

Påverkar kullstorleken smågrisens utveckling fram till födseln?



Isabelle Westergren

Examensarbete, 15 hp

Agronomprogrammet – Husdjur, examensarbete för kandidatexamen

Institutionen för Husdjursgenetik, 497

Uppsala 2016

Påverkar kullstorleken smågrisens utveckling fram till födseln?

Does the litter size affect the development of the piglet until birth?

Isabelle Westergren

Handledare:	Nils Lundeheim, SLU, Institutionen för Husdjursgenetik
Examinator:	Anna Wistedt, SLU, Institutionen för Anatomi, fysiologi och biokemi
Omfattning:	15 hp
Kurstitel:	Kandidatarbete i husdjursvetenskap
Kurskod:	EX0553
Program:	Agronomprogrammet - Husdjur
Nivå:	Grund, G2E
Utgivningsort:	Uppsala
Utgivningsår:	2016
Serienamn, delnr:	Examensarbete / Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för Husdjursgenetik, 497
Omslagsbild:	Isabelle Westergren
Nyckelord:	Livmoder, ägglossning, placenta, foster, kullstorlek, tillväxthämning
Key words:	Uterus, ovulation rate, placenta, fetus, litter size, intrauterine growth restriction

Abstract

The aim of this literature review was to analyze if the number of fetuses in the uterus will have an effect on the development of the fetuses until birth. Breeding for larger litter size creates a possibility to increase the number of weaned piglets. The uterus physical and physiological characteristics affect the chance of survival for the embryo where the available amount of space for the embryos, and later fetuses, in the uterus is an important factor. Embryos developing from eggs released from both ovaries will spread over both uterine horns. In the uterus the placenta is responsible for all nutrient transfer from the mother to the fetus. An insufficient placenta may lead to an increased proportion of stillborn and intrauterine growth restricted piglets. The nutrient transfer is important for a normal development of the piglets and for the fetus to be able to store glycogen. Fetuses that are intrauterine growth restricted will weigh less at birth compared to those that have been able to develop normally. At birth the piglets have to adapt quickly to the new environment and until they have an intake of colostrum the piglets depend on the stored glycogen and a fully developed thermoregulation. Piglets that are intrauterine growth restricted show less viability at birth and have difficulties competing for colostrum with their littermates. Larger litter size can have a negative effect on the development of the fetuses.

Sammanfattning

Syftet med denna litteraturstudie var att undersöka om antalet foster har en inverkan på fostrets utveckling i livmodern. Genom att avla för större kullar vill man öka chansen att avvänja fler smågrisar. Livmoderns fysiska och fysiologiska egenskaper påverkar de befruktade äggens chans till överlevnad och även det utrymme som embryon, senare foster, har att tillgå i livmodern utgör en stor inverkan. Embryon bildade från ägg ovulerade från båda äggstockarna kommer att fördela sig över de båda livmoderhornen. I livmodern är placentan viktig för näringsöverföring från modern till fostret och en otillräcklig placenta kan leda till ett ökat antal dödfödda och underutvecklade foster. Näringsöverföringen påverkar fostrets chanser att utvecklas normalt samt lagra glykogen. Tillväxthämmade smågrisar kommer väga mindre vid födsel jämfört med de som utvecklats normalt. Vid födsel måste smågrisarna snabbt anpassa sig till den yttre miljön och fram till att de får i sig råmjölk är de beroende av det inlagrade glykogenet samt en fullt utvecklad termoreglering. Tillväxthämmade smågrisar uppvisar ofta mindre livskraft vid födsel och har svårare att konkurrera om råmjölk med sina kullsyskon. Större kullar kan ha en negativ inverkan på fostrets utveckling.

Introduktion

Grisproduktionen påverkas mycket av den höga dödligheten bland smågrisar fram till avvänjning (Herpin *et al.*, 2002) och både prenatal och postnatal dödlighet har en negativ inverkan på det ekonomiska utfallet (Freking *et al.*, 2007). Kullstorlek är en viktig faktor som påverkar ekonomin (Johnson *et al.*, 1999; Kridli *et al.*, 2016) och därför finns ett intresse hos grisproducenterna att varje sugga ska producera ett stort antal avkommor per kull och därmed få ett positivt ekonomiskt utfall (Bakker *et al.*, 1978). Stora kullar kan leda till att dödligheten ökar och inom kullen har de smågrisar med låg födelsevikt lägre chans till överlevnad (Herpin *et al.*, 2002). Stora kullar leder också till att varje foster får mindre utrymme i livmodern (Pardo *et al.*, 2013). Livmoderns kapacitet avgörs av både fysiska och fysiologiska faktorer och fostren behöver ett visst utrymme för att kunna utvecklas normalt (Kridli *et al.*, 2016). Ett begränsat utrymme i livmodern kan medföra att fostren hämmas i sin tillväxt och inte är fullt utvecklade vid födsel (Pardo *et al.*, 2013). Placantan utgör också en viktig roll för fostrens utveckling eftersom det är placantan som förser fostren med näring i livmodern (Reynolds & Redmer, 1995; Rehfeldt *et al.*, 2004). Döda och underutvecklade smågrisar är några av följderna av en otillräcklig placenta (Wright *et al.*, 2016). Syftet med denna litteraturstudie är att undersöka om antalet foster i livmodern har en negativ inverkan på fostrets utveckling fram till födsel.

Kullstorlek

Kullstorleken utgör en viktig ekonomisk faktor inom grisproduktionen (Kridli *et al.*, 2016) och grisproducenter är intresserade av att varje sugga ska producera ett högt antal avkommor (Bakker *et al.*, 1978). Det har gjorts ett flertal studier på möss där man selekterat för ökad kullstorlek genom direkt urval och studierna har varit framgångsrika redan inom korta tidsperioder (Bakker *et al.*, 1978; Johnson *et al.*, 1984). Selektion genom direkt urval för ökad kullstorlek hos gris har tagit längre tid (Johnson *et al.*, 1999). Reproduktionsegenskaper såsom kullstorlek har låg arvbarhet och den fenotypiska variationen är stor (Johnson *et al.*, 1984). Arvbarheten för kullstorlek vid födsel uppskattas vara ungefär 10 procent hos grisar (Young *et al.*, 1978). Dansk grisavel har sedan 1992 gjort kraftansträngningar för att öka kullstorleken vilket resulterat i en stor ökning av antal födda smågrisar (Su *et al.*, 2007). Ökningen i kullstorlek har medfört att antalet dödfödda smågrisar ökat och att de flesta dödsfallen bland smågrisarna har konstaterats ske inom fem dagar efter förlossning (Su *et al.*, 2007). Registrering av kullstorlek fem dagar efter förlossning skulle vara ett effektivare avelsmål än att selektera för antal födda smågrisar och på det viset kommer den genetiska variationen för smågrisöverlevnad till stor del att täckas (Su *et al.*, 2007). Detta bekräftas i senare studier av Nielsen *et al.* (2013) som fastställer att selektion för kullstorlek fem dagar efter förlossning har lett till större kullar med ett ökat antal levande födda smågrisar.

Ägglossning

Kullstorleken avgörs av antal ovulerade ägg, hur stor andel av äggen som befruktas samt utvecklats till levande födda smågrisar (Johnson *et al.*, 1984; Kridli *et al.*, 2016). Ägglossningsfrekvensen mäts genom beräkning av antalet gulkroppar i äggstockarna

(Marrable, 1971; Johnson *et al.*, 1999) och normalt ovuleras mellan 10 och 25 ägg sammanlagt från de båda äggstockarna (Marrable, 1971). Äggen som ovuleras från respektive äggstock och befruktas i respektive äggledare har i livmodern förmågan att kunna migrera mellan båda livmoderhornen, vilket leder till att vid ojämnt antal ovulerade ägg från de båda äggstockarna kommer äggen fördelas jämnare över båda livmoderhornen (Marrable, 1971). Selektion för ökat antal ovulerade ägg har visats ge lägre embryoöverlevnad och har inte ökat kullstorleken (Johnson *et al.*, 1984). I en senare studie har Johnson *et al.* (1999) påvisat en ökning i kullstorlek vid födsel samtidigt som embryoöverlevnaden sjunkit men antalet dödfödda och mumifierade smågrisar ökat. Selektion för ökat antal ovulerade ägg samt ökad embryoöverlevnad hade utförts över 14 generationer och korrelationen mellan antal ovulerade ägg och embryoöverlevnad fastställdes vara negativ (Johnson *et al.*, 1999).

Livmoderns kapacitet

Den embryonala dödligheten fram till födsel är hög hos grisar och fostrets genetiska anlag utgör endast en liten andel av orsakerna till döda embryon och foster (Kridli *et al.*, 2016). Livmoderns kapacitet är en faktor som påverkar de befruktade äggens överlevnad fram till födsel och utgörs av både fysiska och fysiologiska faktorer (Kridli *et al.*, 2016). Fostret kräver ett visst utrymme i livmodern för att kunna utvecklas normalt (Chen & Dziuk, 1993; Kridli *et al.*, 2016) och utrymmet per embryo/foster minskar när antalet embryo/foster ökar och när fostret växer. Därför är livmoderns kapacitet avgörande för fostrets utveckling och överlevnad (Pardo *et al.*, 2013).

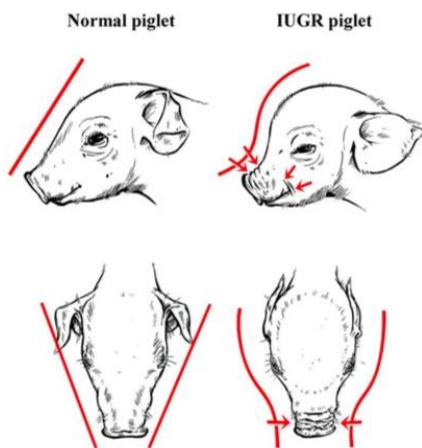
Livmoderhornens längd skiljer sig mellan dräktiga gyltor och varje horn varierar mellan 80 och 255 centimeter i längd, vilket ger ett snitt på 169 centimeter per livmoderhorn vid mätning dag tre i dräktigheten (Chen & Dziuk, 1993). Studien av Chen & Dziuk (1993) erhöll ett medeltal på 12,4 gulkroppar per gylta vilket gav varje foster ett medelutrymme på 27 centimeter i livmodern. När embryona hade tillgång till >25 centimeter vardera påverkades inte deras överlevnad av utrymmets storlek utan först efter dag 41 i dräktigheten påverkades fostrets längd och vikt av det tilldelade utrymmet (Chen & Dziuk, 1993). Livmodern visade sig ha expanderat i de fall där embryona krävt mer plats samt dragit ihop sig när endast ett fåtal embryon överlevt (Chen & Dziuk, 1993).

För att undersöka effekterna på fostret av minskat utrymme i livmodern har olika metoder använts, unilateral ovari-hysterektomi (HO) innebär att det ena livmoderhornet och tillhörande äggstock opereras bort innan ägglossning, unilateral oviduct-ligering (OL) innebär att den ena äggledaren knyts av innan ägglossning (Bérard *et al.*, 2010; Pardo *et al.*, 2013). När äggledaren knyts av kommer inga ägg från den äggstocken att kunna ta sig in i livmoderhornet, endast befruktade ägg från den andra äggstocken kommer fördela sig över båda livmoderhornen genom migration (Marrable, 1971). Kullstorleken skiljde sig inte mellan suggorna, vare sig de tillhörde HO- eller OL-gruppen (Pardo *et al.*, 2013). Bérard *et al.* (2010) fastställde däremot att kullstorleken var 35 procent lägre hos suggor tillhörande HO-gruppen. Smågrisarna från suggor som genomgått OL vägde mer vid födsel (Bérard *et al.*, 2010; Pardo *et al.*, 2013) och antalet dödfödda foster var fler hos suggorna som genomgått HO (Pardo *et*

al., 2013). I studien av Pardo *et al.* (2013) fick HO-suggorna 9.7st foster som var fördelade över ett livmoderhorn. Det höga antalet foster ökar konkurrensen om näring från modern genom placentan vilket i sin tur kan ha begränsat fostrets utveckling (Pardo *et al.*, 2013). Upp till och med 14 embryon i livmodern påverkar inte fostrets utveckling utan först när antalet överstiger sju stycken per livmoderhorn kommer fostret att begränsas i utvecklingen (Dziuk, 1968). Suggor tillhörande OL-gruppen tillät en tillräcklig utveckling av placentan och därmed en större tillförsel av näring, vilket återspeglade sig i de högre födelsevikterna hos deras smågrisar (Pardo *et al.*, 2013).

Tillväxthämning i livmodern

Ökad kullstorlek resulterar i fler smågrisar som är underviktiga och ökad andel intrauterine growth restriction (IUGR) en tillväxthämning i livmodern (Amdi *et al.*, 2013). Graden av IUGR mäts visuellt samma dag som grisning och baseras på huvudformen på smågrisarna och tre fysiologiska kriterier: 1) delfinliknande huvud, 2) utbuktande ögon och 3) vinkelräta rynkor mot munnen (Amdi *et al.*, 2013; Hales *et al.*, 2013). Illustrationer av huvudet på en normal gris och en IUGR-gris återges i figur 1. I studier har smågrisar som uppfyllde alla kraven av tillväxthämning bedömts som IUGR (Hales *et al.*, 2013) alternativt svår IUGR (Amdi *et al.*, 2013). Smågrisar som uppfyllde endast 1-2 av kriterierna bedömdes till lätt IUGR (Hales *et al.*, 2013) eller medel IUGR (Amdi *et al.*, 2013). Smågrisar som inte visade tecken på något av kriterierna bedömdes vara normalt utvecklade smågrisar (Amdi *et al.*, 2013; Hales *et al.*, 2013).



Figur 1. Intrauterine growth restriction (IUGR) är en tillväxthämning av fostret i livmodern. Till vänster visas en illustration av en normalt utvecklad gris jämfört med den tillväxthämmade grisen som visas till höger. IUGR-grisen kännetecknas genom det delfinliknande huvudet, de utbuktande ögonen och de vinkelräta rynkorna mot munnen (Hales *et al.*, 2013).

Det finns ytterligare faktorer som kan påverka fostrens storlek, exempelvis äggens initiala storlek, genetisk inverkan på äggens utveckling och tidpunkt för när ägget kom in i livmodern, där det kan skilja flera timmar mellan befruktning av äggen (Marrable, 1971).

Konsekvenser på organ

Det finns ett starkt samband mellan kullstorlek och smågrisarnas medelvikt, ett stort antal smågrisar bidrar till att smågrisarna i medeltal väger mindre vid födsel (De Roth & Downie, 1976; Bauer *et al.*, 1998). I en studie av Bauer *et al.* (1998) konstaterades att de 10 procent av smågrisarna med lägst födelsevikt kom från stora kullar med minst sju smågrisar. Det kan innebära att fostrets viktökning påverkas negativt av ett stort antal smågrisar i livmodern (Bauer *et al.*, 1998). Smågrisens födelsevikt påverkade också organens vikt, vilket visades genom en signifikant korrelation mellan kroppsvikt och organvikt (Bauer *et al.*, 1998; Amdi *et al.*, 2013). I studien av Bauer *et al.* (1998) bedömdes de 10 procent av smågrisarna med lägst födelsevikt till att vara IUGR-grisar. Dessa underutvecklade smågrisar hade vid födsel nästan dubbla halter av insulin-like growth factor 1 (IGF-1) i blodet jämfört med sina kullsyskon (Bauer *et al.*, 1998). IGF-1 tros kunna styra transporten av glukos till fostret genom att reglera glukotransportören GLUT4 (Vallet *et al.*, 2014). För fostret är glukos den huvudsakliga energikällan (Rehfeldt *et al.*, 2004). Hos IUGR-grisar går störst andel energi från näringsintag till utveckling av hjärnan, så kallad brain sparing effect, vilket sker för att hjärnans utveckling prioriteras framför andra organ (Roza *et al.*, 2008). Hjärnan utgjorde hos IUGR-grisarna en större andel av kroppsvikten än hos de normalviktiga smågrisarna (Bauer *et al.*, 1998; Amdi *et al.*, 2013), något som även kunde ses hos de smågrisar med låg födelsevikt tillhörande de tidigare nämnda HO-suggorna där utrymmet i livmodern var begränsat (Pardo *et al.*, 2013).

Normalviktiga smågrisar hade högre body mass index (BMI), vilket beräknades genom att dividera smågrisens födelsevikt med smågrisens längd, mätt från hjässan till basen av svansen (Amdi *et al.*, 2013). De normalviktiga smågrisarna tenderade även till högre vitalitetspoäng, vilket bedömdes genom att de uppvisat mer energi och livskraft vid födsel (Amdi *et al.*, 2013). Troligtvis finns ett samband mellan högt BMI och förmågan hos smågrisen att få i sig tillräckligt med näring och smågrisar med samma födelsevikt men som skiljer i BMI har olika chans till överlevnad (Hales *et al.*, 2013). IUGR-grisarna tilldelades en lägre vitalitetspoäng och grisar med svår IUGR låg lägst i poäng, vilket tros vara bidragande till att dessa smågrisar hade ett lägre råmjölksintag än sina normalviktiga kullsyskon under de första 24 timmarna efter födseln (Amdi *et al.*, 2013). Detta leder i sin tur till att IUGR-grisarna inte får i sig tillräckligt med energi för att kunna konkurrera med sina kullsyskon (Amdi *et al.*, 2013). Inlagringen av glykogen, som är viktig för smågrisens överlevnad (Theil *et al.*, 2011), var större hos de normalviktiga smågrisarna (Amdi *et al.*, 2013).

Placantan

Placentans uppgift är att förse fostret med näring från modern samt föra bort fostrets avfallsprodukter och utgör en viktig roll i fostrets utveckling och tillväxt (Reynolds & Redmer, 1995; Rehfeldt *et al.*, 2004). Under tiden som fostret finns i livmodern överförs all näring från suggan via placantan till fostret (Père, 2003). Om placantan inte klarar av att tillgodose fostret med tillräckligt mycket näring kommer fostrets utveckling att påverkas negativt (Reynolds & Redmer, 1995). Placantan består av kontaktområden för fosterhinnor

och livmoderslemhinna med högt blodflöde på både fostrets och moderns sida (Marrable, 1971). Om effektiviteten i näringsöverföringen via blodflödet är låg kommer det att påverka fostrets utveckling och suggans kullstorlek (Vallet & Freking, 2007). Utöver den centrala del av placentan som ligger närmast fostret i förhållande till hela dess utbredning finns mer perifera områden där blodflödet är lägre (Flood, 1973; Wright *et al.*, 2016).

Näringsöverföring via placentan

Foster som inte får i sig den näring de behöver i livmodern kan hämmas i sin tillväxt vilket kan leda till permanenta fysiologiska och metaboliska förändringar (Rehfeldt *et al.*, 2012). Strukturen på placentan avgör dess genomsläpplighet (Vallet & Freking, 2007) och är hos grisar annorlunda jämfört med exempelvis primater (Père, 2003). Den typ av genomsläpplighet som grisens epitheliochoriala placenta ger medför att glukoshalten i fostrets blod är lägre än i suggans blod (Père, 2003). För den oxidativa metabolismen hos foster är glukos den huvudsakliga energikällan (Rehfeldt *et al.*, 2004). I slutet av dräktigheten växer fostret som snabbast och är då extra beroende av glukos och suggan sänker därför sin egen förbrukning av glukos (Père, 2003). Placentan tros också vara beroende av glukos, vilket betyder att placentan och fostret konkurrerar om samma energikälla (Vallet *et al.*, 2014).

Kroppssammansättningen hos smågrisar undersöktes av Elliot & Lodge (1977) som fann skillnader beträffande glykogenhalten i levern beroende på mängden foder suggan utfodrats med (Elliot & Lodge, 1977). De smågrisar vars moder fått en stor mängd foder under dräktigheten hade höga halter av glykogen i levern (Elliot & Lodge, 1977). Perruchot *et al.* (2015) fann i en liknande studie ingen skillnad i kroppsvikt hos smågrisarna när gyltorna avlivades vid dag 110 av dräktigheten. Gyltorna hade då utfodrats antingen normal mängd foder under hela dräktigheten alternativt en liten mängd i början av dräktigheten för att sedan överutfodras fram till att avlivning skedde (Perruchot *et al.*, 2015). Suggor som lidit av proteinbrist under dräktigheten har lett till underutvecklade foster och smågrisar med låg födelsevikt (Rehfeldt *et al.*, 2004).

Placentans inverkan på fostertillväxt

Döda och underutvecklade foster är några av följderna av en underutvecklad placenta (Wright *et al.*, 2016). Fostrets vikt ökar i takt med dräktigheten (Wright *et al.*, 2016) och likaså sker en viktökning av placentan (Vallet & Freking, 2007; Wright *et al.*, 2016). Andra halvan av dräktigheten är den period då fostret växer som snabbast (Marrable, 1971) medan placentan växer jämförelsevis lite eller inte alls (Marrable, 1971; Vallet & Freking, 2007) men placentan måste ändå kunna förse fostret med den nödvändiga näringen för en snabb tillväxt (Marrable, 1971). Förhållandet mellan fostrets vikt och placentas vikt varierar beroende på dag i dräktigheten (Vallet & Freking, 2007; Wright *et al.*, 2016). Fostrets tillväxt påverkas endast lite av placentas storlek i tidigt stadium av dräktigheten (Vallet *et al.*, 2014). Under dräktighetens gång ökar inverkan av placentans storlek på fostrets tillväxt men kommer aldrig vara fullt avgörande för tillväxten (Vallet *et al.*, 2014). Dock har placentans storlek en inverkan på dess effektivitet (Rehfeldt *et al.*, 2004).

Vallet & Freking (2007) konstaterade också att placentans storlek hade större inverkan på fostrets tillväxt i dräktighetens senare stadie jämfört med det tidiga stadiet av dräktigheten. Små foster påverkades mer av placentans storlek än stora foster och det fanns ett samband mellan placentor av lägre vikt och små foster (Vallet & Freking, 2007). Det epitel som placentan består av expanderade under senare delen av dräktigheten, något som var speciellt förekommande hos små foster (Vallet & Freking, 2007). Detta ledde till att vävnaderna kring epitelet som består av bindväv och blodkärl trycktes undan av epitelet vilket enligt Vallet & Freking (2007) kan bero på att placentan inte gavs tillräckligt med plats i livmodern och om den inte tillåtit expandera kunde fostrets utveckling och tillväxt hämmas. Detta kan vara en följd av att fostret har begränsat med plats att tillgå i livmodern, vilket även kan leda till att foster dör (Vallet & Freking, 2007).

Anpassning till den yttre miljön

När smågrisen vid födsel lämnar livmodern måste den vara väl anpassad till miljön utanför (Randall, 1992). Fram till att smågrisen får i sig råmjölk är den beroende av sin energireserv i form av glykogen (Theil *et al.* 2011). Energireserven är också avgörande för att klara den temperaturomställning som den utsätts för vid födseln, en faktor som utgör stor påverkan på smågrisen (Randall, 1992). Detta kräver att smågrisen har en fullt utvecklad termoreglering då den måste kunna producera tillräckligt med värme för att reglera sin kroppstemperatur (Herpin *et al.*, 2002). Under denna tidsperiod när anpassning av termoreglering sker är smågrisarna svagare och mer mottagliga för svält och sjukdomar (Herpin *et al.*, 2002). Det kan i sin tur vara en anledning till att de flesta smågrisar som dör gör det inom 48 timmar efter födsel (Le Dividich & Herpin, 1999 refererat genom Herpin *et al.*, 2002). Smågrisar med låg födelsevikt har ett större förhållande mellan kroppsvikt och kroppsytta och därmed högre värmeförlust än tyngre smågrisar (Herpin *et al.*, 2002). Smågrisar föds dessutom med en liten andel kroppsfett, cirka en procent av kroppsvikten, som huvudsakligen inte går att omsätta till energi (Randall, 1992). Värmelampor i smågrishörnan hjälper smågrisarna att hålla temperaturen, liksom att grisarna kurar ihop sig tätt intill varandra (Herpin *et al.*, 2002).

Diskussion

Grisproduktionen speglas av en hög dödlighet av smågrisar fram till avvänjning (Herpin *et al.*, 2002) vilket påverkar det ekonomiska utfallet negativt. Större kullar är ett avelsmål som används för att effektivisera produktionen genom fler födda avkommor (Bakker *et al.*, 1978). Däremot medför det högre antalet födda smågrisar andra konsekvenser som inte alltid är positiva (Bauer *et al.*, 1998; Pardo *et al.*, 2013). Arvbarheten för kullstorlek är som för andra reproduktionsegenskaper relativt låg (Johnson *et al.*, 1984) och försök att öka kullstorleken över många generationer har gjorts men framstegen sker förhållandevis långsamt (Johnson *et al.*, 1999). Ett flertal studier har koncentrerat sig på hur stora kullarna är vid födseln men inte alltid i relation till hur många av smågrisarna som är levandefödda. En större kull som inte genererar fler levande födda grisar kommer inte heller att ge fler avvanda smågrisar. Denna slutsats drar Johnson *et al.* (1999) där de påpekar att selektion för kullstorlek bör innefatta kriterierna levande födda smågrisar och eventuellt födelsevikt hos de levande födda

smågrisarna. Selektion för kullstorlek bör baseras på kullstorlek fem dagar efter förlossning på grund av att de flesta dödsfallen bland smågrisar sker inom den tidsperioden (Su *et al.*, 2007). Båda dessa slutsatser skulle göra det möjligt att minska antalet tillväxthämmade smågrisar. Nielsen *et al.* (2013) bekräftar i senare studier att selektion för kullstorlek fem dagar efter förlossning har gett en ökning i kullstorlek och även lett till ett ökat antal levande födda smågrisar. Genom att inkludera de levande födda smågrisarnas födelsevikt kan det även vara möjligt att minska antalet tillväxthämmade smågrisar.

Livmoderns kapacitet är viktig för fostrets utveckling (Chen & Dziuk, 1993; Kridli *et al.*, 2016) och det finns studier som visar att för högt antal foster gör att livmoderns kapacitet inte räcker till för att alla foster ska utvecklas normalt (Pardo *et al.*, 2013). I olika studier har livmodern hos suggor genom kirurgiska ingrepp antingen delvis opererats bort eller delvis knutits av, dessa ingrepp har utförts för att begränsa utrymmet för fostret i livmodern, men kullstorleken påverkades inte av utrymmet (Pardo *et al.* (2013). Detta överensstämmer inte med en annan studie som fastställde att kullstorleken var mindre hos de suggor som haft mindre utrymme i livmodern för fostren (Bérard *et al.*, 2010). De foster som haft tillgång till mindre utrymme hade en lägre födelsevikt (Pardo *et al.*, 2013), vilket kan bero på ökad konkurrens av näring från placentan (Dziuk, 1968). För att alla foster ska kunna uppnå full utveckling vid födsel bör antalet foster i livmodern inte överskrida 14 stycken (Dziuk, 1968). Storleken på fostret minskar när kullstorleken ökar, vilket visas genom att flera smågrisar i kullen är underviktiga och underutvecklade vid födsel (Amdi *et al.*, 2013; Hales *et al.*, 2013). Tillväxthämningen visar sig genom låg födelsevikt, låga organvikter (Bauer *et al.*, 1998) och lite lagrad energi i form av glykogen (Amdi *et al.*, 2013). De tillväxthämmade smågrisarna får en svårare start i livet än de som faktiskt uppnått normalvikt och är fullt utvecklade. Konkurrensen blir hårdare inom kullen och risken finns att variationen på smågrisarnas storlek inom kullen kommer att vara stor redan innan avvänjning. Den variationen kommer sedan att öka i och med att de större grisarna utgör ännu tuffare konkurrens för de som var små redan vid födsel.

Placentan spelar en central roll i fosterutvecklingen eftersom den står för den enda näringsöverföringen mellan moder och foster i livmodern, därför är det av yttersta vikt att placentan är normalt utvecklad och av tillräcklig omfattning (Reynolds & Redmer, 1995; Rehfeldt *et al.*, 2004). Följden av en begränsad placentafunktion är bland annat underutvecklade foster (Wright *et al.*, 2016). När fostret växer och ökar i vikt kommer även placentan att öka i vikt och den största viktökningen av placentan sker i dräktighetens tidiga stadie (Vallet & Freking, 2007; Wright *et al.*, 2016). Däremot är slutet av dräktigheten den period då placentans storlek har störst inverkan på fostrets utveckling och tillväxt, något som påverkar små foster mer markant än stora foster (Vallet & Freking, 2007; Vallet *et al.*, 2014). Placentan hos små foster tenderade att expandera i livmodern vilket troligtvis skett för att skapa mer yta åt fostret (Vallet & Freking, 2007). Detta tyder på att placentan försöker kompensera för den brist på utrymme som finns i livmodern och försöker på så vis ge fostret en chans till normal tillväxt (Vallet & Freking, 2007). Suggor som utfodrats med en stor mängd foder påverkar sina smågrisar genom att en större inlagring av glykogen skett i levern hos smågrisarna (Elliot & Lodge, 1977). Däremot verkar suggans foderstat inte haft någon

inverkan på fostrens kroppsvikt (Perruchot *et al.*, 2015). Om sammansättningen av suggans foderstat påverkar smågrisens inlagring av glykogen kan det ha betydande effekter för smågrisens överlevnad eftersom energireserven är viktig för smågrisen direkt efter födseln.

Smågrisarna är beroende av att en inlagring av glykogen sker under tiden de befinner sig i livmodern för att direkt efter födsel klara anpassningen av termoregleringen vilket gör att dem svagare och mer mottagliga för svält och sjukdomar (Herpin *et al.*, 2002). Det är av yttersta vikt att smågrisarna redan som foster får de bästa förutsättningarna för att kunna klara sig när de föds. Utrymmet i livmodern per foster har visat sig ha en inverkan på både placentans och fostrets utveckling och därför är risken stor att större kullar leder till fler tillväxthämmade foster. De tillväxthämmade smågrisarna löper i sin tur högre risk att dö tidigt efter födsel på grund av hårda påfrestningar i den yttre miljön. Med större kullar ökar även konkurrensen inom kullarna och de små tillväxthämmade grisarna löper stor risk att inte kunna konkurrera med sina kullsyskon. Det är viktigt att kombinera avelsmålet 'större kullar' med andra avelsmål. Genom att kombinera antal levande födda smågrisar som är fullt utvecklade är det möjligt att få fram optimala kullstorlekar där även antalet avvanda smågrisar kan komma att öka.

Slutsats

Kullstorleken har effekter på fostrets utveckling i livmodern. Ett högt antal foster gör att utrymmet för varje foster minskar och ökar risken för tillväxthämning i livmodern. Placantan har en central roll i fostrets utveckling och påverkas också av kullstorleken. Genom att kombinera avelsmålet 'större kullar' med antal levande födda smågrisar och deras födelsevikt kommer chansen öka att sugor får kullar varifrån fler smågrisar kan avvännas.

Litteraturförteckning

- Amdi, C., Krogh, U., Flummer, C., Oksbjerg, N., Hansen, C.F. and Theil, P.K. (2013). Intrauterine growth restricted piglets defined by their head shape ingest insufficient amounts of colostrum. *Journal of Animal Science*, vol. 91, ss. 5605–5613.
- Bakker, H., Wallinga, J.H. and Politiek, R.D. (1978). Reproduction and body weight of mice after long-term selection for large litter size. *Journal of Animal Science*, vol. 46 (6), ss. 1572-1580.
- Bauer, R., Walter, B., Hoppe, A., Gaser, E., Lampe, V., Kauf, E. and Zwiener, U. (1998). Body weight distribution and organ size in newborn swine (*sus scrofa domestica*) – A study describing an animal model for asymmetrical intrauterine growth retardation. *Experimental and Toxicologic Pathology*, vol. 50, ss. 59-65.
- Bérard, J., Pardo, C.E., Béthaz, S., Kreuzer, M. and Bee, G. (2010). Intrauterine crowding decreases average birth weight and affects muscle fiber hyperplasia in piglets. *Journal of Animal Science*, vol. 88, ss. 3242-3250.
- Chen, Z.-Y. and Dziuk, P.J. (1993) Influence of Initial Length of Uterus per Embryo and Gestation Stage on Prenatal Survival, Development, and Sex Ratio in the Pig. *Journal of Animal Science*, vol. 71, ss. 1895-1901.
- De Roth, L. & Downie, H.G. (1976). Evaluation of viability of neonatal swine. *The Canadian*

Veterinary Journal, vol. 17, ss. 275-279.

- Dziuk, P.J. (1968). Effect of number of embryos and uterine space on embryo survival in the pig. *Journal of Animal Science*, vol. 27, ss. 673-676.
- Elliot, J.I. and Lodge, G.A. (1977). Body composition and glycogen reserves in the neonatal pig during the first 96 hours postpartum. *Canadian Journal of Animal Science*, vol. 57, ss. 141-150.
- Flood, P.F. (1973). Endometrial differentiation in the pregnant sow and the necrotic tips of the allantochorion. *Journal of Reproduction and Fertility*, vol. 32, ss. 539-543.
- Freking, B.A., Leymaster, K.A., Vallet, J.L. and Christenson, R.K. (2007). Number of fetuses and conceptus growth throughout gestation in lines of pigs selected for ovulation rate or uterine capacity. *Journal of Animal Science*, vol. 85, ss. 2093-2103.
- Hales, J., Moustsen, V.A., Nielsen, M.B.F. and Hansen, C.F. (2013). Individual physical characteristics of neonatal piglets affect preweaning survival of piglets born in a noncrated system. *Journal of Animal Science*, vol. 91, ss. 4991-5003.
- Herpin, P., Damon, M. and Le Dividich, J. (2002). Development of thermoregulation and neonatal survival in pigs. *Livestock Production Science*, vol. 78, ss. 25-45.
- Johnson, R.K., Zimmerman, D.R. and Kittok, R.J. (1984). Selection for components of reproduction in swine. *Livestock Production Science*, vol.11, ss. 541-558.
- Johnson, R.K., Nielsen, M.K. and Casey, D.S. (1999). Responses in Ovulation Rate, Embryonal Survival, and Litter Traits in Swine to 14 Generations of Selection to increase Litter Size. *Journal of Animal Science*, vol. 77, ss. 541-557.
- Kridli, R.T., Khalaj, K., Bidarimath, M. and Tayade, C. (2016). Placentation, maternal-fetal interface, and conceptus loss in swine. *Theriogenology*, vol. 85, ss. 135-144.
- Marrable, A.W. (1971). *The embryonic pig, a chronological account*. Exeter: A. Wheaton & Co.
- Nielsen, B., Su, G., Lund, M.S. and Madsen, P. Selection for increased number of piglets at d 5 after farrowing has increased litter size and reduced piglet mortality. *Journal of Animal Science*, vol. 91, ss. 2575-2582.
- Pardo, C.E., Bérard, J., Kreuzer, M. and Bee, G. (2013). Intrauterine crowding impairs formation and growth of secondary myofibers in pigs. *Animal*, vol. 7 (3), ss. 430-438.
- Père, M.C. (2003). Materno-foetal exchanges and utilisation of nutrients by the foetus: comparison between species. *Reproduction Nutrition Development*, vol. 43, ss. 1-15.
- Perruchot, M.H., Lefaucheur, L., Louveau, I., Mobuchon, L., Palin M.F., Farmer, C. and Gondret, F. (2015). Delayed muscle development in small pig fetuses around birth cannot be rectified by maternal early feed restriction and subsequent overfeeding during gestation. *Animal*, vol. 9 (12), ss. 1996-2005.
- Randall, G.C.B. (1992). Perinatal adaptation in animals. *Animal Reproduction Science*, vol. 28, ss. 309-318.
- Rehfeldt, C., Nissen, P.M., Kuhn, G., Vestergaard, M., Ender, K. and Oksbjerg, N. (2004). Effects of maternal nutrition and porcine growth hormone (pGH) treatment during gestation on endocrine and metabolic factors in sows, fetuses and pigs, skeletal muscle development, and postnatal growth. *Domestic Animal Endocrinology*, vol. 24, ss. 267-285.
- Rehfeldt, C., Lefaucheur L., Block, J., Stabenow, B., Pfuhl, R., Otten, W., Metges, C.C. and Kalbe C. (2012). Limited and excess protein intake of pregnant gilts differently affects body composition and cellularity of skeletal muscle and subcutaneous adipose tissue of newborn and weanling

- piglets. *European Journal of Nutrition*, vol. 51, ss. 151-165.
- Reynolds, L.P. and Redmer, D.A. (1995). Utero-Placental Vascular Development and Placental Function. *Journal of Animal Science*, vol. 73, ss. 1839-1851.
- Roza, S.J., Steegers, E.A.P., Verburg, B.O., Jaddoe, V.W.V., Moll, H.A., Hofman, A., Verhulst, F.C. and Tiemeier, H. (2008). What is spared by Fetal Brain-Sparing? Fetal Circulatory Redistribution and Behavioral Problems in the General Population. *American Journal of Epidemiology*, vol. 168, ss. 1145-1152.
- Su, G., Lund, M.S. and Sorensen, D. (2007). Selection for litter size at day five to improve litter size at weaning and piglet survival rate. *Journal of Animal Science*, vol. 85, ss. 1385-1392.
- Theil, P.K., Cordero, G., Henckel, P., Puggaard, L., Oksbjerg, N. and Sorensen, M.T. (2011). Effects of gestation and transition diets, piglet birth weight, and fasting time on depletion of glycogen pools in liver and 3 muscles of newborn piglets. *Journal of Animal Science*, vol. 89, ss. 1805-1816.
- Vallet, J.L. and Freking B.A. (2007). Differences in placental structure during gestation associated with large and small pig fetuses. *Journal of Animal Science*, vol. 85, ss. 3267-3275.
- Vallet, J.L., McNeel, A.K., Miles, J.R. and Freking B.A. (2014). Placental accommodations for transport and metabolism during intra-uterine crowding in pigs. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, vol. 5 (55), ss. 1-14.
- Wright, E.C., Miles, J.R., Lents, C.A. and Rempel, L.A. (2016). Uterine and placenta characteristics during early vascular development in the pig from day 22 to 42 of gestation. *Animal Reproduction Science*, vol. 164, ss. 14-22.
- Young, L.D., Pumfrey, R.A., Cunningham, P.J. and Zimmerman, D.R. (1978). Heritabilities and genetic and phenotypic correlations for prebreeding traits, reproductive traits and principal components. *Journal of Animal Science*, vol. 46 (4), ss. 937-949.