sammanfatta den senaste forskningen om möjligheten att påverka marmorering och IMF med olika uppfödningssystem och foderstater. Vidare kommer påverkan på marmorering och IMF sättas i relation till foderomvandlingsförmåga vilket kan påverka ekonomin för uppfödaren.

Möjligheten att påverka marmorering och IMF med fodersammansättning och utfodringsintensitet

Proteinmängd och lysin

När man minskar mängden protein i fodret begränsas förmågan att bygga muskler hos djuret vilket gör att mer energi finns tillgängligt för att sätta fett (Costa et al., 2004). Det har lett fram till hypotesen att minskad råproteinhalten (RP) och/eller lysinhalt i fodret hos kommersiell grisuppfödning kan öka mängden IMF i köttet.

Witte *et al.* (2000) utförde en studie där två grupper med sammanlagt 72 gyltor gavs olika mängder lysin i fodret. Försöket pågick i intervallet 90 – 126 kg vilket tog 42 dagar. Kontrollgruppen fick 6,4 g lysin/kg foder och underskottsgruppen fick 4,8 g lysin/kg, båda fick 10,4 % RP i foderstaten. Försöket visade på högre mängd IMF i underskottsgruppen jämfört med de gyltor som fick sitt skattade behov tillgodosett, i genomsnitt 3,48 % och 2,93 % IMF respektive i kotlettmuskeln. Högre halt IMF följdes av tjockare ryggefett och sämre köttighet hos alla grisar i båda grupperna. Gyltorna med underskott av lysin hade sämre foderomvandlingsförmåga.

Tous *et al.* (2014) jämförde 104 kastrater av korsning mellan Lantras och Duroc som delades upp i fyra grupper. En grupp gavs underskott av bara lysin, en grupp underskott av RP men mötte behovet av lysin, en grupp underskott av både lysin och RP samt en kontrollgrupp. Det skattade behovet av lysin var 6,5 g/kg och RP var 13 %, de som fick underskott gavs 5,54 g/kg lysin och 12 % RP. Det för att se om någon av kategorierna gav mer IMF och speciellt om kombination av underskott av lysin och RP gav större utdelning. Försöket pågick från 62 – 126 kg kroppsvikt, 56 – 70 dagar. De kom fram till att gruppen som fick underskott av lysin och RP fick lägre mängd IMF än kontrollgruppen, men de två grupper som hade underskott av lysin eller RP fick mer IMF både i skinkan och i kotlettmuskeln. Gruppen som fick

underskott av lysin hade däremot sämre foderomvandlingsförmåga än gruppen med underskott av RP, vilken hade lika bra foderomvandlingsförmåga som kontrollgruppen.

Madeira *et al.* (2013) jämförde 30 grisar av Yorkshire - Lantras korsning seminerade med Yorkshire - Pietrain. Vid 60 kg delades de upp i tre grupper med en kontrollgrupp, en fick underskott av RP men sitt skattade behov av lysin och en grupp som fick underskott av lysin och RP. Det skattade behovet av lysin var 6,5 g/kg och RP var 17,5 %. De som gavs underskott fick 4 g lysin/kg och 13 % RP. Enbart fodret med underskott av RP och lysin gav mer IMF än kontrollgruppen. Fodret med underskott av RP men inte lysin gav inte mer IMF.

Olika tillsatser av oljor och CLA

Grisar metaboliserar olika fettsyror på olika sätt och de verkar använda olika fettsyror på olika sätt i kroppen. Det har lett till tesen att man med olika fetter i fodret kan manipulera fett-sammansättning i grisens kropp (Kloareg *et al.*, 2007). CLA (konjugerad linolsyra, en fettsyra med 18 kolatomer där varannan bindning mellan kolatomerna är dubbel och varannan enkel) ökar fettförbränningen och förbättrar köttigheten hos vissa arter. Därför finns ett intresse att studera om det påverkar fettfördelning och fettansättning hos grisar (Jahreis *et al.*, 2000)

Bertol *et al.* (2012) jämförde 45 gyltor och 45 kastrater av syntetisk blandras som innehöll Pietrain, Yorkshire och Duroc. De delades upp dem i tre grupper som gavs olika tillsatser av oljor i fodret: rapsolja, sojaolja eller rapsolja + linolja. Försöket pågick mellan 130 och 171 dagars ålder, 70 – 110 kg levandevikt. Marmoreringen var högre hos de grisar som fodrats rapsolja än de grisar som fått rapsolja + linolja men ingen skillnad sågs på IMF.

Nuernberg *et al.* (2005) gjorde en jämförelse mellan tillsatt olivolja och tillsatt linolja. De använde 13 gyltor och tolv kastrater av raserna Pietrain och tysk Lantras vilka delades in i två grupper och gav tillsats av olivolja eller linolja i fodret. I likhet med Bertol *et al.* (2012) kom de fram till att halten IMF inte skiljde sig mellan grupperna. Marmoreringen mättes inte.

Barnes *et al.* (2012) utförde en studie på 20 kastrater av syntetisk korsning uppdelade i två grupper. De slutfodrades i sex veckor med foder som hade underskott av lysin och protein, för att stimulera fettansättningen. Ena gruppen fick 1 % sojaolja och andra gruppen fick 1 % olja innehållandes 60 % CLA. De kom fram till att grisar som fick CLA hade tunnare ryggfett och en tendens ($P = 0,07$) till mer marmorerat kött och högre halt IMF. Kontrollgruppen hade 2,81 % IMF och CLA gruppen hade 3,79 % IMF i kotlettmuskeln. Det var ingen skillnad på foderintag och tillväxt men skillnad i foderomvandlingsförmåga där CLA var sämre.

Gatlin *et al.* (2002) mätte marmoreringen på gyltor av ras avlad för låg fettansättning som fått tillsats av CLA eller linolensyra, vilka jämfördes med en kontrollgrupp. CLA fettsyrorna beställdes som fria fettsyror och utvanns kemiskt från solrosolja. Det var 24 gyltor i varje grupp och försöket pågick i sex veckor. De som fått tillsats av CLA hade mer marmorering än de som fått tillsats av linolensyra och det fanns ingen skillnad på ryggfettets tjocklek.

Tous *et al.* (2013) gjorde en liknande studie på 16 gyltor som fick tillskott av olja i fodret, 4 % solrosolja eller 4 % CLA. De var av raserna Lantras och Duroc och försöket pågick från 73 – 117 kg levandevikt, 54 dagar. Varken IMF, ryggfettets tjocklek eller tillväxten påverkades.

Dugan *et al.* (2003) utförde en studie där de jämförde tre olika halter av CLA i fodret och två olika halter av tillsatt rapsolja i fodret. Rasen på djuren nämns inte. Från 35 – 115 kg levandevikt fodras två grupper kastrater med 0 % CLA tillsats och med 2 % alternativt 5 %

rapsoolja i fodret. Två grupper fodras med 0,25 % CLA och 2 % alternativt 5 % rapsoolja och två grupper fodras med 0,5 % CLA och 2 % alternativt 5 % rapsoolja. Sammanlagt sex grupper med 36 kastrater i varje grupp. Försöket visar att oberoende av totala oljehalten i fodret hade grupperna med 0,5 % CLA i fodret mer IMF i kotlettmuskeln än gruppen utan CLA. Marmoreringsgraden skiljde sig inte mellan olika halter av CLA eller totala mängden olja.

Råfiberhalt

Vid framställning av etanol och alkoholhaltiga drycker blir drav och drank en restprodukt. Ett användningsområde för det är grisfoder, men eftersom fiberinnehållet är högre än i konventionellt foder är det intressant att veta hur grisarnas tillväxt och köttkvalitet påverkas vid en tillsats av olika halter drav/drank (Xu et al., 2010).

Baird *et al.* (1970) utförde en omfattande studie av hur olika fiberhalter i fodret kan påverka tillväxt och kvalitet på griskött. De använde "Poland China pigs" (en amerikansk ras som bl.a. härstammar från Hampshire och Berkshire) och upprepade försöken fyra gånger, sommar och vinter under två år. Två studier utfördes. I studie ett jämfördes tre olika fiberhalter i fodret, 3,5, 7,5 och 11,5 %. Varje fiberhalt gavs till två grupper grisar och hade antingen energiinnehållet 1985 kcal/kg eller 2271 kcal/kg foder. Tillsammans ingick sex grupper med tolv grisar vardera. Försöket pågick från fem veckors ålder till 91 kg levandevikt då de slaktades. I andra försöket jämfördes sex olika fibernivåer i fodret, 3,5, 5,5, 7,5, 9,5, 11,5 och 13,5 %. Energiinnehållet var 1985 kcal/kg foder hos alla grupper. Dessa sex grupper hölls i likadana system som de andra och upprepades även fyra gånger. I studie ett minskade den dagliga tillväxten för de två grupperna med 7,5 och 11,5 % fibrer till följd av sämre foderomvandlingsförmåga. I försök två togs havren bort som fibertillsats och ersattes av ris vilket gjorde att alla grupper hade samma dagliga tillväxt och foderomvandlingsförmåga. Det fanns ingen skillnad på ryggfettets tjocklek eller tillväxthastighet beroende på fiberinnehåll. Men med högre fiberhalt sjönk marmoreringsgraden, oavsett energiinnehåll i fodret. Ingen skillnad sågs mellan sommar/vinter eller hög/låg energi på marmoreringen.

Xu *et al.* (2010) gjorde ett försök då de fodrade med torkad majsdrank, antingen 0, 10, 20 eller 30 % i foderstaten. Dranken innehöll ca 10 % fett och ca tre gånger mer fibrer jämfört med majs -och sojamjöl. Därför blir foder med drank mer rikt på fett och fibrer. Mödrarna var av raserna Lantras - Yorkshire och fadern Duroc och de tog prover på 16 grisar från varje utfodringsgrupp. Försöket påbörjades efter avvänjning vid en vikt på 20 kg och pågick fram till slakt, 115 kg levandevikt. Foderstaterna innehöll mer protein och lysin, högre halt råfett och högre halt råfibrer per kg med ökad mängd majsdrank. Foderstaten med 30 % majsdrank gav dubbla mängden råfett och råfibrer jämfört med 0 %. Det fanns ingen skillnad på ryggfettets tjocklek men marmoreringsgraden skiljde sig. Grupperna med 0 och 10 % hade mest synlig marmorering och grupperna med 20 och 30 % hade minst synlig marmorering. Författarna tror att den lägre marmoreringen beror på lägre dagligt foderintag. Grupperna med 20 och 30 % drank åt mindre och hade bättre foderomvandlingsförmåga.

Kompensatorisk tillväxt

Grisarnas förutsättning att sätta fett i musklerna, både IMF och marmorering, ökar när de blir äldre (Lebret et al., 2001; Gondret & Lebret 2002). Köttet är också som mörast när proteinomsättningen är som störst. Therkildsen *et al.* (2004) visade att proteinomsättningen ökade då grisar upplever kompensatorisk tillväxt. Proteinomsättning innebär uppbyggnad och nedbrytning av muskelvävnad. Då proteinomsättningen är hög byggs proteinerna i musklerna upp snabbare men det är också en större nedbrytning trots att den totala muskelmassan ökar.

Kristensen *et al.* (2002) visade att djur som upplevt kompensatorisk tillväxt vid tiden för slakt har mer proteolytiska enzymer i musklerna vilket får mörningsprocessen att gå snabbare. Jämfört med en kontrollgrupp var mörheten mätt i SF bättre hos grisarna med kompensatorisk tillväxt 24 timmar efter slakt, fyra dygn efter slakt skiljde sig mörheten inte mellan grupperna.

Från dessa fakta har teorier kommit om ökad marmorering och hög mörhet vid kompensatorisk tillväxt. Efter avvänjning minskas grisarnas energiintag vilket får slaktgrisarna att växa långsammare och öka åldern vid en given vikt. Fodergivan ökas sedan till *ad libitum* (obegränsad mängd) fram till slakt och under den perioden sker kompensatorisk tillväxt (Kristensen *et al.*, 2004; Heyer & Lebret 2007; Lebret *et al.*, 2007).

Kristensen *et al.* (2004) testade två fall av kompensatorisk tillväxt. De gjorde tre grupper med nio gyltor och nio kastrater vardera av korsningen Duroc fader och Lantras – Yorkshire moder. Kontrollgruppen fodrades *ad libitum* hela uppfödningstiden, 140 dagar. Två grupper fick begränsat foderintag (BF) under en tid och slaktades samtidigt som kontrollgruppen, vid 140 dagars ålder. Ena BF gruppen fick 69 % av *ad libitum* från levnadsdag 28 – 80 (BF80) och andra gruppen fick 69 % av *ad libitum* från dag 28 – 90 (BF90). Alla fick samma sammansättning på foder, men i olika kvantitet. Efter dag 80/90 fick även BF80 och BF90 foder *ad libitum* fram till slakt, vilket gav 60 respektive 50 dagars kompensatorisk tillväxt. I den här studien fanns ingen skillnad i IMF mellan kontrollgruppen, BF80 och BF90.

Heyer och Lebret (2007) gjorde ett försök med kastrater och gyltor av korsningen Duroc och Lantras – Yorkshire vilka delades upp i två grupper med 56 grisar i varje grupp. Kontrollgruppen fodrades *ad libitum* upp till 110 kg levandevikt och nästa grupp fick 65 % av *ad libitum* från 30 – 70 kg och fodrades sedan *ad libitum* upp till 110 kg levandevikt. Alla slaktades då de nådde vikten 110 kg. Kontrollgruppen kom upp i 110 kg vid 155 dagars ålder och gruppen med begränsat foderintag nådde vikten vid 174 dagars ålder. Trots 19 dagars högre ålder hade de mindre IMF i kotletten och skinkan jämfört med kontrollgruppen.

Lebret *et al.* (2007) gjorde ett liknande försök med två grupper med 30 kastrater och gyltor vardera av korsningen Duroc och Lantras – Yorkshire. En kontrollgrupp fodrades *ad libitum* fram till slakt och en grupp fodrades 70 % av *ad libitum* mellan levnadsdag 30 – 80 och sedan *ad libitum* upp till 110 kg. Kontrollgruppen blev i snitt 158 dagar gamla och gruppen med begränsat foderintag blev i snitt 180 dagar gamla. Ingen skillnad i IMF uppmättes.

Lantrasgrisar med hög fettansättning

I bland annat Spanien används lokala raser med hög fettansättning, den mest använda i Spanien är Iberico grisen. Enligt Lopez-Bote (1998) är dessa grisar inte avlade för hög tillväxt, de är istället väl anpassade till det spanska klimatet där de hålls extensivt. De betar gräs och äter trädgårdsavfall största delen av året och vid en vikt på 90 kg slutgöds de under den period då ekollon finns tillgängligt, november – mars. Eftersom kultingar föds under hela året varierar åldern då de slutgöds kraftigt, mellan 8 – 24 månader. Ventanas *et al.* (2008) utförde en studie där de jämförde Iberico grisar som slutgöddes antingen traditionellt i hagar med ekollon och gräs eller inomhus med konventionellt foder, näringsinnehåll ses i Tabell 1. Försöket började vid en vikt av 80 kg och avslutades efter 60 dagar då de vägde mellan 165 – 175 kg. Det var 10 grisar i varje grupp. Grisarna som slutgöddes utomhus hade 5,37 % IMF jämfört med 3,06 % IMF som kontrollgruppen hade, mätt i skinkan. Skillnaden var signifikant.

Tabell 1

	Ekollon	Gräs	Konv.
Kolhydrater	81		72
Råfibrer	1,9	20	3,3
Råfett	7,2		3,6
Råprotein	8	22	16,7

Innehåll, procent av TS.

Uppfödningssystemens påverkan på IMF och marmorering

Sedan 90-talet har intresset för utegrisar ökat hos konsumenter och producenter, därför behövs kunskap angående köttkvaliteten hos de grisar som föds upp i alternativa system. För att få ekonomi på ekologisk hållning behövs också kunskap om hur ekologiskt foder påverkar köttkvaliteten och tillväxten hos grisar (Enfält et al., 1997; Millet et al., 2004)

Utomhus i hage

Stern *et al.* (2003) utförde ett försök på Lövsta/SLU över två somrar där gyltor grisade i hyddor utomhus i perioden april – maj. Mödrarna var en korsning med Yorkshire – Duroc eller Yorkshire – Lantras seminerade med Hampshire. Efter avvänjning flyttades kontrollgruppen till oisolerad byggnad med djupströbädd och utomhusgruppen till bete med hyddor. Grisarna fodrades *ad libitum* upp till 60 kg levandesvikt och fick sedan begränsat energiintag fram till slakt, utomhusgruppen fick 10 % mer energi för att hålla samma tillväxthastighet. Grisarna utomhus växte snabbare upp till 60 kg då de fick obegränsad mängd foder, men växte sedan långsammare när fodergiven begränsades, vilket gav sämre foderomvandlingsförmåga. Få parametrar på köttkvaliteten skiljde mellan grupperna, SF var lägre på utomhus-gruppen, och den subjektiva marmoreringen skiljde sig inte. IMF mättes inte.

Enfält *et al.* (1997) gjorde ett försök på 102 kultingar (kastrater och gyltor). De delade upp varje kull i två halvkor där ena halvan slutgöddes inomhus på betonggolv med 1,2 m²/gris och andra gruppen slutgöddes utomhus på en fem hektar stor åker, 51 grisar per grupp. De var av raserna Yorkshire – Lantras seminerade med Duroc eller Yorkshire. Båda grupperna fodrades med samma foder *ad libitum* upp till 100 kg levandevikt då de slaktades, försöket pågick från augusti – november. Foderautomaterna utomhus var svåra att få ut foder ur vilket försämrade foderintaget. Utomhusgruppen behövde 11 dagar längre tid för att uppnå önskad vikt. De hade tunnare ryggefett och sämre marmoreringen men ingen skillnad på IMF i kotletten.

Utomhus på gjutet golv

Lebret *et al.* (2006) utförde ett försök i Frankrike där två gyltor och två kastrater från varje kull valdes ut från 30 kullar där alla hade samma levande vikt, ca 35 kg, och samma tillväxttakt sedan födseln, av raserna Yorkshire och Lantras. De delades upp i två grupper så att en gylta och en kastrat från varje kull fanns representerade i båda grupperna. Den konventionella gruppen gick på spaltgolv med 0,65 m²/gris och kontrollerad temperatur på 22 °C. Utomhusgruppen hade en strödd inomhusdel som inte var temperaturkontrollerad med 1,3 m²/gris och en gjuten utomhusdel, 1,1 m²/gris. De fodrades med samma foder *ad libitum*. Försöket gjordes tre gånger under olika årstider. Vår, februari – maj (medel inne: 10°C), sommar, juni – september (18°C), och vinter, november – februari (8°C). Utomhusgrupperna hade mer IMF i kotletten och skinkan. Alla utomhusgrisar ansatte mer IMF under sommar och vår än på vintern. Försöket replikerades några år senare (Lebret et al., 2011) och de kom fram till samma sak, att djuren med tillgång till utomhusvistelse hade högre halt IMF. Utomhusgrupperna åt mer och hade högre daglig tillväxt och foderomvandlingsförmågan skiljde sig inte mellan dem. Tillväxten påverkades av säsong då de växte mer under vintern.

Lebret *et al.* (2002) gjorde en studie i södra Frankrike där de jämförde utomhus och inomhusmiljö. Vid en vikt på 25 kg delades 192 grisar upp i fyra grupper där det var hälften kastrater och hälften gyltor i varje grupp, alla var korsning mellan Yorkshire och Lantras.

Grupperna var en inomhusgrupp med kontrollerad temperatur på 24°C, en inomhusgrupp med kontrollerad temperatur på 17°C, en utomhusgrupp som gick ute oktober – januari med medeltemperaturen 18°C och en utomhusgrupp som gick ute maj – augusti med medeltemperaturen 26°C. Inomhusgrupperna gick på 0,65 m² heltäckande spalt per gris och utomhusgrupperna hade 0,45 m²/gris under tak och 0,7 m²/gris utan tak, allt på betonggolv. Inomhusgruppen med lägre temperatur nådde levandevikt på 109 kg snabbast, efter 93 dagar i experimentet. Vintergruppen och varma inomhusgruppen nådde vikten vid 100 dagar och sommargruppen behövde 107 dagar för att nå önskad vikt. Författarna tror att lägre temperatur stimulerar aptiten och att utomhusvistelsen medför ökad rörlighet vilket ger lägre viktökning. IMF i skinkan tenderade till att vara högre (P = 0,08) hos sommargruppen, 1,7 % fett jämfört med 1,5 % hos de andra grupperna.

Ekologiskt foder

Sundrum *et al.* (2000) jämförde effekten av fyra olika proteinkällor till grisar som hölls individuellt inomhus på betonggolv, 2,5 m² var. Korsningen som användes var Pietrain fader och Yorkshire – Lantras moder, 100 grisar ingick i försöket som började på 31 kg i genomsnittlig levandevikt upp till 120 kg levandevikt då de slaktades. Kontrollgruppen fick sitt protein från sojamjöl, fiskmjöl och syntetiska aminosyror. De tre testgrupperna fick protein från antingen bönor och potatis, ärtor och lupiner eller bönor och lupiner. Eftersom mer protein behövdes för att uppfylla behovet av lysin hos testgrupperna blir RP halten högre i deras foder, lysinhalten blev lägre i lupingrupperna och fiberhalten högre. Lupingrupperna behövde 10 – 15 dagar längre uppfödningstid för att uppnå 120 kg levandevikt. Det berodde på att de växte långsammare till följd av lägre dagligt foderintag när de fick tillväxtfoder, 31 – 70 kg, eftersom grisarna inte uppskattade lupinernas smaklighet. Tillväxten skiljde sig inte i intervallet 70 – 120 kg levandevikt och foderomvandlingsförmågan skiljde sig inte mellan någon grupp under hela försöket. Halten IMF skiljde sig inte mellan kontrollgruppen och bönor och potatis gruppen, heller inte mellan lupingrupperna. Däremot hade lupingrupperna i snitt 2,4 gånger mer IMF än kontrollgruppen och bönor och potatis gruppen, 2,92 % och 1,22 % IMF respektive.

Millet *et al.* (2004) gjorde ett försök i Belgien där de jämförde ekologiskt foder med konventionellt foder i konventionell produktion och ekologisk produktion av grisar. Det användes 64 grisar av korsningen Belgisk Lantras – Duroc sugor seminerade med Pietrain galt. Dessa grisar delades upp i två grupper som fick leva antingen i konventionell hållning, 1 m²/gris varav 25 % var spalt och resten halmad liggyta, eller i ekologisk hållning, 2 m² ströad liggyta inomhus och 2 m² gjuten utomhushage per gris. Temperaturen i det konventionella stallet var kring 21°C och temperaturen inne i ekologiska stallet varierade mellan 11 – 19°C. Båda grupperna delades upp ytterligare så att de fick antingen konventionellt foder eller ekologiskt foder. Eftersom syntetiska aminosyror inte används i ekologiskt foder var det 15 % mindre lysin i det ekologiska fodret. Oavsett foder åt grisarna med tillgång till utomhusvistelse mer och hade högre daglig tillväxt, foderomvandlingsförmågan skiljde sig inte mellan uppfödningssystem eller utfodring. De som föddes upp i konventionellt system hade mer IMF än de ekologiskt uppfödda, men de som åt ekologiskt foder hade mer IMF än de som åt konventionellt foder, oberoende av uppfödningssystem.

Födelsevikt

Grisar som är mindre vid födseln växer sämre och behöver längre tid för att uppnå önskad slaktvikt. Eftersom proteinomsättningen är låg hos de grisar som växer långsamt (Therkildsen *et al.*, 2004) tros mörheten vara sämre hos grisarna med låg födelsevikt. Det har gjorts en rad

studier för att se om det stämmer och om fler parametrar på köttets kvalitet skiljer sig hos grisarna med låg födelsevikt (Rehfeldt et al., 2008).

Rehfeldt *et al.* (2008) jämförde tre stora grupper av grisar med låg födelsevikt (LV, under 1,22 kg), medel födelsevikt (MV, mellan 1,22 – 1,54 kg) och hög födelsevikt (HV, över 1,54 kg) av tysk Lantras. De kunde inte se någon skillnad på ryggfettets tjocklek men LV hade mer IMF i kotlettmuskeln än MV och HV, vilka inte skiljde sig från varandra.

Gondret *et al.* (2005) jämförde LV (0,8 – 1,1 kg) och HV (1,75 – 2,05 kg). De hade sex kastrater och fyra gyltor i varje grupp av raserna Yorkshire – Lantras sugga korsad med Yorkshire – Pietrain galt. Gruppen LV behövde tolv dagar extra i uppfödningstid för att nå önskad slaktvikt. Ingen skillnad sågs på halten IMF eller ryggfettets tjocklek.

Gondret *et al.* (2006) jämförde återigen LV (0,75 – 1,25 kg) med HV (1,75 – 2,05 kg). Det var 15 gyltor i varje grupp av raserna Yorkshire – Lantras seminerade med Pietrain. LV behövde tolv dagar mer i uppfödningstid för att nå önskad slaktvikt. LV hade tjockare ryggefett, inte mer IMF i kotlettmuskeln men mer IMF i skinkan.

Kastrering

Ett stort antal studier visar att kastrater har högre IMF än gyltor och tjockare lager ryggefett (Candek-Potokar et al., 2002; Latorre et al., 2003; Nuernberg et al., 2005; Bahelka et al., 2007; Rehfeldt et al. 2008). Flera studier visar också att kastraterna hade mer marmorert kött än gyltor (Cisneros et al., 1996; Enfält et al., 1997; Candek-Potokar et al., 2002).

Morales *et al.* (2011) visade även att immunologiskt kastrerade kastrater hade högre grad IMF än gyltor, men inte någon signifikant skillnad från kirurgiskt kastrerade kastrater. De kirurgiskt kastrerade kastraterna hade tjockare lager ryggefett.

Jeleníková *et al.* (2008) visade däremot på en motsatt effekt, att gyltorna hade mer IMF än kastraterna och Enfält *et al.* (1997) såg ingen skillnad i halten IMF mellan gyltor och kastrater. De såg däremot en skillnad i marmorering där kastraterna hade mer marmorert kött än gyltorna.

Diskussion

Protein

Större delen av de studier som gjorts visar att man kan påverka ansättningen av fett genom att minska grisarnas proteinintag. Barnes *et al.* (2012) såg det som en självklarhet att fettansättningen hos grisarna stimuleras genom att halten lysin och protein minskades i foderstaten. Men det är oklart om det är totala mängden RP, halten lysin eller halten lysin och mängden RP som påverkar fettansättningen. Witte *et al.* (2000) såg att de som fick underskott av lysin satt mer IMF i kotletten än kontrollgruppen. Tous *et al.* (2014) såg också att de som fick underskott av lysin ansatte mer IMF. De visade även att kastraterna som fick underskott av RP men inte lysin fick mer IMF. De som fick underskott av RP och lysin hade däremot mindre IMF i kotletten än kontrollgruppen. Än så länge stämmer studierna överens, men Madeira *et al.* (2013) fick motsatt resultat, de som fick underskott av RP och lysin fick mer IMF än kontrollgruppen och de som fick underskott av RP men inte lysin skiljde inte sig från kontrollgruppen.

Två faktorer kan påverka varför Madeira *et al.* (2013) inte fick mer IMF i gruppen med RP underskott. En faktor kan vara raser, Tous *et al.* (2014) använde Lantras – Duroc korsning, eftersom Duroc har anlag för att sätta fett kan det påverka när man jämför med Yorkshire (Madeira *et al.*, 2013) som har sämst genetisk förutsättning att sätta fett. Den andra faktorn kan vara mängden RP och lysin i försöken. Tous *et al.* (2014) hade 13 % RP i sin kontrollgrupp och 12 % RP i sin underskottgrupp, Madeira *et al.* (2013) hade 17,5 % RP i sin kontrollgrupp och 13 % i sin underskottgrupp. Det ger ett stort hopp i mängd RP men ändå påverkades inte mängden IMF eftersom lysinhalten är densamma i båda grupperna. Det kan tyda på att det finns en brytpunkt just mellan 12 – 13 % RP när man fortfarande ger det skattade behovet av lysin. När man sänker mängden lysin däremot är alla tre studierna överens om att mängden fett i musklerna ökar.

I de här försöken med lysinunderskott var foderomvandlingsförmågan sämre än kontrollgruppen, men i försöken med de ekologiska fodren var det ingen skillnad på foderomvandlingsförmågan när lysinhalten var 15 % lägre. Det borde därför vara möjligt att öka mängden IMF i musklerna genom att sänka lysinhalten 15 % istället för 25 % och samtidigt ha en bra foderomvandlingsförmåga.

Fett

Det är tveksamt om tillsats av olika oljor kan påverka fettansättningen. Det fanns ingen skillnad på halten IMF mellan de olika oljetillsatserna i studierna gjorda av Bertol *et al.* (2012) och Nouernberg *et al.* (2005). Däremot hade grisarna som fick rapsolja i fodret mer marmorerat kött (Bertol *et al.*, 2012). Eftersom marmoreringsgraden mäts subjektivt väger inte det lika tungt som halten IMF enligt mig och jag är tveksamt inställd.

De författare som fått fram ökad mängd IMF i köttet som ett resultat av att tillsätta CLA i fodret är positivt inställda och påstår att tillsats av CLA ökar IMF utan att ge ett tjockare lager ryggfett, i vissa fall är ryggfettet tunnare än kontrollgruppen. Dugan *et al.* (2003) gjorde en studie på ett stort antal djur från avvänjning till slakt och såg att halten IMF var högre hos de som fått 0,5 % CLA men marmoreringen skiljde sig inte mellan grupperna. Gatlin *et al.* (2002) gav CLA sex veckorna innan slakt och fick en positiv inverkan på marmoreringen utan att få ett tjockare ryggfett. Barnes *et al.* (2012) gjorde en mindre studie med 10 kastrater per grupp och såg att de som fodrats CLA hade tunnare lager ryggfett och en tendens till mer IMF och marmorering. Den här tendensen anser jag är relevant, det var bara tio grisar per grupp och därför behövs större skillnad för att nå signifikans, eftersom slumpvariationen är stor. Ser man till värdena på IMF var det 2,81 % för kontrollgruppen och 3,79 % för CLA gruppen.

Tous *et al.* (2013) fick inte någon skillnad på IMF eller ryggfettets tjocklek trots att de haft hög halt CLA i fodret. Jag har svårt att förklara varför det inte blev någon skillnad, kanske att de använt sig av raser med mager genotyp i de tre andra studierna och använt Duroc som fader i den här studien. En ras som har anlag att sätta fett kanske inte påverkas på samma sätt. Även om den här studien inte kan bekräfta tesen att CLA ger mer IMF och marmorering utan att ge ett tjockare lager ryggfett finns det flera andra studier som gör det, därför tror jag att det är möjligt att påverka ansättningen av IMF genom att tillsätta CLA i fodret. Däremot funderar jag på om det är dels ekonomiskt att köpa in syntetiskt framställt CLA, eller CLA som utvunnits kemiskt ur solrosolja. Dels om det är hållbart att fodra det till slaktgrisar för att öka mängden insprängt fett i musklerna, speciellt med tanke på att det verkar försämra deras foderomvandlingsförmåga i de studier som det gjorts.

Fibrer

När man ökar halten fibrer i foderstaten är Xu *et al.* (2010) och Baird *et al.* (1970) överens om att ryggfettets tjocklek är oförändrat, men inkorporeringen av fett i musklerna verkar bli sämre. Xu *et al.* (2010) såg att de två grupperna med mest fibrer åt mindre och hade bättre foderomvandlingsförmåga än grupperna med minst fibrer. Jag tror att den möjliga anledningen är att det fiberrika fodret var mer mättande och att den växande grisens prioriterar muskler framför fett. Men det förklarar inte varför alla grupper hade samma tjocklek på ryggfettet, sjunker IMF bör ryggfettet bli tunnare. Baird *et al.* (1970) såg däremot ingen skillnad i foderintag, istället fick de som hade havre som fiberkälla sämre foderomvandlingsförmåga. När fiberkällan ersattes med ris sågs ingen skillnad i daglig tillväxt eller foderomvandlingsförmåga, därför tror inte jag att högre mättnadskänsla till följd av högre halt fibrer i foderstaten kan ha påverkat fettansättningen i den här studien. Oavsett om jag kan förklarad det eller inte verkar det helt klart som att en mer fiberrik kost försämrar grisarnas förmåga att ansätta IMF. Men med tanke på grisarnas hälsa kan inte råfiberhalten i foderstaten sänkas för mycket.

Kompensatorisk tillväxt

Tre försök med hälften gyltor och hälften kastrater av samma treraskorsning har utförts med olika förutsättningar. Kristensen *et al.* (2004) testade att begränsa foderintaget för två grupper mellan levnadsdag 28 – 80 eller 28 – 90 och sedan föda dem *ad libitum* och slakta dem vid samma ålder som kontrollgruppen, dag 140, de fick ingen skillnad på halten IMF. Lebret *et al.* (2007) gjorde ett liknande försök då en grupp begränsades till 70 % av *ad libitum* från dag 30 – 70 och sedan fick växa till samma vikt som kontrollgruppen, men ingen skillnad sågs. Heyer och Lebret (2007) gjorde ett till försök med dubbla mängden grisar i varje grupp och begränsade till 65 % av *ad libitum* från 30 – 70 kg och sedan fick de växa till 110 kg, men här fick grisarna som upplevt kompensatorisk tillväxt lägre halt IMF än kontrollgruppen.

Jämför man dessa tre försök med till exempel Iberico griserna ser man att grisarna i dessa tre försök är mycket yngre, de är kring tre månader gamla när de ska slagtödas och får växa kompensatoriskt i tre månader, vilket inte verkar påverka halten IMF. Iberico grisarna är däremot mellan 8 – 24 månader gamla när de ska slagtödas och kan därför bättre utnyttja faktumet att de har större kapacitet att ansätta IMF vid en högre ålder. Eftersom de mestadels fötts på bete med gräs, rötter och visst trädgårdsavfall bör dagliga energiintaget vara mindre än 70 % av *ad libitum*. De äter sedan nästan uteslutande ekollon i 30 - 60 dagar vilket innehåller mer kolhydrater och mindre fibrer och RP än konventionellt foder. Detta ger en hög daglig tillväxt på cirka ett kg varav en del är kompensatorisk. Ekollon innehåller dessutom en låg mängd protein vilket begränsar deras förutsättning att sätta muskler, hög halt kolhydrater vilket de omvandlar till fett och de får även fördelen i att en lägre halt fibrer ger mer fett i musklerna. Jag tror därför att det är svårt att få högre fettansättning till följd av kompensatorisk tillväxt i konventionell produktion eftersom djuren helt enkelt inte blir tillräckligt gamla och tillräckligt stora. Men jag tror inte att det är omöjligt att använda produktionsraserna på ungefär samma sätt som raserna som är avlade för fettansättning. Får de begränsad fodergiva på ett bete till exempel upp till sex – tio månader och de sedan fodras med stärkelsefoder fattigt på fibrer och protein de sista två – tre månaderna, då bör det gå att få ett liknande resultat, även om man inte får lika mycket IMF och marmorering i köttet. Men de vore något för en mer specialiserad och mindre produktion där man kan ta ut ett högre pris som kompenserar för de ökade kostnaderna, kanske med Linderödssvin eller Duroc korsningar.

Utevistelse

Lebret *et al.* (2006) och Lebret *et al.* (2011) såg att grisarna som hade tillgång till gjuten rasthage ökade sitt foderintag och sin dagliga tillväxt, vilket ökade ansättningen av IMF. De som gick ute sommar och vår ansatte mer IMF än de som gick ute på vintern då medeltemperaturen var 8°C. Det tycker jag borde betyda att de behöver så pass mycket energi i underhåll vid den temperaturen att deras ökade intag av energi, jämfört med kontrollgruppen inomhus, inte räckte till för att öka mängden IMF. I det här försöket hade utomhusgruppen en sammanlagd yta på 2,4 m²/gris. Nästa försök gjordes av Lebret *et al.* (2002) i södra Frankrike i ett varmare klimat. Här hade utomhusgruppen endast 1,15 m²/gris och den svala inomhusgruppen växte snabbast, den varma inomhusgruppen och vintergruppen nådde slaktvikt en vecka senare och sommargruppen behövde ännu en vecka. Dessa resultat verkar bero på foderintag som beror på temperaturen. Sommargruppen hade en medeltemperatur på 26°C som gjorde att deras foderintag blev lägst. Vintergruppen och den svala inomhusgruppen åt mest, men vintergruppen hade sämre foderomvandlingsförmåga vilket gjorde att de växte i samma takt som den varma inomhusgruppen. Men halten IMF skiljde sig inte mellan grupperna.

Sammanställer man dessa data ser det ut som att en lägre temperatur, 10 – 18°C stimulerar grisarna till att äta mer, växa snabbare och lägga på sig mer fett. Men det verkar inte fungera på vintern enligt Lebret *et al.* (2002) då en vintergrupp med medeltemperaturen 18°C inte växte snabbare eller fick mer IMF än de andra grupperna. För låg temperatur minskar också IMF. Som jag ser det hade försöket gjort av Lebret *et al.* (2002) två parametrar som skiljde sig från de två andra försöken. Ytan inomhus och utomhus var 1,15 m²/gris jämfört med 2,4 m²/gris i de andra två försöken och den optimala temperaturen var under vintern. Det kan vara så att en större yta stimulerade aktiviteten hos grisarna och därmed aptiten, utan att de rörde sig så mycket att energiförbrukningen påverkades nämnvärt, eftersom de inte hade sämre foderomvandlingsförmåga. Kan årstiden spela in? Kanske grisarnas biologiska klocka gör att de helt enkelt växer långsammare på oktober – januari? Men det stämmer inte riktigt med tanke på att Iberico grisarna växer ett kg/dag vid slutgödning under november – mars, om det inte är så att det är varmare i Spanien än Frankrike. Oavsett verkar det som att ansättningen av IMF påverkas positivt om grisarna får tillgång till begränsad utomhusyta.

Två svenska försök har också gjorts när grisarna fått gå ute i hage under sommar/sensommar (Enfält *et al.*, 1997; Stern *et al.*, 2003). Här sågs ingen skillnad på varken marmorering eller IMF gentemot kontrollgrupperna, men utomhusgruppernas foderomvandlingsförmåga var sämre, vilken bör bero på ökad rörlighet. Det intressanta är att Stern *et al.* (2003) begränsade fodergivan efter 60 kg levnadsvikt och i studien gjord av Enfält *et al.* (1997) kärvade foderautomaterna utomhus vilket minskade deras dagliga intag, trots att det var tänkt att de skulle fodras *ad libitum*. I de tre franska studierna fodrades alla grupper *ad libitum* och jag tycker att det därför vore intressant att se hur fettansättningen påverkas hos grisar i hagar om de också fodrades *ad libitum*. Jag kan tro att deras foderintag skulle öka vilket skulle öka fettansättningen, speciellt med tanke på att de hade samma mängd IMF som de som gick inne trots att de fick begränsad fodergiva.

Ekologiskt foder

Sundrum *et al.* (2000) jämförde tre olika ekologiska foder med ett konventionellt foder och såg att de två fodersorterna som innehöll lupiner gav en lägre aptit och daglig tillväxt mellan 31 – 70 kg, troligen på grund av sämre smaklighet. Men när fodret byttes i slutfodringsstadiet från 70 kg fram till slakt åt de lika mycket som de andra två grupperna och hade samma

tillväxt. Den långsammare tillväxten i början av studien gjorde att lupingrupperna behövde 10 – 15 dagar längre tid för att komma upp i önskad slaktvikt och de fick dessutom 2,92 % IMF jämfört med 1,22 % IMF som de övriga två grupperna fick (en med ekologiskt foder och en med konventionellt foder). Den ökade mängden IMF kan bero på kompensatorisk tillväxt och högre ålder vid slakt, men med tanke på att tidigare studier visat att det är svårt att få till högre mängd IMF på så kort tid är det inte troligt (Lebret et al., 2007; Heyer & Lebret 2007). Jag tror att det har med fodrets sammansättning att göra, lupingrupperna hade lite högre RP och fiberhalt, men lägre lysinhalt. Därför bör den lägre halten lysin göra att de får mer IMF kanske i samband med högre ålder, trots att RP och fiberhalten är högre. Men det är troligen inte hela svaret, hos Iberico grisarna tros den höga stärkelsehalten vara en orsak till den höga ansättningen fett. Lupingruppernas foderstat bestod av högre andel vete än de andra vilket kan göra att det finns mer lättsmälta kolhydrater i deras foder, men stärkelsemängden i foderstaterna finns inte med i foderanalysen vilket lämnar den frågan öppen. Millet *et al.* (2004) kom också fram till att de grisar som fått ekologiskt foder hade mer IMF än de som fått konventionellt foder vilket kan förklaras med en lägre lysinhalt i foderstaten. De kom även fram till att de som gått inomhus hade mer IMF än de som fötts upp ekologiskt (2 m² inomhus och 2 m² gjutet golv utomhus/gris). Detta i motsats till Lebret *et al.* (2006) och Lebret *et al.* (2011). Den lägre halten IMF kan bero på att det var för kallt utomhus. Temperaturen inne hos de ekologiska grisarna varierade mellan 11 – 19°C vilket bör betyda att temperaturen utomhus var under 10 grader från och till vilket ökade ämnesomsättningen.

Födelsevikt och kastration

Även om studierna visar olika resultat ser det ut som att grisar med låg födelsevikt har fetare slaktkroppar än de som är tyngre vid födseln. Som jag ser det beror det inte på fodret utan snarare slaktåldern i kombination med fler fysiologiska orsaker. När det kommer till kastration tycker jag att det är uppenbart att kastrater sätter mer fett än gylltor eftersom så många studier visar det. Det är också intressant att de immunologiskt kastrerade grisarna har lika mycket IMF men inte lika tjockt lager ryggfett.

Slutsats

Det är absolut möjligt att påverka ansättningen av fett genom olika utfodringsstrategier och inhysningsformer. Födelsevikten och kastration påverkar uppenbart ansättningen av fett.

Lägre halt Fibrer, RP eller lysin och tillsats av CLA är de foderfaktorer som verkar påverka mest. När halten RP sänks men inte lysinhalten verkar foderomvandlingsförmågan vara densamma men en sänkt lysinhalt gav sämre foderomvandlingsförmåga. Ekologiskt foder med lysinunderskott ger inte sämre foderomvandlingsförmåga men mer IMF i musklerna. När fiberhalten i fodret ökades minskades IMF och ryggfettets tjocklek var densamma. CLA tycks också öka den intramuskulära fettansättningen vilket inte olika oljetillsatser gjorde.

Mer marmorerat kött till följd av kompensatorisk tillväxt fungerar på grisar som är avlade för hög fettansättning i kombination med hög ålder, stärkelserik kost och låg proteinnivå i fodret. Det verkar däremot inte fungera i konventionell produktion där djuren är sex – sju månader vid slakt. Det bör däremot vara möjligt i specialiserad produktion med till exempel Linderödssvin om man låter djuren bli äldre som Iberico grisen. Att ha grisarna utomhus i hage verkar inte i sig påverka fettansättningen. Däremot stimuleras de till att äta mer till följd av lägre temperatur och möjlighet att röra sig, vilket i sin tur ökade tillväxt och fettansättning. En optimal temperatur för ökad intramuskulär fettansättning verkar ligga på 10 – 18°C.

Referenslista

- Bahelka, I., Hanusová, E., Peskovicová, D. & Demo, P. (2007). The effects of sex and slaughter weight on intramuscular fat content and its relationship to carcass traits of pigs. *Czech Journal of Animal Science*, 52(5), ss.122-129.
- Baird, D. M., McCampbell, H. C. & Allison, J. R. (1970). Levels of crude fibre with constant energy levels for growing-finishing swine using computerized rations. *Journal of Animal Science*, 31(3), ss.518-525.
- Barnes, K. M., Winslow, N. R., Shelton, A. G., Hlusko, K. C. & Azain, M. J. (2012). Effects of dietary conjugated linoleic acid on marbling and intramuscular adipocytes in pork. *Journal of Animal Science*, 90(4), ss.1142-1149.
- Bertol, T. M., de Campos, R. M. L., Ludke, J. V., Terra, N. N., de Figueiredo, E. A. P., Coldebella, A., dos Santor Filho, J. I., Kawski, V. L & Lehr, N. M. (2012). Effects of genotype and dietary oil supplementation on performance, carcass traits, pork quality and fatty acid composition of backfat and intramuscular fat. *Meat Science*, 93(3), ss.507-516.
- Candek-Potokar, M., Monin, G. & Zlender, B. (2002). Pork quality, processing, and sensory characteristics of dry-cured hams as influenced by Duroc crossing and sex. *Journal of Animal Science*, 80(4), ss.988-996.
- Channon, H. A., Kerr, M. G. & Walker, P. J. (2004). Effect of duroc content, sex and ageing period on meat and eating quality attributes of pork loin. *Meat Science*, 66(4), ss.881-888.
- Cisneros, F., Ellis, M., McKeith, F. K., McCaw, J. & Fernando, R. L. (1996). Influence of slaughter weight on growth and carcass characteristics, commercial cutting and curing yields, and meat quality of barrows and gilts from two genotypes. *Journal of Animal Science*, 74(5), ss.925-933.
- Costa, N. D., McGillivray, C., Bai, Q., Wood, J. D., Evans, G. & Chang, K. (2004). Restriction of dietary energy and protein includes molecular changes in young porcine skeletal muscles. *Journal of Nutrition*, 134(9), ss.2191-2199.
- Dugan, M. E. R., Aalhus, D. C., Rolland, D. C. & Jeremiah, L. E. (2003). Effects of feeding different levels of conjugated linoleic acid and total oil to pigs on subsequent pork quality and palatability. *Journal of Animal Science*, 83(4), ss.713-720.
- Enfält, A. C., Lundström, K., Hansson, I., Lundeheim, N. & Nyström, P. E. (1997). Effects off outdoor rearing and sire breed (duroc or yorkshire) on carcass composition and sensory and technological meat quality. *Meat Science*, 45(1), ss.1-15.
- Exceptionell Råvara (2014). *Broschyr om Exceptionell Råvara*. <http://exceptionellravara.se/> Om Projektet / Broschyr om Exceptionell Råvara. [2015-03-30]
- Gatlin, L. A., See, M. T., Larick, D. K., Lin, X. & Odle, J. (2002). Conjugated linoleic acid in combination with supplemental fat alters pork fat quality. *Journal of Nutrition*, 132(10), ss.3105-3112.
- Gondret, F. & Lebret, B. (2002). Feeding intensity and dietary protein level affect adipocyte cellularity and lipogenic capacity of muscle homogenates in growing pigs, without modification of the expression of sterol regulatory element binding protein. *Journal of Animal Science*, 80(12), ss.3184-3193.
- Gondret, F., Lefaucheur, L., Juin, H., Louveau, I. & Lebret, B. (2006). Low birth weight is associated with enlarged muscle fiber area and impaired meat tenderness of the longissimus muscle in pigs. *Journal of Animal Science*, 84(1), ss.93-103.
- Gondret, F., Lefaucheur, L., Louveau, I., Lebret, B., Pichodo, X. & Le Cozler, Y. (2005). Influence of piglet birth weight on postnatal growth performance, tissue lipogenic capacity and muscle histological traits at market weight. *Livestock Production Science*, 93(2), ss.137-146.

- Heyer, A. & Lebret, B. (2007). Compensatory growth response in pigs: Effects on growth performance, composition of weight gain at carcass and muscle levels, and meat quality. *Journal of Animal Science*, 85(), ss.769-778.
- Jahreis, G., Kraft, J., Tischendorf, F., Schöne, F. & von Loeffelholz, C. (2000). Conjugated linoleic acids: Physiological effects in animal and man with special regards to body composition. *European Journal of Lipid Science*, 102(11), ss.695-703.
- Jeleníková, J., Pipek, P. & Miyahara, M. (2008). The effects of breed, sex, intramuscular fat and ultimate pH on pork tenderness. *Food Science & Technology*, 227(4), ss.989-994.
- Kloareg, M., Noblet, J. & van Milgen, J. (2007). Deposition of dietary fatty acids, *de novo* synthesis and anatomical partitioning of fatty acids in finishing pigs. *The British Journal of Nutrition*, 97(1), ss.34-44.
- Kristensen, L., Therkildsen, M., Aaslyng, M. D., Oksberg, N. & Erbjerg, P. (2004) Compensatory growth improves meat tenderness in gilts but not in barrows. *Journal of Animal Science*, 82(), ss.3617-3624.
- Kristensen, L., Therkildsen, M., Riis, B., Sørensen, M. T., Oksbjerg, N., Purslow, P. P. & Erbjerg, P. (2002). Dietary-induced changes of muscle growth rate in pigs: Effects in vivo and post-mortem muscle proteolysis and meat quality. *Journal of Animal Science*, 80(11), ss.2862-2871.
- Latorre, M. A., Lazaro, R., Gracia, M. I., Nieto, M. & Mateos, G. G. (2003). Effect of sex and terminal sire genotype on performance, carcass characteristics, and meat quality of pigs slaughtered at 117 kg body weight. *Meat Science*, 63(4), ss.1369-1377.
- Lebret, B., Heyer, A., Gondret, F. & Louveau, I. (2007). The response of various muscle types to a restriction-re-alimentation feeding strategy in growing pigs. *Animal*, 1(6), ss.849-857.
- Lebret, B., Juin, H., Noblet, J. & Bonneau, M. (2001). The effects of two methods of increasing age at slaughter on carcass and muscle traits and meat sensory quality in pigs. *Animal Science*, 72(1), ss.87-94.
- Lebret, B., Massabie, P., Granier, R., Juin, H., Mouro, J. & Chevillon, P. (2002). Influence of outdoor rearing and indoor temperature on growth performance, carcass, adipose tissue and muscle traits in pigs, and on the technological and eating quality of dry-cured hams. *Meat Science*, 62(4), ss.447-455.
- Lebret, B., Meunier-Salaün, M. C., Foury, A., Mormède, P., Dransfield, E. & Dourmad, J. Y. (2006). Influence of rearing conditions on performance, behavior, and physiological responses of pigs to preslaughter handling, carcass traits, and meat quality. *Journal of Animal Science*, 84(9), ss.2436-2447.
- Lebret, B., Prunier, A., Bonhomme, N., Foury, A., Mormède, P. & Dourmad, J. Y. (2011). Physiological traits and meat quality of pigs as affected by genotype and housing system. *Meat Science*, 88(1), ss.14-22.
- Lopez-Bote, C. J. (1998). Sustained utilization of the Iberian pig breed. *Meat Science*, 49(1), ss17-27.
- Madeira, M. S., Costa, P., Alfaia, C. M., Lopes, P. A., Bessa, R. J. B., Lemos, J. P. C. & Prates, J. A. M. (2013). The increased intramuscular fat promoted by dietary lysine restriction in lean but not in fatty pig genotypes improves pork sensory attributes. *Journal of Animal Science*, 91(7), ss.3177-3187.
- Meat Science. *Standardized Warner-Bratzler Shear Force Procedures for Genetic Evaluation*. <http://meat.tamu.edu/research/shear-force-standards/> [2015-03-30]
- Millet, S., Hesta, M., Seynaeve, M., Ongenaes, E., De Smet, S., Debraekeleer, J. & Janssens, G. P. J. (2004). Performance, meat and carcass traits of fattening pigs with organic versus conventional housing and nutrition. *Livestock Production Science*, 87(2-3), ss.109-119.

- Morales, J. I., Cámara, L., Berrocoso, J. D., López, J. P., Mateos, G. G. & Serrano M. P. (2011). Influence of sex and castration on growth performance and carcass quality of crossbred pigs from 2 Large White sire lines. *Journal of Animal Science*, 89(11), ss.3481-3489.
- Nuernberg, K., Fischer, K., Nuernberg, G., Kuechenmeister, U., Klosowska, D., Eliminowska-Wenda, G., Fiedler, I. & Ender, K. (2005). Effects of dietary olive and linseed oil on lipid composition, meat quality, sensory characteristics and muscle structure in pigs. *Meat Science*, 70(1), ss.63-74.
- Rehfeldt, C., Tuchscherer, A., Hartung, M. & Kuhn, G. (2008). A second look at the influence of birth weight on carcass and meat quality in pigs. *Meat Science*, 78(3), ss.170-175.
- Stern, S., Heyer, A., Andersson, H. K., Rydhmer, L. & Lundström, K. (2003). Production results and technological meat quality for pigs in indoor and outdoor rearing systems. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science*, 53(4), ss.166-174.
- Sundrum, A., Bütfering, L., Henning, M. & Hoppenbrock, K. H. (2000). Effects of on-farm diets for organic pig production on performance and carcass quality. *Journal of Animal Science*, 78(52), ss.1199-1205.
- Therkildsen, M., Vestergaard, M., Busk, H., Jensen, M. T., Riis, B., Karlsson, A. H., Kristensen, L., Ertbjerg, P. & Oksbjerg, N. (2004). Compensatory growth in slaughter pigs – in vitro muscle protein turnover at slaughter, circulating IGF-I, performance and carcass quality. *Livestock Production Science*, 88(1 - 2), ss.63-75.
- Tous, N., Lizardo, R., Vilà B., Gispert, M., Font-i-Furnols, M. & Esteve-Garcia, E. (2013). Effects of a high dose of CLA in finishing pig diets on fat deposition and fatty acid composition in intramuscular fat and other fat depots. *Meat Science*, 93(3), ss.517-524.
- Tous, N., Lizardo, R., Vilà B., Gispert, M., Font-i-Furnols, M. & Esteve-Garcia, E. (2014). Effect of reducing dietary protein and lysine on growth performance, carcass characteristics, intramuscular fat, and fatty acid profile of finishing barrows. *Journal of Animal Science*, 92(1), ss.129-140.
- Ventanas, S., Tejada, J. F. & Estévez, M. (2008). Chemical composition and oxidative status of tissue from Iberian pigs as affected by diets: extensive feeding v. oleic acid- and tocopherol-enriched mixed diets. *Animal*, 2(4), ss.621-630.
- Witte, D. P., Ellis, M., Mckeith F. K. & Wilson E. R. (2000). Effect of dietary lysine level and environmental temperature during the finishing phase on the intramuscular fat content of pork. *Journal of Animal Science*, 78(5), ss.1272-1276.
- Xu, G., Baidoo, S. K., Johnston, L. J., Bibus, D., Cannon, J. E. & Shurson, G. C. (2010). Effects of feeding diets containing increasing content of corn distillers grains with solubles to grower-finisher pigs on growth performance, carcass composition, and pork fat quality. *Journal of Animal Science*, 88(4), ss. 1398-1410.

I denna serie publiceras examensarbeten (motsvarande 15, 30, 45 eller 60 högskolepoäng) vid Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionens examensarbeten finns publicerade på SLUs hemsida www.slu.se.

In this series Degree projects (corresponding 15, 30, 45 or 60 credits) at the Department of Animal Nutrition and Management, Swedish University of Agricultural Sciences, are published. The department's degree projects are published on the SLU website www.slu.se.

<p>Sveriges lantbruksuniversitet Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap Institutionen för husdjurens utfodring och vård Box 7024 750 07 Uppsala Tel. 018/67 10 00 Hemsida: www.slu.se/husdjur-utfodring-varld</p>	<p><i>Swedish University of Agricultural Sciences Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science Department of Animal Nutrition and Management PO Box 7024 SE-750 07 Uppsala Phone +46 (0) 18 67 10 00 Homepage: www.slu.se/animal-nutrition-management</i></p>
--	--