



Kultillväxt som indikator på mjölkproduktion hos lakterande Yorkshiresuggor

- Samband med energiintag, vikt och hullförändring under laktationen

Frida Olsson

Examensarbete • 30 hp

Sveriges lantbruksuniversitet, SLU

Institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd

Agronom djur

Uppsala 2026



Kulttillväxt som indikator på mjölkproduktion hos lakterande Yorkshiresuggor

- Samband med energiintag, vikt och hullförändringar under laktationen.

Litter growth as an indicator of milk production in lactating Yorkshire sows

- *Relationship with energy intake, body weight and backfat thickness during lactation.*

Frida Olsson

Handledare:	Anna Wallenbeck, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd
Bitr. handledare:	Thea Kristensson, Lantmännen
Examinator:	Emma Ivarsson, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd
Omfattning:	30 hp
Nivå och fördjupning:	Avancerad nivå, A2E
Kurstitel:	Självständigt arbete i husdjursvetenskap, A2E
Kurskod:	EX1023
Program/utbildning:	Agronom djur
Kursansvarig inst.:	Institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd
Utgivningsort:	Uppsala
Utgivningsår:	2026
Omslagsbild:	Frida Olsson
Upphovsrätt:	Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.
Nyckelord:	Sugga, smågris, mjölkproduktion, kulttillväxt, energiintag, utfodring, späcktjocklek

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd

Tack

Tack Anna Wallenbeck för all du har lagt ner och för alla frågor du tålmodigt besvarat under arbetets gång.

Tack Thea Kristensson för din otroliga expertis och för att du väckt mitt intresse för området.

Tack Emma Ivarsson för värdefulla kommentarer och synpunkter.

Tack Mamma för noggrann korrekturläsning.

Tack Alva och Madicken för alla timmar vi spenderat tillsammans i biblioteket. Det har betytt mycket att få dela den här tiden mer er, och ni har gjort skrivprocessen både lättare och roligare.

Tack Max för all pepp, stöttning, korrekturläsning och ditt outtröttliga tålamod.

Sammanfattning

Mjölktaget är smågrisarnas huvudsakliga källa till energi och näring under digivningsperioden och har stor betydelse för tillväxten. Samtidigt påverkar mjölkproduktionen saggans energibehov under laktationen, vilket gör tillförlitliga uppskattningar viktiga för att kunna anpassa utfodringen. Syftet med den här studien var att undersöka kulltillväxten hos renrasiga Yorkshiresuggor, beräkna saggans mjölkproduktion samt analysera sambanden mellan kulltillväxt, energiintag och förändringar i saggans späcktjocklek och vikt under laktationen. Studien omfattade 15 kullar med totalt 15 saggor och 253 smågrisar. Smågrisarna vägdes vid flera tillfällen under digivningsperioden, medan saggornas späcktjocklek och vikt registrerades vid grisning och avvänjning. Mjölkproduktionen beräknades indirekt utifrån kulltillväxten med omvandlingsfaktorer från tidigare studier. Data analyserades med linjära regressionsmodeller och Pearsons korrelationsanalys. Kulltillväxten var lägst under dag 0–3 och skiljde sig signifikant från perioderna dag 3–7 och 7–14. Den totala beräknade mjölkproduktionen var 519 kg mjölk. Signifikanta samband mellan kulltillväxt och saggans energiintag sågs i samtliga tillväxtperioder under laktationen, förutom dag 0–3. Smågrisarnas energiintag från foder hade signifikant samband med kulltillväxten sett över hela digivningsperioden, men vid periodvisa analyser var sambandet endast signifikant under dag 28–avvänjning. Inga signifikanta samband mellan kulltillväxt och förändring i vikt eller späcktjocklek påvisades när saggans energiintag inkluderades i modellen. Resultatet indikerar att ökat foderintag hos saggan kan öka kulltillväxten under större delen av laktationen och att saggans foderintag är den främsta faktorn som påverkar kulltillväxten under laktationen.

Nyckelord: Sugga, smågris, mjölkproduktion, tillväxt, energiintag, utfodring, späcktjocklek

Abstract

Milk intake is the piglets' main source of energy and nutrients during the suckling period and is therefore highly important for growth. At the same time, milk production affects the sow's energy requirement during lactation, making reliable estimation of milk production important in order to adapt feeding strategies. The aim of this study was to investigate litter growth in purebred Yorkshire sows, estimate sow milk production, and analyse the associations between litter growth, energy intake, and changes in sow body weight and backfat thickness during the lactation. The study included 15 litters and in total 15 sows and 253 piglets. The piglets were weighed on several occasions during the suckling period while sow body weight and backfat thickness were recorded at farrowing and weaning. Milk production was indirectly calculated from litter growth using conversion factors from previous studies. Data were analysed using linear regression models and Pearson's correlation analysis. Litter growth was lowest during days 0–3 and differed significantly from days 3–7 and 7–14. The total calculated milk production was 519 kg of milk. Significant associations between litter growth and sow energy intake were observed in all growth periods, except days 0–3. Piglet energy intake from feed was associated with litter growth over the entire suckling period, but in the period-specific analyse, the association was only significant during day 28–weaning. No significant associations between litter growth and changes in body weight or backfat thickness were observed when sow energy intake was included in the model. The results indicate that increased feed intake in the sow can improve litter growth during most of the lactation and that sow feed intake is the primary factor affecting litter growth during lactation.

Keywords: sow, piglet, milk production, growth, energy intake, nutrition, backfat thickness

Innehållsförteckning

Tabellförteckning	7
Figurförteckning.....	9
Förkortningar.....	10
1. Introduktion	11
1.1 Frågeställningar	12
2. Litteraturöversikt	13
2.1 Suggans mjölkproduktion	13
2.1.1 Mjölknedsläpp och digivningsbeteende.....	14
2.1.2 Grisningsfeber och dess påverkan på mjölkproduktion	15
2.2 Energi och näringsbehov under laktationen	15
2.2.1 Energibehov.....	15
2.2.2 Proteinbehov.....	16
2.3 Foderintag och dess betydelse för mjölkproduktion	17
2.3.1 Suggrelaterade faktorer	17
2.3.2 Skötsel- och miljörelaterade faktorer	18
2.4 Mobilisering av kroppsreserver och hulförändringar under mjölkproduktionen.....	18
2.4.1 Hullbedömning genom späckmätning	19
2.5 Smågristillväxt under digivningsperioden	20
2.5.1 Råmjölksintag	21
2.6 Metoder för att mäta mjölkproduktion hos suggor	22
2.6.1 Weigh- suckle- weight metoden	22
2.6.2 Isotope dilution technique.....	22
2.6.3 Beräkning utifrån smågristillväxt.....	22
3. Metod.....	24
3.1 Försöksdjur, inhysning, skötsel och utfodring.....	24
3.1.1 Försöksdjur	24
3.1.2 Inhysning	24
3.1.3 Skötsel	25
3.1.4 Utfodring	25
3.2 Datainsamling	27
3.3 Beräkning av mjölkproduktion utifrån smågristillväxt.....	28
3.4 Statistisk analys	28
4. Resultat.....	30
4.1 Avvikelser och exkluderad data	30
4.2 Vikt och tillväxt	30
4.3 Energiintag	31

4.4	Späcktjocklek och vikt.....	32
4.5	Justerad kulltillväxt och påverkande faktorer.....	32
4.6	Beräknad mjölkproduktion	33
4.7	Samband mellan kulltillväxt och energiintag per period	33
4.8	Samband mellan kulltillväxt, energiintag samt suggans förändring i späcktjocklek och vikt under hela laktationen.....	35
5.	Diskussion	37
5.1	Kulltillväxt	37
5.2	Beräknad mjölkproduktion	39
5.3	Samband mellan kulltillväxt och energiintag.....	40
5.4	Samband mellan kulltillväxt och förändringar i vikt och späcktjocklek	41
5.5	Etiska och hållbarhetsmässiga aspekter	42
5.6	Praktisk tillämpning	43
6.	Slutsats	45
	Referenser.....	46
	Populärvetenskaplig sammanfattning	52
	Bilagor	53

Tabellförteckning

Tabell 1. Energibehov, uttryckt som nettoenergi (NE), hos lakterande suggor med 28 dagars digivningsperiod för optimal prestation, baserat på Topigs Norsvins utfodringsrekommendationer för olika kullnummer (Bilaga 1).	16
Tabell 2. Lysinbehov hos lakterande, suggor med 28 dagars digivningsperiod för optimal prestation, baserat på Topigs Norsvins utfodringsrekommendationer för olika kullnummer (Bilaga 1).	17
Tabell 3. Nedre och övre gränsvärden för späcktjocklek (mm) som används i litteraturen för att klassificera suggor som under- eller överhull, enligt Muro et al. (2022).	20
Tabell 4. Rekommenderad späcktjocklek (mm) vid grisning och avvänjning baserat på Topigs Norsvins rekommendationer för Yorkshire (Bilaga 1).	20
Tabell 5. Resultat från Hojgaard et al. (2020) och Theil et al. (2002) visar mängden mjölk (medelvärde $\pm$ standardavvikelse) som krävs för smågristillväxt under olika delar av digivningsperioden.	23
Tabell 6. Näringsinnehåll övergångsfoder, digivningsfoder och smågrisfoder.	26
Tabell 7. Omvandlingsfaktorer för respektive period för beräkning av mjölkproduktion utifrån smågrisens tillväxt (g mjölk/g tillväxt) samt de studier och dagintervall som beräkningen baseras på (Hojgaard et al. 2019; Theil et al. 2002).	28
Tabell 8. Medelvärde $\pm$ standardavvikelse för smågrisevikt (kg), kullvikt (kg) och kullstorlek (st) vid respektive vägningstillfälle. Antalet observationer (n) anges inom parentes.	30
Tabell 9. Medelvärde $\pm$ standardavvikelse för kulltillväxt (kg) och daglig kulltillväxt (kg/ dag) under respektive period. Antalet observationer (n) anges inom parentes.	31
Tabell 10. Medelvärde $\pm$ standardavvikelse för daglig kulltillväxt (kg/dag) under respektive period för kullnummergrupp 1 (kull 1–2) och 2 (kull 3–6). Antalet observationer (n) anges inom parentes.	31
Tabell 11. Medelvärde $\pm$ standardavvikelse för daglig kulltillväxt (kg/dag) under respektive period för kullstorleksgrupp 1 (9–13 smågrisar) och 2 (15 smågrisar) och 3 (16–18 smågrisar). Antalet observationer (n) anges inom parentes.	31

Tabell 12. Suggans och smågriskullarnas energiintag från foder (MJ NE/dag) samt smågriskullarnas foderintag (kg/dag) per dag under respektive period, n= 15.....	32
Tabell 13. Medelvärde $\pm$ standardavvikelse för vikt (kg) och späcktjocklek (mm) vid grisning och avvänjning, samt förändringen mellan dessa tidpunkter. Resultaten redovisas för kullnummergrupp 1 (kull 1–2) och kullnummergrupp 2 (kull 3–6). Antalet observationer (n) anges inom parentes.....	32
Tabell 14. Medelvärde $\pm$ standardavvikelse för beräknad mjölkproduktion (kg) och daglig beräknad mjölkproduktion (kg/ dag) under respektive period. Totalt avser mjölkproduktionen över hela laktationsperioden.	33
Tabell 15. Korrelation (r), regressionskoefficient (b) och p-värden för sambanden mellan suggans, smågrisens och det totala (sugga+ smågris) energiintaget från foder per dag (MJ NE/dag) och kulltillväxt per dag (kg/dag) för respektive period. Antalet observationer (n) var 15 för perioderna dag 0–3, 3–7, 7–14, 14–21, 21–28 och 14 för perioden dag 28–avvänjning.....	34
Tabell 16. Korrelationskoefficienter (r), regressionskoefficienter (b) och p- värden för sambandet mellan kulltillväxt (kg), energiintag (smågris, sugga och totalt) (MJ NE) samt förändring i vikt (kg) och späcktjocklek (mm) för hela laktationsperioden.....	36
Tabell 17. Regressionskoefficienter (b), standardfel (SE) och p- värden från linjär regressionsanalys av kulltillväxt, späckförändring (mm) och suggans energiintag (MJ NE). Antalet observationer (n) anges i tabellen och R ² anger modellens förklaringsgrad.	36

Figurförteckning

Figur 1. Grisningsboxen som användes i studien. Baserad på figur av Andersson (2019).....	25
Figur 2. Energigiva till suggor efter grisning. Grundgiva+ tillägg baserat på antal smågrisar. Energigivan beräknades enligt: grundgiva + (tillägg per smågris × antal smågrisar).	27
Figur 3 Justerade medelvärden och medelfel för daglig kulltillväxt (kg/dag) för respektive period. Bokstäverna a och b anger signifikanta skillnader mellan perioder baserat på parvisa jämförelser, perioder som delar samma bokstav skiljer sig inte signifikant.	33
Figur 4. (a–f) visar sambandet mellan suggans energiintag per dag (MJ NE/dag) och kulltillväxt per dag (kg/dag) för olika perioder. Varje punkt representerar en observation. Linjerna visar linjära regressionslinjer. p-värden anges för respektive graf.	35
Figur 5. (a–c) visar sambandet mellan kulltillväxt (kg) och energiintag från foder (MJ NE) för a) smågrisar, b) sugga samt c) totalt (sugga + smågris). Varje punkt representerar en observation. Linjerna visar linjära regressionslinjer. Observera att graf a) har en annan skala än b) och c).	36

Förkortningar

IDT	Isotope dilution technique
MJ	Megajoule
NE	Nettoenergi
OE	Omsättbar energi
P2	Position 2
RP	Råprotein
SIS	Standardiserad ileal smältbarhet
WSW	Weight- suckle- weight

1. Introduktion

Den svenska grisproduktionen har under de senaste decennierna genomgått en stor utveckling. Genetisk selektion samt förbättrad skötsel och utfodring har resulterat i ökade kullstorlekar (Gård och djurhälsan 2025). Mjölktaget utgör den huvudsakliga källan till energi och näringsämnen för smågrisar under digivningsperioden och är direkt relaterat till deras tillväxt (Højgaard et al. 2020). Suggans mjölkproduktion kan därmed vara en begränsande faktor för smågrisarnas tillväxt, vilket understryker vikten av att optimera mjölkproduktionen för ökad tillväxt och avväjningsvikt (Dunshea et al. 1998; van Oostrum et al. 2016). Det starka sambandet mellan smågrisarnas tillväxt och suggans mjölkproduktion innebär att smågristillväxt kan användas som ett indirekt mått på suggans mjölkproduktion (Whittemore & Morgan 1990).

Tidigare studier har visat att mjölkproduktionen står för majoriteten av suggans energi- och proteinbehov under laktationen (Feyera & Theil 2017). För att utforma en optimal utfodringsstrategi krävs därför en tillförlitlig uppskattning av hur mycket mjölk som suggan producerar. Om mjölkproduktionen underskattas finns risk för att energitilldelningen blir otillräcklig, vilket kan leda till en för stor mobilisering av kroppsegna reserver, försämrat hull (Gessner et al. 2015), nedsatt reproduktionsförmåga (Thaker & Bilkei 2005) och minskad kulltillväxt (Theil et al. 2023). En överskattning av mjölkproduktionen kan i stället leda till överutfodring av suggan, vilket innebär en ineffektiv användning av foder och kan försämra produktionens ekonomi. Eftersom fodret är en av de största bidragande faktorerna till klimatavtrycket från svensk grisproduktion (RISE 2020) kan överutfodring även bidra till ökad klimatpåverkan. En korrekt uppskattning av mjölkproduktionen är således viktig för att balansera produktion, ekonomi och miljöpåverkan. Förändringar i produktionsnivå, till följd av ökade kullstorlekar och en högre efterfrågan på mjölk, kan innebära att tidigare resultat inte speglar produktionen hos dagens suggor. Samtidigt behöver mjölkproduktionen sättas i relation till suggans faktiska energiintag, för att kunna bedöma om energiintaget är tillräckligt i förhållande till mjölkproduktionen. Det är därför viktigt att undersöka och uppdatera kunskapen om sambandet mellan Yorkshiresuggans mjölkproduktion och det faktiska energiintaget.

Syftet med den här studien är att undersöka kulltillväxten hos smågrisar från renrasiga Yorkshiresuggor samt att utifrån kulltillväxten uppskatta suggans mjölkproduktion. Studien syftar även till att undersöka sambanden mellan

kulltillväxt, energiintag och förändringar i suggans vikt och späcktjocklek under laktationen. Målet är att bidra med underlag för mer precisa utfodringsstrategier för lakterande Yorkshiresuggor i kommersiell grisproduktion.

1.1 Frågeställningar

1. Hur stor är den beräknade mjölkproduktionen, baserad på kulltillväxt under olika perioder av laktationen?
2. Vilka samband finns mellan kulltillväxt och suggans respektive smågrisarnas energiintag under laktationen?
3. Skiljer sig sambanden mellan kulltillväxt och energiintag åt mellan olika perioder av laktationen?
4. Vilka samband finns mellan kulltillväxt och förändringar i suggans späcktjocklek och kroppsvikt under laktationen?

2. Litteraturöversikt

2.1 Suggans mjölkproduktion

Mjölken produceras och utsöndras från suggans mjölkkörtlar, vilka börjar utvecklas redan under fosterstadiet. Efter födseln växer mjölkkörtlarna i takt med resten av kroppen, men vid puberteten ökar tillväxten. Under dräktigheten fortsätter de mjölkproducerande cellerna att föröka och specialisera sig under påverkan av östrogen och progesteron. Mot slutet av dräktigheten är juvret fullt utvecklat och redo för att producera mjölk (Svennersten- Sjaunja & Olsson 2005).

Alveolerna utgör de mjölkproducerande enheterna i suggans mjölkkörtlar. Dessa strukturer består av sekretoriska epitelceller som syntetiserar mjölkkomponenterna, såsom laktos, protein och fett. Alveolerna omges av ett tätt kapillärnät som förser cellerna med energi och näring samt kontraktile myoepitelceller som kontraherar vid mjölknedsläpp. Mjölkproduktionen styrs av flera hormoner. Prolaktin och tillväxthormon spelar en central roll i initiering och upprätthållande av mjölksyntesen, medan insulin och andra metabola hormoner säkerställer att energi och näringsämnen prioriteras till juvret under laktationen (Svennersten- Sjaunja & Olsson 2005).

Under dräktigheten är progesteronnivåerna höga, vilket hindrar mjölksyntes. I samband med grisningen sjunker progesteronnivåerna och mjölksyntesen sätts igång (Hartmann et al. 1997). Den första mjölken som produceras är råmjölk vilken kännetecknas av höga koncentrationer av immunoglobuliner och relativt låga nivåer av fett och laktos. Mängden råmjölk som produceras påverkas av dräktighetens längd och hur snabbt smågrisarna börjar dia efter födseln (Declerck et al. 2015). Det finns motstridiga resultat i litteraturen gällande huruvida kullstorlek påverkar den totala råmjölkproduktion eller inte (Declerck et al. 2015; Hasan et al. 2019). Råmjölkens sammansättning kan påverkas av flera faktorer däribland ras, kullnummer och antal levandefödda smågrisar. Declerck et al (2015) visade att andelen mjölkfett minskade med ökande kullnummer, medan andelen råfett ökade med ett högre antal levandefödda smågrisar. Under det första dygnet efter grisning förändras mjölkens sammansättning. Innehållet av immunoglobuliner minskar och innehållet av laktos och fett ökar och mjölken övergår från råmjölk till mogen mjölk (Segura et al. 2020).

Regelbunden tömning av mjölkkörtlarna är avgörande för att upprätthålla mjölksyntesen. När mjölk samlas i alveolerna aktiveras lokala autokriner och

endokrina signaler som hämmar vidare mjölksyntes. Frekvent tömning minskar dessa hämmande signaler och ökar mjölkproduktionen (Svennersten- Sjaunja & Olsson 2005). Vid utebliven tömning av en mjölkkörtel under ett dygn kan mjölkproduktionen fortfarande återupptas om smågrisarna börjar dia på spenen igen. Om en mjölkkörtel inte töms på tre dagar återgår smågrisarna sällan till spenen, sannolikt eftersom mjölksyntesen har upphört (Theil et al. 2005). När mjölkkörtlar slutar producera mjölk minskar den totala mjölkproduktionen, eftersom mjölkproduktionen påverkas av antalet aktiva mjölkkörtlar (Auldist et al. 1998; Vadmand et al. 2015).

2.1.1 Mjölknedsläpp och digivningsbeteende

För att mjölken ska bli tillgänglig för smågrisarna krävs ett mjölknedsläpp. Mjölknedsläppet är en neuroendokrin reflex som utlöses när smågrisarna stimulerar juvret och spenarna. Stimuleringen aktiverar neuroendokrina signaler som frisätter av oxytocin från hypofysen till blodbanan. Oxytocinet verkar i mjölkkörtlarna genom att stimulera kontraktioner i de myoepiteliala celler som omger alveolerna. Kontraktionerna pressar ut mjölken genom mjölgångarna och spenkanalen, vilket gör den tillgänglig för smågrisarna (Svennersten- Sjaunja & Olsson 2005).

Suggans mjölknedsläpp är kortvarigt och varar vanligtvis mellan 10 och 15 sekunder. För att säkerställa att alla smågrisar får tillgång till mjölken har suggan och smågrisarna ett välkoordinerat digivningsbeteende som minskar risken för att smågrisar missar mjölknedsläppet (Whittemore & Fraser 1974). Whittemore & Fraser (1974) delade in smågrisarnas digivningsbeteende i fem faser: (1) smågrisarna positionerar sig vid juvret, (2) smågrisarna stimulerar juvret med trynet genom repetitiva rörelser, (3) smågrisarna diar långsamt, (4) smågrisarna diar snabbt och intensivt, (5) smågrisarna diar långsamt och fortsätter stimulera juvret med trynet. Mjölknedsläppet sker under den fjärde fasen. I fas fem fortsätter smågrisarna att stimulera juvret. Funktionen av denna fortsatta stimulering har diskuterats i litteraturen. En väletablerad teori är att stimulansen efter mjölknedsläppet reglerar mjölmängden vid kommande digivningar. Det råder dock viss oenighet om det finns ett sådant samband (Spinka & Algers 1995; Algers & Jensen 1991; Thodberg & Sørensen 2006). Whittemore & Fraser (1974) undersökte även suggans vokalisering under digivningen. De fann att suggan under de tre första faserna uppvisar ett rytmiskt grymtande med relativt konstant frekvens. I samband med mjölknedsläppet intensifieras grymtandet och blir mer frekvent, för att sedan avta efter mjölknedsläppet.

Smågrisarna etablerar tidigt en spenordning, där varje individ har en spene som de återkommer till. Under de första dagarna efter födseln diar smågrisarna ofta fritt mellan spenarna. Mellan dag tre och sju börjar spenordningen etableras, och smågrisarna diar främst på de spenar som ligger närmast den spene som senare blir deras permanenta val. Efter cirka sju dagar är spenordningen vanligtvis stabilt etablerad och smågrisarna diar endast från en spene (Rosillon-Warnier & Paquay 1984).

2.1.2 Grisningsfeber och dess påverkan på mjölkproduktion

Grisningsfeber är ett vanligt sjukdomssymtom hos suggor som uppstår i samband med eller kort efter grisning. Sjukdomen är multifaktoriell och kännetecknas ofta av minskad mängd råmjölk och mjölkproduktion. Andra vanliga symtom är feber och nedsatt aptit (Kemper 2020). En modellstudie av Niemi et al (2017) visade att sjukdomen ofta leder till ekonomiska förluster genom minskad produktivitet per sugga och förtida utslagning. Smågrisarna kan även påverkas genom ett lägre energiintag från mjölken, vilket kan leda till minskad tillväxt. Grisningsfeber påverkar dessutom suggans och smågrisarnas välfärd genom ökad sjuklighet och dödlighet (Kemper 2020).

Restriktiv utfodring de första dagarna efter grisning tillämpas ofta i syfte att minska risken för grisningsfeber, men forskningsresultaten på metodens effektivitet är motstridiga. Neil et al. (1996) visade att suggor med fri tillgång till foder direkt efter grisning hade en ökad risk för grisningsfeber jämfört med de suggor som blivit restriktivt utfodrade, medan en annan studie av samma författare inte visade någon ökad risk (Neil 1996). Skillnaderna kan bero på att grisningsfeber är ett multifaktoriellt syndrom där flera faktorer påverkar sjukdomsförekomsten. Riskfaktorer inkluderar bland annat högt kroppshull vid grisning, förlängd dräktighet, långdraget grisningsförlopp, snabba foderbyten, hög stalltemperatur och bristande hygien (Kemper 2020).

2.2 Energi och näringsbehov under laktationen

2.2.1 Energibehov

Suggans energibehov är högre under laktationen än under tidigare reproduktionsstadier. Jämfört med slutet av dräktigheten ökar energibehovet med cirka 228% vid topplaktationen. Under laktationen utgör energibehovet för mjölkproduktion den största delen av suggans totala energibehov (Feyera & Theil 2017). Utöver energi för mjölkproduktion behöver suggan även energi för underhåll och fysisk aktivitet (Noblet et al. 1990), och hos yngre suggor även för kroppstillväxt. Vid topplaktationen, omkring dag 17 efter grisning, motsvarar energibehovet för mjölkproduktion cirka 72% av det

totala energibehovet. Detta innebär att mängden producerad mjölk i hög grad styr suggans energibehov under laktationen (Feyera & Theil 2017).

Mjölkproduktionen varierar mellan sugor, och utfodringen bör därför anpassas efter individen. Enligt Topigs Norsvins utfodringsrekommendationer (Bilaga 1) bör suggans utfodringsnivå baseras på hennes förväntade produktionsnivå, vilken kan uppskattas utifrån kullens förväntade tillväxt. Rekommendationerna tar också hänsyn till digivningsperiodens längd och suggans kullnummer. Utfodringsrekommendationerna för Topigs Norsvins Yorkshire (Z- linje) under en digivningsperiod på 28 dagar presenteras i Tabell 1.

Tabell 1. Energitillbehov, uttryckt som nettoenergi (NE), hos lakterande sugor med 28 dagars digivningsperiod för optimal prestation, baserat på Topigs Norsvins utfodringsrekommendationer för olika kullnummer (Bilaga 1).

Kulltillväxt kg/ dag	Näringsbehov	Kullnummer		
		1	2	≥ 3
2,7	MJ NE / dag	61,1	61,6	61,9
2,9	MJ NE / dag	65,3	65,8	66,1
3,1	MJ NE / dag	69,5	70,0	70,3
3,3	MJ NE / dag	73,7	74,2	74,5

2.2.2 Proteinbehov

Protein- och lysinbehovet ökar drastiskt under mjölkproduktionen. Jämfört med slutet av dräktigheten ökar suggans totala proteinbehov med cirka 338% vid topplaktationen. Vid topplaktationen står mjölkproduktionen för 95% av det totala lysinbehovet (Feyera & Theil 2017). Flera studier visar att balanserade och tillräckliga nivåer av både protein och essentiella aminosyror, särskilt standardiserat ideal smältbart (SIS) lysin, kan bidra till minskade kroppsviktförluster (Strathe et al. 2017a), ökad mjölkproduktion och högre mjölkproteinkoncentration vilket har positiv påverkan på kulltillväxten (Hojgaard et al. 2019).

Lysin är den först begränsande aminosyran för suggans mjölkproduktion och ett tillräckligt lysinintag är avgörande för att begränsa mobiliseringen av kroppens proteinreserver under laktationen (Theil et al. 2023). Lysinbehovet påverkas av energiintaget, där ett högre energiintag ökar behovet av lysin för att stödja en högre mjölkproduktion (Tokach et al. 1992). Av den anledningen uttrycks lysinkoncentrationen i foder ofta i relation till energiinnehållet. Lysinets utnyttjandegrad påverkas av hur väl intaget motsvarar suggans faktiska behov. När lysinintaget motsvarar behovet ligger utnyttjandegraden på cirka 82%, medan den sjunker till cirka 50% vid ett överskott (Theil et al 2023). Det är därför viktigt att lysinintaget anpassas efter suggans förväntade

mjölkproduktion och energiintag för att undvika onödiga foderkostnader och miljöpåverkan.

Topigs Norsvins utfodringsrekommendationer (Bilaga 1) för SIS lysin baseras på suggans förväntade produktion, kullens förväntade tillväxt, suggans kullnummer och digivningsperiodens längd. Lysinbehovet för en digivningsperiod på 28 dagar presenteras i Tabell 2.

Tabell 2. Lysinbehov hos lakterande, suggor med 28 dagars digivningsperiod för optimal prestation, baserat på Topigs Norsvins utfodringsrekommendationer för olika kullnummer (Bilaga 1).

Daglig kulltillväxt (kg/ dag)	SIS lysinbehov	Kullnummer		
		1	2	≥3
2,7	SIS lysin, g/ dag	54,5	54,2	54,0
	SIS lysin/ NE, g/ MJ	0,89	0,88	0,87
2,9	SIS lysin, g/ dag	58,6	58,2	58,1
	SIS lysin/ NE, g/ MJ	0,90	0,89	0,88
3,1	SIS lysin, g/ dag	62,6	62,3	62,2
	SIS lysin/ NE, g/ MJ	0,90	0,89	0,88
3,3	SIS lysin, g/ dag	66,7	66,4	66,2
	SIS lysin/ NE, g/ MJ	0,91	0,89	0,89

2.3 Foderintag och dess betydelse för mjölkproduktion

Suggans foderintag under laktationen påverkar i hög grad suggans energibalans, kroppshull och kulltillväxt, där ett högre intag ger positiva effekter. Ett högre foderintag kan även leda till fler födda smågrisar i nästa dräktighet (Estrada et al. 2024). Mjölkproduktionen påverkas också av foderintaget och ökar vid ett högre intag, vilket i sin tur gynnar smågrisarnas tillväxt (Strathe et al 2017b). Dessa samband gör det viktigt att optimera suggans foderintag. Foderintaget påverkas av flera faktorer, vilka kan delas in i suggrelaterade och management- och miljörelaterade faktorer (Eisen et al. 2000).

2.3.1 Suggrelaterade faktorer

Suggans frivilliga foderintag är generellt lågt under den tidiga laktationen, vilket delvis kan förklaras av att suggans mag- och tarmkanal behöver tid för att anpassa sig till det ökade foderintaget. Kullnummer är en annan viktig faktor, där äldre suggor generellt har ett högre frivilligt foderintag än förstagrisare. Förstagrisare har samtidigt ofta ett högre energibehov eftersom de fortfarande växer. Detta innebär att förstagrisare löper större risk att hamna i negativ energibalans under laktationen. Suggor med mycket hull vid grisning tenderar att ha ett lägre foderintag under laktationen jämfört med suggor i optimalt hull. Detta kan bland annat förklaras genom förhöjda nivåer

av leptin och insulin samt nedsatt insulinkänslighet. Kullstorlek påverkar även intaget, vilket antagligen beror på att suggor med fler smågrisar har en högre mjölkproduktion, vilket i sin tur ökar foderintaget. Även genetiska faktorer kan bidra till variationer i foderintag mellan raser (Eisen et al. 2000).

2.3.2 Skötsel- och miljörelaterade faktorer

Suggans frivilliga foderintag påverkas av utfodringsstrategi under dräktigheten, vid grisning och under laktationen. Suggor som utfodrats med en hög energitilldelning under dräktigheten uppvisar ett lägre foderintag under laktationen (Eisen et al. 2000). Suggor med fri tilldelning av foder några dagar innan grisning och från grisningsdagen har däremot ett högre totalt foderintag under laktationen jämfört med suggor som utfodrats restriktivt de första dagarna efter grisning (Neil 1996; Neil et al. 1996). Skillnaden reflekteras även i smågrisarnas tillväxt, vilken är högre hos suggor med fri fodertilldelning. Detta beror sannolikt på att det högre foderintaget leder till högre mjölkproduktion (Neil & Ogle 1996.). En annan faktor som påverkar suggans foderintag är omgivningstemperaturen, där höga temperaturer och värmestress leder till ett minskat foderintag (Eisen et al. 2000).

2.4 Mobilisering av kroppsreserver och hulförändringar under mjölkproduktionen

Laktationen utgör en metaboliskt krävande fas i suggans produktionscykel och kännetecknas av omfattande metabola anpassningar för att möjliggöra hög mjölkproduktion. Energiintaget via fodret täcker ofta inte det totala energibehovet under laktationen vilket leder till en negativ energibalans. För att upprätthålla energibalansen mobiliserar suggan kroppsegna energireserver, främst i form av fett, men även protein (King & Dunkin 1986; Eastham et al. 1988). Negativ energibalans är vanligt hos lakterande suggor, särskilt under de två första veckorna av laktationen då energiintaget inte räcker för att täcka energibehovet (Pedersen et al. 2019).

En måttlig negativ energibalans behöver nödvändigtvis inte påverka smågrisarnas tillväxt negativt (Gessner et al. 2015), då mjölkproduktionen upprätthålls genom mobilisering av kroppsegna reserver (King & Dunkin 1986; Eastham et al. 1988). Detta indikerar att mjölkproduktionen är högt prioriterad i suggans resursfördelning. Vid mer uttalad eller långvarig energibrist kan både mjölkproduktionen och kulltillväxt påverkas negativt (Theil et al. 2023).

Negativ energibalans kan även påverka suggans reproduktionsförmåga negativt. Försenad eller utebliven brunst efter avvänjning och minskat antal smågrisar i nästa dräktighet är konsekvenser. Förstagrisare är särskilt känsliga, redan vid viktförlust på cirka 5% under laktationen har förstagrisare visat ett förlängt intervall mellan avvänjning och brunst, medan äldre suggor påverkas främst vid viktförluster på 10% eller mer (Thaker & Bilkei 2005).

2.4.1 Hullbedömning genom späckmätning

Suggans hull och kroppsfettreserver kan bedömas genom mätning av späcktjocklek, vilket är mätning av suggans underhudsfett. Suggans underhudsfett består av tre lager, ett inre, mellersta och ett yttre späcklager. Vid mätning på position 2 (P2) mäts tjockleken på det inre och mellersta späcklagret. Späcktjockleken indikerar suggans fettinnehåll och utgör därför ett effektivt sätt att följa hullförändringar över tid (Mullan & Williams 1990). Mätning av späcktjocklek anses vara en mer tillförlitlig metod för hullbedömning än visuell bedömning, eftersom subjektiva bedömningar kan påverka noggrannheten (Maes et al. 2004). För att metoden ska vara effektiv och tillförlitlig krävs det att mätningen utförs på ett standardiserat sätt, av erfaren personal och med korrekt fungerande utrustning (Muro et al. 2022).

Späcktjockleken är korrelerad med flera viktiga reproduktionsegenskaper, såsom smågrisarnas födelsevikt, dräktighetsprocent, smågrisöverlevnad (Mun et al. 2023) samt intervallet mellan avvänjning och brunst (Rensis et al. 2005). Späcktjockleken är även relaterad till andra produktionsegenskaper, såsom mjölmängd, mjölkens sammansättning och smågristillväxt (Mun et al. 2023).

Muro et al. (2022) sammanställde resultat från flera studier och visade att gränsvärdena som används för att klassificera suggor som under- respektive överhull varierar mellan studier. Vid grisning definierades underhull hos suggor vid späcktjocklek från 14,6 till 15,0 mm och överhull från 18,0 till 25,0 mm, medan motsvarande gränser vid betäckning låg mellan 12,0 till 15,0 mm respektive 17,1 till 23,0 mm. För förstagrisare rapporterades endast ett gränsvärde vid grisning, 14,4 mm för underhull och 19,0 mm för överhull (Tabell 3). Resultatet från Muro et al. (2022) visar att det saknas enhetliga gränsvärden för späcktjocklek, vilket kan påverka hur hullstatusen bedöms och jämförs mellan studier. Genetik och ras påverkar dessutom späcktjockleken vilket kan försvåra jämförelser mellan studier med olika raser och genetik. Avel för magrare kött har även påverkat späcktjockleken hos dagens moderna suggor, vilket gör det svårare att jämföra resultat med äldre studier (Muro et al. 2022).

Tabell 3. Nedre och övre gränsvärden för späcktjocklek (mm) som används i litteraturen för att klassificera suggor som under- eller överhull, enligt Muro et al. (2022).

Hullstatus	Späcktjocklek (mm)		Förstagrisare Grisning
	Sugga Grisning	Betäckning	
Underhull	14,6 till 15,0	12,0 till 15,0	14,4
Överhull	18,0 till 25,0	17,1 till 23,0	19,0

Rekommendationer från Topigs Norsvin (Bilaga 1) baseras på mätning av späcktjocklek vid P2. Mätningen bör ske vid sista revbenet, 50 mm från ryggens mittlinje eller i enlighet med tillverkarens instruktioner för den använda späckmätaren. Vid grisning rekommenderas en späcktjocklek på 16-17 mm hos förstagrisare, medan äldre suggor rekommenderas en späcktjocklek på 15-18 mm. Vid avvänjning rekommenderas en späcktjocklek på 11-14 mm för både förstagrisare och äldre suggor (Tabell 4). Dessa värden stämmer i stort med de värden som rapporterats i sammanställningen från Muro et al. (2022) (Tabell 3).

Tabell 4. Rekommenderad späcktjocklek (mm) vid grisning och avvänjning baserat på Topigs Norsvins rekommendationer för Yorkshire (Bilaga 1).

Kullnummer	Tidpunkt	Späcktjocklek(mm)	
		Min	Max
1	Grisning	16	17
	Avvänjning	11	14
≥ 2	Grisning	15	18
	Avvänjning	11	14

2.5 Smågristillväxt under digivningsperioden

Den genomsnittliga dagliga tillväxten för smågrisar påverkas av många faktorer, där mjölkintag under digivningsperioden är en av de viktigaste. Ett högre mjölkintag medför ett ökat intag av energi och näringsämnen, vilket möjliggör en högre tillväxt. I en studie av Hojgaard et al (2020) förklarade mjölkintaget 81% av variationen i smågrisarnas viktökning. Under den andra och tredje veckan förklarade kombinationen av mjölkintag och mjölkproteinkoncentration 85 % respektive 87 % av variationen i tillväxt. Födelsevikten har också betydelse för tillväxten, smågrisar med högre födelsevikt har generellt en högre genomsnittlig daglig tillväxt jämfört med smågrisar med låg födelsevikt (Zotti et al. 2017). Det starka sambandet mellan smågristillväxt och mjölkproduktion gör att tillväxten kan användas för att uppskatta suggans mjölkproduktion.

Flera studier indikerar att smågrisarnas tillväxtpotential inte alltid utnyttjas fullt ut eftersom tillgången på suggmjölk är begränsad. I en studie av Dunshea et al. (1998) gavs smågrisarna fri tillgång till mjölkersättning eller komjölk som komplement till suggans mjölk från dag 4 till 28 efter födsel. Smågrisar som fick mjölkersättningen hade en daglig genomsnittlig tillväxt på 277 g/dag och de som fick komjölk hade en daglig genomsnittlig tillväxt på 297 g/dag. De smågrisar som endast fick tillgång till suggmjölk hade en genomsnittlig daglig tillväxt på 239 g/dag. Ett mer begränsat tillskott, där smågrisarna fick mjölkersättning de fem sista dagarna före avvänjning, resulterade också i högre tillväxt och högre avvänjningsvikt (van Oostrum et al. 2016). Suggans mjölkproduktion utgör därför en potentiellt begränsande faktor för smågrisarnas tillväxt, vilket understryker vikten att optimera mjölkproduktionen.

2.5.1 Råmjölksintag

Råmjölksintaget är avgörande för smågrisarnas överlevnad under de första levnadsdygnen. Ett otillräckligt intag ökar dödligheten och försämrar utvecklingen av immunförsvaret (Devillers et al. 2011). Utöver dess betydelse för överlevnad påverkar råmjölksintaget även smågrisens tillväxt. Ett högre intag leder till ökad avvänjningsvikt och ökad kroppsvikt senare i livet. Dessa observationer visar att råmjölksintaget både har kort- och långsiktiga effekter på smågrisens utveckling (Declerck et al. 2016).

Råmjölksintaget varierar mellan individer inom samma kull. Smågrisar med högre födelsevikt konsumerar generellt mer råmjölk jämfört med smågrisar med lägre födelsevikt. Födelseordningen påverkar också intaget, där tidigt födda smågrisar uppvisar ett högre intag än de som föds senare (Vodolazska et al. 2023). Kullrelaterade faktorer spelar en ytterligare roll. I större kullar blir råmjölksintaget per smågris lägre jämfört med mindre kullar. Detta kan bero på att suggans produktion av råmjölk inte ökar proportionerligt med kullstorleken, vilket resulterar i mindre tillgänglig mjölk per smågris i större kullar (Devillers et al. 2007). Dessutom är gräsningsförloppet ofta längre i större kullar, vilket har visats kunna leda till en minskad mängd producerad råmjölk (Hasan et al. 2019).

Smågrisar med låg födelsevikt löper högre risk att drabbas av otillräckligt råmjölksintag, vilket gör det särskilt viktigt att skötselrutiner säkerställer att dessa individer får tillräckligt tillgång till råmjölk. Kullutjämning är en skötselåtgärd som kan minska konkurrensen om spenarna och därigenom öka råmjölksintaget. Kullutjämningen bör dock inte utföras tidigare än 12 timmar och inte senare än 24 timmar efter födseln (Aleopoulous et al. 2018). En annan skötselåtgärd är skiftesdigivning. Under skiftesdigivning separeras de

större smågrisarna tillfälligt från suggan vilket ger de mindre smågrisarna bättre tillgång till spenarna. Strategin har visat sig bidra till jämnare tillväxt hos smågrisarna i kullen mellan födsel och avvänjning då kullen består av minst nio smågrisar (Donovan & Dritz 2018).

2.6 Metoder för att mäta mjölkproduktion hos suggor

2.6.1 Weigh- suckle- weight metoden

Suggans mjölkproduktion kan mätas och uppskattas med flera metoder. En metod är weight- suckle- weight metoden (WSW). Metoden bygger på att smågrisarna vägs före och efter digivning för att fastställa deras viktförändring, vilken antas motsvara den mängd mjölk som konsumerats. WSW- metoden kräver att smågrisarna separeras från suggan under vägningarna vilket kan orsaka stress hos både suggan och smågrisarna och potentiellt påverka digivningsbeteendet och mjölkintaget. Dessutom kan viktförändringarna under digivningen bero på andra faktorer som salivering, urinering, evaporation och defekation vilket måste korrigeras för i beräkningarna för att säkerställa metodens noggrannhet (Pettigrew et al. 1985).

2.6.2 Isotope dilution technique

En annan metod för att uppskatta suggans mjölkproduktion är isotope dilution technique (IDT). Metoden innebär att mjölkproduktionen beräknas utifrån mängden vatten från suggans mjölk som omsätts i smågrisens kropp. Förutsättningen är att smågrisens enda vattenkälla är mjölken, vilket kan vara svårt att säkerställa i praktiken. I en studie av Pettigrew et al. (1985) visade det sig att IDT- metoden gav högre skattningar av mjölkproduktionen jämfört med WSW-metoden. Detta kan bero på att WSW-metoden stör suggans och smågrisarnas digivning, vilket gör att smågrisarna diar mindre. IDT-metoden bedöms inte påverka digivningen i samma utsträckning.

2.6.3 Beräkning utifrån smågristillväxt

Mjölkproduktionen kan även uppskattas genom att mäta kullens tillväxt. Metoden bygger på en omvandlingsfaktor som representerar hur mycket mjölk som krävs för per kg tillväxt. Genom antagandet att suggmjölken innehåller 5,4 MJ omsättbar energi (OE) per kg och att det krävs 22 MJ ME per kg tillväxt hos smågrisen är omvandlingsfaktorn 4,1 (Whittemore & Morgan 1990). Hojgaard et al. (2020) och Theil et al. (2002) visade att relationen mellan smågrisens tillväxt och mjölkintag varierar över tid. Mindre mjölk per kg tillväxt behövs i början av diperioden jämfört med senare, vilket

kan förklaras av ett högre underhållsbehov hos smågrisarna. I Tabell 5 presenteras hur mycket mjölk som krävs för tillväxt hos smågrisarna baserat på studien av Hojgaard et al. (2020) och Theil et al. (2002) vilka mätte mjölkintaget med IDT- metoden.

Tabell 5. Resultat från Hojgaard et al. (2020) och Theil et al. (2002) visar mängden mjölk (medelvärde $\pm$ standardavvikelse) som krävs för smågristillväxt under olika delar av digivningsperioden.

Period i digivningsperioden	Hojgaard et al. (2020) g mjölk/ g tillväxt	Theil et al. (2002) g mjölk/ g tillväxt
Dag 3–10	3,92 $\pm$ 0,1	3,78 $\pm$ 0,11*
Dag 10–17	4,55 $\pm$ 0,1	4,58 $\pm$ 0,09*
Dag 17–25	4,77 $\pm$ 0,1	4,89 $\pm$ 0,10*
Medeltal för hela digivningsperioden	4,2	

*Mjölkmängden mättes under dag 3-5, 10-12 och 17-19.

3. Metod

Datainsamlingen genomfördes mellan 4 februari och 26 mars 2026 vid Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Lövsta lantbruksforskning. Studien genomfördes i enlighet med riktlinjerna från den svenska etikprövningsnämnden för djurförsök vid tingsrätten i Uppsala (SLU-ID: Dnr 5.8.18-03624/2025).

3.1 Försöksdjur, inhysning, skötsel och utfodring

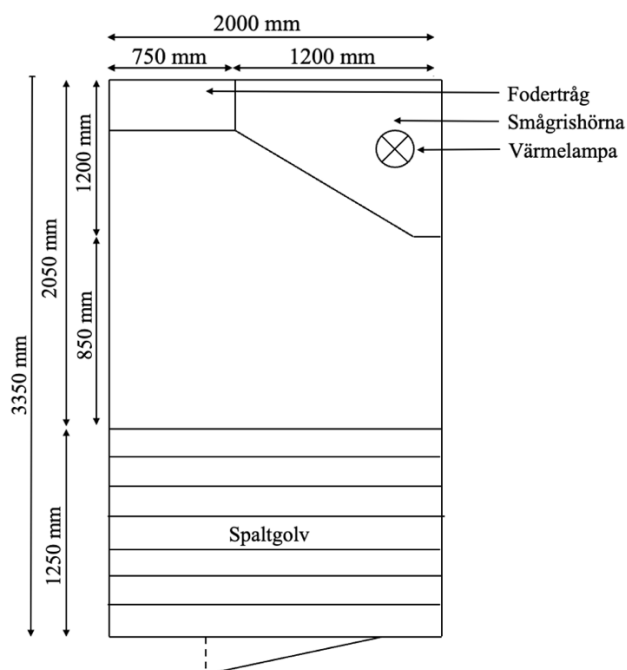
3.1.1 Försöksdjur

Studien omfattade 15 suggor i kullnummer 1–6, med ett genomsnittligt kullnummer på $2,8 \pm 1,74$ (medelvärde $\pm$ standardavvikelse), samt deras avkommor, totalt 253 smågrisar. Samtliga suggor var renrasiga Yorkshire (Z-line). Majoriteten av avkommorna var renrasiga Yorkshire (11 kullar, 191 smågrisar) medan 4 kullar (62 smågrisar) utgjordes av korsningar mellan Yorkshire och Hampshire.

Försöket genomfördes i två produktionsomgångar med två veckors mellanrum. Omgång 1 bestod av 7 suggor och 109 smågrisar och omgång 2 bestod av 8 suggor och 144 smågrisar. Smågrisarnas kön registrerades som 1 (hane) eller 2 (hona). Medelvärdet för könsregistreringen var $1,46 \pm 0,12$, vilket motsvarar en könsfördelning på cirka 46% hanar och 54% honor.

3.1.2 Inhysning

Suggorna flyttades till individuella grisningsboxar cirka sju dagar före beräknat grisningsdatum. Grisningsboxen var totalt 6,5 m² och bestod av en liggyta med betong samt ett spaltgolv. Boxen innehöll en smågrishörna utrustad med tak, värmelampa och golvvärme. Boxarna var även utrustade med ett fodertråg, avbärarrör samt två vattennipplar placerade på två olika höjder. Grisningsboxen illustreras i Figur 1.



Figur 1. Grisningsboxen som användes i studien. Baserad på figur av Andersson (2019).

3.1.3 Skötsel

Tillsyn av djuren utfördes dagligen. Boxen gödslades ur och ströddes med lång och hackad halm en gång per dag. Behandling av sjuka djur utfördes vid behov. Efter grisning registrerades saggans vikt och späcktjocklek. Samtidigt vägdes smågrisarna, tilldelades ett individnummer genom örontatuering och erhöill en första järninjektion. En andra järninjektion gavs vid fyra dagars ålder. Vid fyra dagars ålder märktes även smågrisarna med öronbrickor med individnummer. Kastrering av hangrisar utfördes inte under digivningsperioden, hangrisarna immunokastrerades senare under uppfödningensperioden. Smågrisar som dog under observationsperioden vägdes och kroppsvikten registrerades. Kullutjämnning skedde vid behov och smågrisarna vägdes i samband med flytten. Avvänjning av smågrisarna skedde under den femte levnadsveckan. Åldern vid avvänjning var i genomsnitt $33,9 \pm 1,64$ dagar (medelvärde $\pm$ standardavvikelse).

3.1.4 Utfodring

Utfodring saggor

Saggorna utfodrades med torrfoder. Från insättning i BB till och med två dagar efter grisning utfodrades saggorna med ett övergångsfoder, därefter med ett digivningsfoder. Övergångsfodret och digivningsfodrets näringsinnehåll presenteras i Tabell 6. Utfodring av saggorna skedde tre

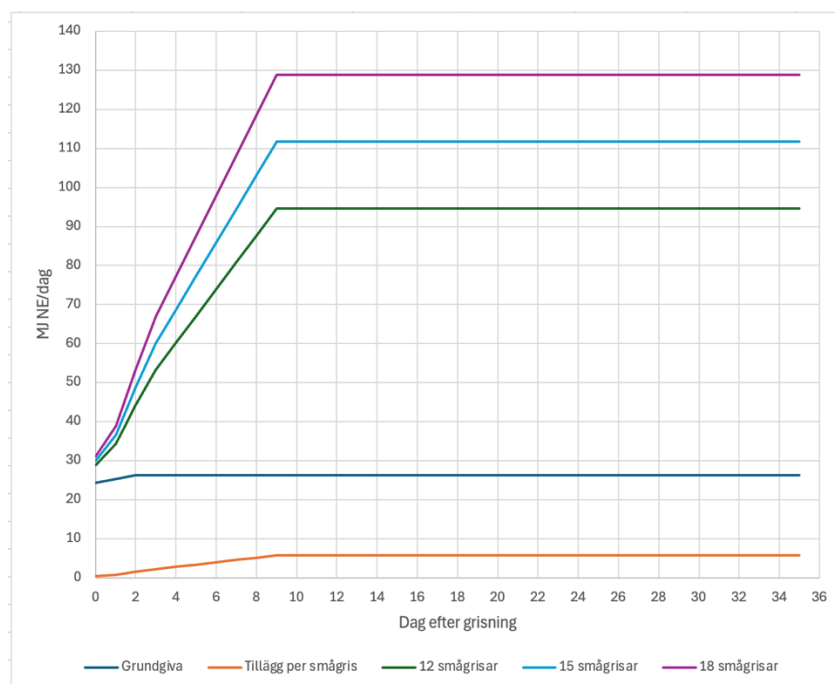
gångar per dag, cirka kl 07, 14 och 20. Suggornas energigiva presenteras i Figur 2. Energigivan baseras på en grundgiva som ökade fram till dag 9 efter grisning, vartefter den uppgick till 26,25 MJ NE per sugga och dag. Utöver grundgivan gavs ett energitillägg per smågris, där tilläggets storlek varierade beroende på dag efter grisning. Fodermängden justerades två gånger per dag baserat på kvarvarande foder i krubban. Då suggan konsumerat hela den tilldelade fodermängden ökades foderivan, medan foderivan minskades om foder fanns kvar i krubban.

Utfodring smågrisar

Smågrisarna utfodrades med torrfoder. Från levnadsdag fem tilldelades varje kull 50-200 g smågrisdoder en till två gånger per dag. Fodermängden justerades utifrån tidigare foderintag, ett högre intag följdes av en ökad foderiva. Näringsinnehållet i smågrisdodret presenteras i Tabell 6. Smågrisarna gavs även järntorv en gång per dag från levnadsdag fem. Från två veckors ålder gavs smågrisarna fri tillgång av smågrisdoder via en foderautomat placerad i smågrishörnan. Kvarvarande foder i automaten kontrollerades varje dag och fylldes på vid behov. Smågrisarnas foderintag registrerades på kullnivå och inte individuellt per smågris.

Tabell 6. Näringsinnehåll övergångsfoder, digivningsfoder och smågrisdoder.

Näringsinnehåll	Övergångsfoder	Digivningsfoder	Smågrisdoder
Energi, MJ NE/kg	9,3 (NEsugg)	9,9 (NEsugg)	10,1 (NEväx)
Råprotein, g/ kg	134	160	149
Råfett, g/ kg	43	47	67
Växtråd g/kg	54	46	44
Lysin g/ kg	7,3	9,4	10,9
g lysin/ MJ NE	0,7	0,86	1,05
Metionin g/ kg	2,3	2,9	4
Kalcium, g/kg	7	7	4,4
Natrium g/ kg	2	2	3,2



Figur 2. Energigiva till sugor efter grisning. Grundgiva+ tillägg baserat på antal smågrisar. Energigivan beräknades enligt: $\text{grundgiva} + (\text{tillägg per smågris} \times \text{antal smågrisar})$.

3.2 Datainsamling

Smågrisarnas kroppsvikt registrerades vid sju vägningstillfällen: vid levnadsdag 0 (födsel), 3, 7, 14, 21, 28 samt vid avvänjning. Samtliga vikter förutom avvänjningsvikten registrerades mellan kl. 07:00 och 09:00. Avvänjningsvikten registrerades mellan kl. 13:00 och 15:00. Våg 1 användes från dag 0 till dag 28. Våg 2 användes för att mäta avvänjningsvikten. Båda smågrisvågarna var av märket Profilvågen. Våg 1 hade en noggrannhet på 0,01 kg och våg 2 en noggrannhet på 0,1 kg. För smågrisar som dog under digivningsperioden inkluderades deras tillväxt fram till dödstillfället i beräkningen av kulltillväxt.

Suggans späcktjocklek mättes vid grisning och vid avvänjning. Mätningen utfördes med ett ekolod (renco lean- meater). Ekolodet placerades vid sista revbenet, cirka 65 mm från ryggraden, enligt tillverkarens instruktion. Späcktjockleken mättes över två späcklager och i enheten millimeter.

Datainsamlingen genomfördes under två på varandra följande produktionsomgångar, med två veckors mellanrum.

3.3 Beräkning av mjölkproduktion utifrån smågristillväxt

Digivningsperioden delades in i sex perioder: dag 0–3, 3–7, 7–14, 14–21, 21–28, 28–avvänjning. För att beräkna suggans mjölkproduktion multiplicerades de korrigerade medelvärdena för kulltillväxt från regressionsanalysen med omvandlingsfaktorer baserade på Hojgaard et al. (2020) och Theil et al. (2002) (Tabell 5). Omvandlingsfaktorerna som användes i den här studien beräknades utifrån motsvarande faktorer rapporterade i dessa två studier. För varje period valdes de värden som motsvarade samma eller närliggande dagar i digivningsperioden. När värden fanns rapporterade från båda studierna, eller flera värden från samma studie ingick i perioden, baserades omvandlingsfaktorn som medelvärdet av dessa. I de fall endast ett värde fanns rapporterat i studien användes detta direkt. För dag 0–3 och dag 28–avvänjning saknades rapporterade värden och därför användes de närliggande värdena. De omvandlingsfaktorer som användes för respektive period samt de studier och dagintervall som de baseras på presenteras i Tabell 7.

Tabell 7. Omvandlingsfaktorer för respektive period för beräkning av mjölkproduktion utifrån smågrisens tillväxt (g mjölk/g tillväxt) samt de studier och dagintervall som beräkningen baseras på (Hojgaard et al. 2019; Theil et al. 2002).

Period	Omvandlingsfaktor g mjölk/ g tillväxt	Baseras på (studie och dagintervall)
Dag 0–3	3,85	Hojgaard et al. (dag 3–10), Theil et al. (dag 3–5)
Dag 3–7	3,85	Hojgaard et al. (dag 3–10), Theil et al. (dag 3–5)
Dag 7–14	4,35	Hojgaard et al. (dag 10–17), Theil et al. (dag 10–12)
Dag 14–21	4,74	Hojgaard et al. (dag 10–17; 17–25), Theil et al. (dag 17–19)
Dag 21–28	4,77	Hojgaard et al. (dag 17–25)
Dag 28–avvänjning	4,77	Hojgaard et al. (dag 17–25)

3.4 Statistisk analys

Statistiska analyser utfördes i Minitab®. Deskriptiv statistik beräknades för samtliga variabler och resultaten presenterades som medelvärde ± standardavvikelse.

De statistiska analyserna genomfördes i två steg. Modellerna utvecklades genom att varje förklaringsvariabel (X-variabel) initialt testades enskilt, vartefter kombinationer av alla statistiskt och biologiskt relevanta X-variabler testades. Suggorna grupperades i grupper baserat på kullstorlek vid dag 3: grupp 1 bestod av suggor med 9–13 smågrisar (n= 5), grupp 2 suggor med 15 st smågrisar (n= 4) och grupp 3 suggor med 16–18 st smågrisar (n=

6). Suggorna grupperades även efter kullnummer, grupp 1 bestod av suggor i kullnummer 1–2 ($n=8$) och grupp 2 av suggor i kullnummer 3–6 ($n=7$). De slutgiltiga modellerna presenteras nedan. Signifikansnivån för de statistiska analyserna var 5% ($p < 0,05$).

I det första steget analyserades kulltillväxt per period. Perioderna definierades som dag 0–3, 3–7, 7–14, 14–21, 21–28 samt dag 28–avvänjning. Skillnader i kulltillväxt mellan perioder analyserades med en linjär regressionsmodell, vilken inkluderade de fixa klasseffekterna: period, faderras (Hampshire eller Yorkshire), kullstorlek (grupp 1, 2, 3), kullnummer (grupp 1 och 2), samt de kontinuerliga kovariaterna könsfördelning och vikt vid periodens start. Skillnader mellan perioder analyserades med parvisa jämförelser. Parvisa jämförelser mellan perioder utfördes med Tukey- test.

I det andra steget analyserades samband mellan daglig kulltillväxt och suggans, smågrisarnas och det totala (sugga + smågris) dagliga energiintaget från foder. Sambanden analyserades för respektive period med Pearsons korrelationsanalys samt enkel linjär regressionsanalys. Resultaten från dessa analyser presenterades med korrelationskoefficient (r), regressionskoefficient (b) och p -värde.

För hela laktationsperioden analyserades samband mellan kulltillväxt och energiintag från foder (sugga, smågrisar och totalt), samt suggans förändringar i späcktjocklek och vikt med Pearsons korrelationsanalys och regressionsanalys. Vid regressionsanalys av späckförändringar inkluderades även totalt energiintag som en kontinuerlig kovariat i modellen. Resultaten från dessa analyser presenterades med korrelationskoefficient (r), regressionskoefficient (b) och p -värde.

4. Resultat

4.1 Avvikelse och exkluderad data

Under datainsamlingsperioden registrerades endast en hälsoavvikelse i hälsojournalen. Avvikelsen gällde en suga som uppvisade nedsatt foderintag dag 0, vilket behandlades med melovem och peptinor.

Viktdata från en kull vid vägningstillfället i samband med avvänjning exkluderades från datasetet på grund av misstänkt mätfel. Samtliga smågrisar i kullen hade en lägre vikt än vid föregående vägning (dagen innan) vilket bedömdes osannolikt. Värdena ansågs därför inte tillförlitliga och togs bort före den statistiska analysen.

4.2 Vikt och tillväxt

Medelvikt per smågris och kull samt kullstorlek vid respektive vägningstillfälle presenteras i Tabell 8. Smågrisarnas vikt ökade från $1,2 \pm 0,35$ kg (medelvärde $\pm$ standardavvikelse) vid födseln till $10,5 \pm 2,24$ kg vid avvänjning. Kullvikten ökade under samma period från $20,4 \pm 6,62$ kg till $144,1 \pm 32,15$ kg. Kullstorleken minskade från $16,9 \pm 3,88$ smågrisar vid födseln till $13,9 \pm 2,15$ smågrisar vid avvänjning.

Tabell 8. Medelvärde $\pm$ standardavvikelse för smågrisevikt (kg), kullvikt (kg) och kullstorlek (st) vid respektive vägningstillfälle. Antalet observationer (n) anges inom parentes.

Vägningstillfälle	Smågrisevikt (kg)	Kullvikt (kg)	Kullstorlek (st)
Dag 0	$1,2 \pm 0,35$ (n= 253)	$20,4 \pm 6,62$ (n= 15)	$16,9 \pm 3,88$ (n= 15)
Dag 3	$1,6 \pm 0,41$ (n= 218)	$23,0 \pm 4,97$ (n= 15)	$14,3 \pm 2,35$ (n= 15)
Dag 7	$2,4 \pm 1,21$ (n= 212)	$34,5 \pm 9,56$ (n= 15)	$14,1 \pm 2,23$ (n= 15)
Dag 14	$4,3 \pm 1,56$ (n= 209)	$59,7 \pm 16,41$ (n= 15)	$13,9 \pm 2,15$ (n= 15)
Dag 21	$6,1 \pm 1,56$ (n= 209)	$85,7 \pm 21,58$ (n= 15)	$13,9 \pm 2,15$ (n= 15)
Dag 28	$8,2 \pm 1,86$ (n= 209)	$113,6 \pm 27,07$ (n= 15)	$13,9 \pm 2,15$ (n= 15)
Avvänjning	$10,5 \pm 2,24$ (n= 193)	$144,1 \pm 32,15$ (n= 14)	$13,9 \pm 2,15$ (n= 15)

Den totala och dagliga kulltillväxten för respektive period presenteras i Tabell 9. Den dagliga kulltillväxten uppgick till $1,5 \pm 0,66$ kg under dag 0–3 och ökade över tid till $4,4 \pm 1,53$ kg under dag 28–avvänjning. Daglig kulltillväxt för kullnummergrupperna per period presenteras i Tabell 10 och motsvarande värden för kullstorleksgrupperna presenteras i Tabell 11.

Tabell 9. Medelvärde $\pm$ standardavvikelse för kulltillväxt (kg) och daglig kulltillväxt (kg/ dag) under respektive period. Antalet observationer (n) anges inom parentes.

Period	Kulltillväxt (kg)	Daglig kulltillväxt (kg/ dag)
Dag 0–3	4,6 $\pm$ 1,98 (n= 15)	1,5 $\pm$ 0,66 (n= 15)
Dag 3–7	11,6 $\pm$ 3,97 (n= 15)	2,9 $\pm$ 0,99 (n= 15)
Dag 7–14	25,4 $\pm$ 7,35 (n= 15)	3,6 $\pm$ 1,05 (n= 15)
Dag 14–21	26,0 $\pm$ 5,75 (n= 15)	3,7 $\pm$ 0,82 (n= 15)
Dag 21–28	29,2 $\pm$ 6,31 (n= 15)	4,2 $\pm$ 0,90 (n= 15)
Dag 28–avvänjning	30,5 $\pm$ 10,72 (n= 14)	4,4 $\pm$ 1,81 (n= 14)

Tabell 10. Medelvärde $\pm$ standardavvikelse för daglig kulltillväxt (kg/dag) under respektive period för kullnummergrupp 1 (kull 1–2) och 2 (kull 3–6). Antalet observationer (n) anges inom parentes.

Period	Daglig kulltillväxt (kg/dag)	
	Kullnummer grupp 1	Kullnummer grupp 2
Dag 0–3	1,4 $\pm$ 0,74 (n= 8)	1,7 $\pm$ 0,58 (n= 7)
Dag 3–7	2,8 $\pm$ 1,12 (n= 8)	3,0 $\pm$ 0,90 (n= 7)
Dag 7–14	3,4 $\pm$ 1,22 (n= 8)	3,8 $\pm$ 0,86 (n= 7)
Dag 14–21	3,6 $\pm$ 0,73 (n= 8)	3,9 $\pm$ 0,78 (n= 7)
Dag 21–28	4,4 $\pm$ 0,92 (n= 8)	3,9 $\pm$ 0,85 (n= 7)
Dag 28–avvänjning	5,5 $\pm$ 2,08 (n= 7)	4,3 $\pm$ 1,35 (n= 7)

Tabell 11. Medelvärde $\pm$ standardavvikelse för daglig kulltillväxt (kg/dag) under respektive period för kullstorleksgrupp 1 (9–13 smågrisar) och 2 (15 smågrisar) och 3 (16–18 smågrisar). Antalet observationer (n) anges inom parentes.

Period	Daglig kulltillväxt (kg/dag)		
	Kullstorleksgrupp 1	Kullstorleksgrupp 2	Kullstorleksgrupp 3
Dag 0–3	1,3 $\pm$ 0,35 (n= 5)	1,4 $\pm$ 0,75 (n= 4)	1,9 $\pm$ 0,75 (n= 6)
Dag 3–7	2,3 $\pm$ 0,60 (n= 5)	2,9 $\pm$ 1,00 (n= 4)	3,4 $\pm$ 1,08 (n= 6)
Dag 7–14	3,0 $\pm$ 0,72 (n= 5)	3,7 $\pm$ 0,85 (n= 4)	4,1 $\pm$ 1,23 (n= 6)
Dag 14–21	3,0 $\pm$ 0,41 (n= 5)	3,9 $\pm$ 0,61 (n= 4)	4,2 $\pm$ 0,93 (n= 6)
Dag 21–28	3,6 $\pm$ 0,62 (n= 5)	4,1 $\pm$ 0,39 (n= 4)	4,7 $\pm$ 1,08 (n= 6)
Dag 28–avvänjning	3,7 $\pm$ 1,27 (n= 5)	5,3 $\pm$ 1,01 (n= 4)	5,74 $\pm$ 2,32 (n= 5)

4.3 Energiintag

Suggans och smågrisarnas dagliga energiintag från foder presenteras i Tabell 12. Suggans energiintag uppgick i genomsnitt till 46,0 $\pm$ 4,69 MJ NE per dag under dag 0–3 och ökade till som högst i genomsnitt 93,6 $\pm$ 12,60 MJ NE per dag under dag 21–28. Smågriskullarnas dagliga energiintag från foder var 0,0 $\pm$ 0,09 MJ NE under dag 0–3 och ökade till som högst 6,4 $\pm$ 4,18 MJ NE under dag 28–avvänjning.

Tabell 12. Suggans och smågriskullarnas energiintag från foder (MJ NE/dag) samt smågriskullarnas foderintag (kg/dag) per dag under respektive period, n= 15.

Period	Suggintag		Kullintag	
	MJ NE/ dag	kg/ dag	MJ NE/dag	kg/dag
Dag 0–3	46,0 ± 4,69	4,82 ± 0,51	0,0 ± 0,09	0,0 ± 0,00
Dag 3–7	63,4 ± 9,67	6,45 ± 1,00	1,1 ± 0,94	0,1 ± 0,92
Dag 7–14	86,7 ± 15,93	8,76 ± 1,61	2,8 ± 2,21	0,3 ± 0,22
Dag 14–21	93,6 ± 12,60	9,45 ± 1,28	4,5 ± 1,13	0,4 ± 0,11
Dag 21–28	96,7 ± 15,75	9,77 ± 1,59	4,9 ± 2,82	0,5 ± 0,28
Dag 28–avvänjning	88,9 ± 23,29	9,27 ± 2,35	6,4 ± 4,18	0,6 ± 0,41

4.4 Späcktjocklek och vikt

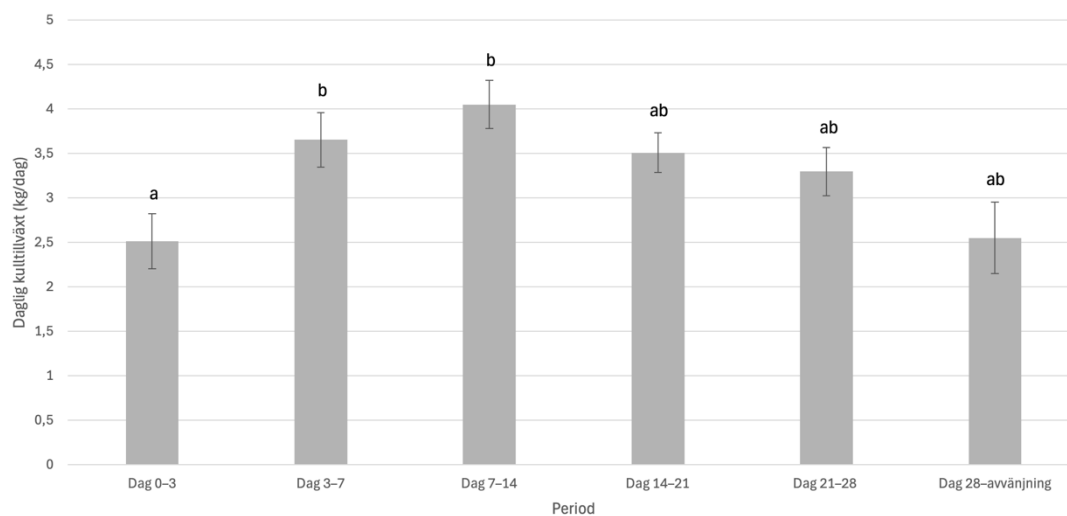
Suggans vikt och späcktjocklek vid grisning och avvänjning samt förändringen mellan dessa tidpunkter presenteras i Tabell 13. Resultatet redovisas separat för suggor i kullnummergrupp 1 (kull 1–2) och 2 (kull 3–6). Den genomsnittliga viktförändringen var $-3,0 \pm 10,13$ kg för kullnummergrupp 1 och $-10,6 \pm 9,03$ kg för kullnummergrupp 2. Motsvarande förändring i späcktjocklek var $-2,3 \pm 1,98$ mm respektive $-1,3 \pm 4,07$ mm.

Tabell 13. Medelvärde ± standardavvikelse för vikt (kg) och späcktjocklek (mm) vid grisning och avvänjning, samt förändringen mellan dessa tidpunkter. Resultaten redovisas för kullnummergrupp 1 (kull 1–2) och kullnummergrupp 2 (kull 3–6). Antalet observationer (n) anges inom parentes.

Måttillfälle	Vikt (kg)		Späcktjocklek (mm)	
	Kullnummergrupp 1	Kullnummergrupp 2	Kullnummergrupp 1	Kullnummergrupp 2
Grisning	222,8 ± 35,1 (n= 8)	294,0 ± 17,41 (n= 7)	17,1 ± 2,75 (n= 8)	17,3 ± 2,43 (n= 7)
Avvänjning	219,8 ± 36,2 (n= 8)	283,3 ± 18,00 (n= 7)	14,9 ± 3,72 (n= 8)	16,0 ± 4,00 (n= 7)
Förändring	$-3,0 \pm 10,13$ (n= 8)	$-10,6 \pm 9,03$ (n= 7)	$-2,3 \pm 1,98$ (n= 8)	$-1,3 \pm 4,07$ (n= 7)

4.5 Justerad kulltillväxt och påverkande faktorer

Resultaten från den linjära regressionsanalysen visade en signifikant skillnad i genomsnittlig daglig kulltillväxt mellan perioderna ($p < 0,001$, $F = 7,1$) (Figur 2). Interaktionen mellan ras och period var signifikant ($p = 0,001$, $F = 4,6$) och förklarades av en signifikant skillnad mellan raserna under dag 28–avvänjning där kullar med faderras Yorkshire hade en högre tillväxt. Inga signifikanta skillnader observerades mellan raserna i övriga perioder. Vikt vid periodens början hade en signifikant effekt på tillväxten under perioden ($p < 0,001$, $F = 23,8$) med en regressionskoefficient på 0,03. Även könsfördelning påverkade kulltillväxten signifikant ($p = 0,044$, $F = 4,21$) med en regressionskoefficient 2,79. Kullnummerklass och kullstorleksklass hade ingen signifikant effekt på kulltillväxten.



Figur 3 Justerade medelvärden och medelfel för daglig kulltillväxt (kg/dag) för respektive period. Bokstäverna a och b anger signifikanta skillnader mellan perioder baserat på parvisa jämförelser, perioder som delar samma bokstav skiljer sig inte signifikant.

4.6 Beräknad mjölkproduktion

Resultatet från beräkning av suggans mjölkproduktion, per period och totalt för hela laktationsperioden presenteras i Tabell 14. Den beräknade dagliga mjölkproduktionen var numeriskt lägst under dag 0–3 ($9,6 \pm 1,30$ kg) och ökade därefter till den numeriskt högsta produktionen under dag 7–14 ($17,7 \pm 1,22$ kg). Därefter minskade den beräknade mjölkproduktionen numeriskt till $13,8 \pm 2,09$ kg under dag 28–avvänjning. Den totala beräknade mjölkproduktionen under hela laktationen var i genomsnitt $519,2 \pm 49,17$ kg.

Tabell 14. Medelvärde $\pm$ standardavvikelse för beräknad mjölkproduktion (kg) och daglig beräknad mjölkproduktion (kg/ dag) under respektive period. Totalt avser mjölkproduktionen över hela laktationsperioden.

Period	Mjölkproduktion (kg)	Daglig mjölkproduktion (kg/dag)
Dag 0–3	$28,7 \pm 3,89$	$9,6 \pm 1,30$
Dag 3–7	$56,9 \pm 5,08$	$14,2 \pm 1,27$
Dag 7–14	$123,1 \pm 8,55$	$17,7 \pm 1,22$
Dag 14–21	$112,1 \pm 7,43$	$16,0 \pm 1,06$
Dag 21–28	$101,4 \pm 9,58$	$14,5 \pm 1,36$
Dag 28–avvänjning	$96,4 \pm 14,62$	$13,8 \pm 2,09$
Totalt	$519,2 \pm 49,17$	

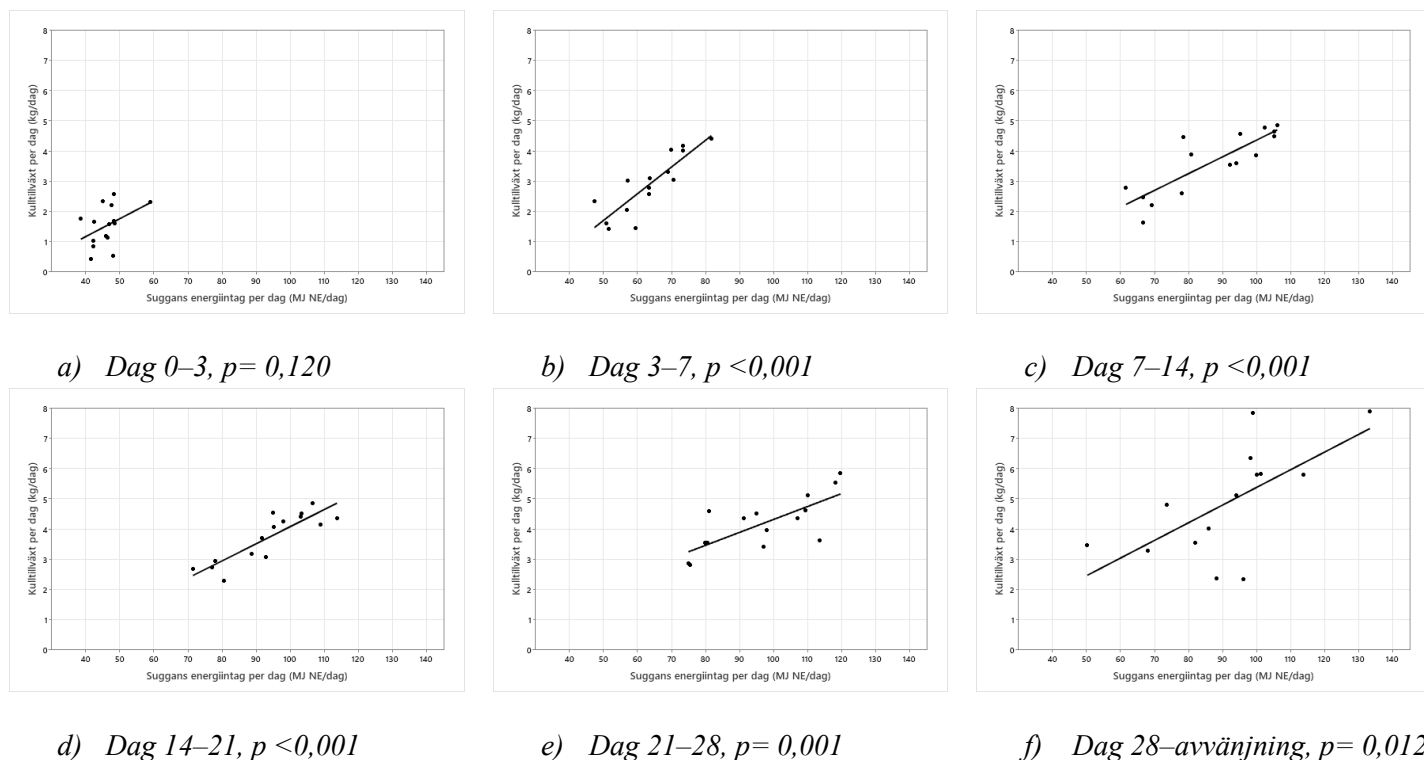
4.7 Samband mellan kulltillväxt och energiintag per period

Resultaten från korrelations- och regressionsanalyser med daglig kulltillväxt och dagligt energiintag från foder för respektive period presenteras i Tabell

15. Sambandet mellan suggans energiintag per dag och daglig kulltillväxt illustreras i Figur 4. Ett signifikant samband med suggans dagliga energiintag observerades i perioderna dag 3–7, 7–14, 14–21, 21–28 och 28–avvänjning. Motsvarande p-värden var $p < 0,001$, för dag 3–7, 7–14 och 14–21, $p = 0,001$ för dag 21–28 och $p = 0,012$ för dag 28–avvänjning. För smågrisarnas dagliga energiintag från foder observerades endast ett samband under dag 28–avvänjning ($p = 0,045$). Det totala dagliga energiintaget hade samband med daglig kulltillväxt under dag 3–7, 7–14, 14–21, 21–28 och 28–avvänjning ($p < 0,001$ för dag 3–7, 7–14, 14–21, $p = 0,001$ för dag 21–28 och $p = 0,011$ för dag 28–avvänjning).

Tabell 15. Korrelation (r), regressionskoefficient (b) och p-värden för sambanden mellan suggans, smågrisens och det totala (sugga+ smågris) energiintaget från foder per dag (MJ NE/dag) och kulltillväxt per dag (kg/dag) för respektive period. Antalet observationer (n) var 15 för perioderna dag 0–3, 3–7, 7–14, 14–21, 21–28 och 14 för perioden dag 28–avvänjning.

Period	Suggintag (MJ NE/dag)			Smågrisintag (MJ NE/dag)			Totalt intag (MJ NE/dag)		
	r	b	p	r	b	p	r	b	p
Dag 0–3	0,42	0,06	0,120	0,10	0,77	0,718	0,43	0,06	0,115
Dag 3–7	0,86	0,09	<0,001	0,25	0,26	0,378	0,86	0,09	<0,001
Dag 7–14	0,84	0,06	<0,001	0,43	0,20	0,112	0,84	0,05	<0,001
Dag 14–21	0,87	0,06	<0,001	0,44	0,32	0,101	0,88	0,06	<0,001
Dag 21–28	0,75	0,04	0,001	0,44	0,14	0,105	0,82	0,05	<0,001
Dag 28–avvänjning	0,65	0,06	0,012	0,23	0,25	0,045	0,67	0,05	0,011



Figur 4. (a–f) visar sambandet mellan suggans energiintag per dag (MJ NE/dag) och kulltillväxt per dag (kg/dag) för olika perioder. Varje punkt representerar en observation. Linjerna visar linjära regressionslinjer. p -värden anges för respektive graf.

4.8 Samband mellan kulltillväxt, energiintag samt suggans förändring i späcktjocklek och vikt under hela laktationen

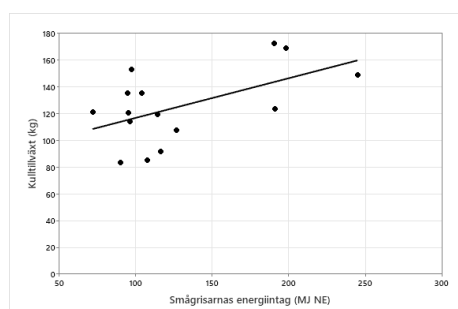
Resultaten från korrelations och regressionsanalyser av energiintag under hela laktationsperioden samt späcktjocklek och viktförändring i relation till kulltillväxt presenteras i Tabell 16 och illustreras i Figur 4. Signifikanta samband observerades för suggans energiintag ($p < 0,001$, $F = 365,1$), det totala energiintaget (sugga + smågrisar) ($p < 0,001$, $F = 425,9$) och smågrisarnas energiintag från foder ($p = 0,033$, $F = 5,65$). Modellens förklaringsgrad var 91% för sambandet mellan kulltillväxt och suggans energiintag, 93% för sambandet mellan kulltillväxt och det totala energiintaget från foder samt 30,3% för sambandet mellan kulltillväxt och smågrisarnas energiintag från foder. Signifikant samband observerades mellan kulltillväxt och späckförändring ($p = 0,035$). Detta samband kvarstod dock inte vid linjär regressionsanalys när suggans energiintag inkluderades i modellen ($p = 0,429$) (Tabell 17).

Tabell 16. Korrelationskoefficienter (r), regressionskoefficienter (b) och p -värden för sambandet mellan kulltillväxt (kg), energiintag (smågris, sugga och totalt) (MJ NE) samt förändring i vikt (kg) och späcktjocklek (mm) för hela laktationsperioden.

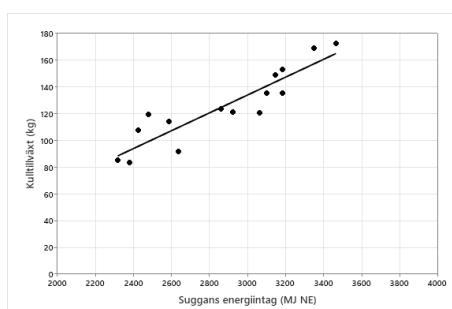
	r	b	p
Energiintag sugga (MJ NE)	0,91	0,07	<0,001
Energiintag smågrisar (MJ NE)	0,55	0,03	0,033
Energiintag totalt (MJ NE)	0,93	0,06	<0,001
Späckförändring (mm)	0,55	4,91	0,035
Viktförändring (kg)	-0,50	-1,37	0,055

Tabell 17. Regressionskoefficienter (b), standardfel (SE) och p -värden från linjär regressionsanalys av kulltillväxt, späckförändring (mm) och saggans energiintag (MJ NE). Antalet observationer (n) anges i tabellen och R^2 anger modellens förklaringsgrad.

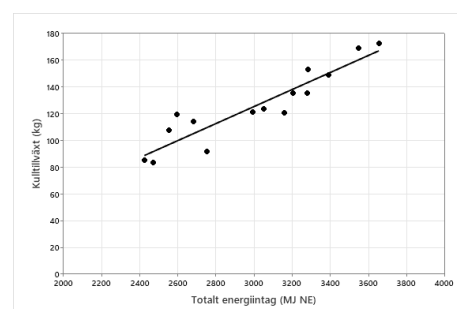
	b	SE	p
Späckförändring (mm)	0,99	1,21	0,429
Saggans energiintag (MJ NE)	0,06	0,01	<0,001
Konstant	-52,6	29,6	0,101
n	15		
R^2	81,25%		



a) Smågrisarnas energiintag (MJ NE) $p = 0,033$



b) Saggans energiintag (MJ NE) $p < 0,001$



c) Totalt energiintag (MJ NE) $p < 0,001$

Figur 5. (a–c) visar sambandet mellan kulltillväxt (kg) och energiintag från foder (MJ NE) för a) smågrisar, b) sugga samt c) totalt (sugga + smågris). Varje punkt representerar en observation. Linjerna visar linjära regressionslinjer. Observera att graf a) har en annan skala än b) och c).

5. Diskussion

Syftet med den här studien var att undersöka kulltillväxten hos smågrisar från renrasiga yorkshiresuggor samt att utifrån kulltillväxten uppskatta suggans mjölkproduktion. Studien syftade även till att undersöka sambandet mellan kulltillväxt, energiintag och förändringar i vikt och späcktjocklek.

5.1 Kulltillväxt

Den genomsnittliga kulltillväxten i den här studien var något lägre än den som rapporterades av Højgaard et al. (2020), men högre än den som rapporterades av Theil et al. (2002). Trots dessa skillnader i nivå visade resultaten samma övergripande mönster som i tidigare studier, då smågrisvikten och kulltillväxten ökade successivt under laktationen (Højgaard et al. 2020; Theil et al. 2002).

Resultaten från den statistiska analysen visade att den dagliga kulltillväxten var signifikant lägre under dag 0–3 jämfört med dag 3–7 och 7–14. Inga övriga signifikanta parvisa skillnader fanns mellan perioderna. De faktorer som hade en signifikant påverkan på kulltillväxten var period, ras, könsfördelning och smågrisarnas vikt vid periodens start. En effekt av kullens vikt vid periodens start är biologiskt rimlig eftersom en högre kullvikt kan spegla bättre och tidigare intag och upptag av näring och högre mjölkproduktionsförmåga hos suggan. Kullar med högre startvikt kan därför ha haft bättre förutsättningar för fortsatt tillväxt jämfört med kullar med lägre startvikt.

Effekten av ras var begränsad till en signifikant skillnad under dag 28–avvänjning, där kullar med faderras Yorkshire uppvisade en högre tillväxt jämfört med kullar med faderras Hampshire. Detta resultat var oväntat, enligt Scan Sverige (uå) är Hampshire en ras som är selekterad med särskilt fokus på hög tillväxt. Yorkshire från Topigs Norsvin är däremot en ras som är särskilt selekterad för goda modersegenskaper. Även om tillväxt ingår i avelsvärderingen har denna egenskap lägre relativ vikt i avelsselektion i Yorkshire (Topigs Norsvin uå) än i Hampshire (Scan Sverige uå). De smågrisar med Hampshire som faderras var dessutom tväraskorsningar och en positiv korsningseffekt förväntades på tillväxten (Cassade et al. 2002). Utifrån dessa avelsmål och med hänsyn till korsningseffekten hade det varit förväntat att kullar med Hampshire som faderras skulle uppvisa en högre tillväxt under samtliga perioder. Den observerade skillnaden mellan dag 28 och avvänjning bör därför tolkas med försiktighet då resultatet indikerar att något påverkat tillväxten i kullarna med Hampshire under denna sena period

av laktationen. Dessutom var det endast fyra kullar med Hampshire som faderras i den här studien och det begränsade antalet observationer har förmodligen påverkat resultatet.

I den statistiska analysen observerades ingen signifikant effekt av kullnummer på kulltillväxten. Detta skiljer sig från Strathe et al. (2017b) som fann att suggor i sin första kull hade lägre daglig kulltillväxt och mjölkproduktion jämfört med suggor med högre kullnummer. Hansen et al. (2012) fann i en modellbaserad meta-analys att kullnummer påverkade mjölkproduktionen under dag 30 av laktationen, då suggor i kullnummer 2 hade en högre mjölkproduktion jämfört med suggor i kullnummer 1. Ingen effekt av kullnummer sågs tidigare under laktationen eller mellan övriga kullnummergrupper. I den här studien förekom numeriska skillnader mellan kullnummergrupperna där suggor i kullnummer 3–6 hade högre kulltillväxt och beräknad mjölkproduktion i början av laktationen, medan motsvarande värden var högre hos suggor i kullnummer 1–2 i slutet av laktationen. På grund av det begränsade antalet suggor i den här studien var inte statistisk analys av exakt kullnummer möjlig. Den enda gruppindelning av kullnummer som möjliggjorde adekvata statistiska jämförelser (d.v.s. tillräckligt många kullar/suggor i varje grupp som jämfördes) var en gruppering av suggor i två kullnummergrupper med kullnummer 1 och 2 tillsammans och suggor med kullnummer 3 och högre i en grupp. Denna gruppering kan ha minskat skillnaderna mellan grupperna och därmed minskat möjligheten att påvisa eventuella effekter av kullnummer.

Vadmand et al. (2015) visade att kullstorleken påverkade kulltillväxten och suggans mjölmängd under de fyra första veckorna av laktationen, där mjölmängden ökade med ökande kullstorlek. Författarna föreslog att detta beror på att fler mjölkkörtlar hålls aktiva när fler smågrisar diar, samtidigt som den totala efterfrågan på mjölk ökar vilket stimulerar suggan till högre mjölkproduktion. En signifikant effekt av kullstorlek på kulltillväxt kunde inte påvisas i den här studien. Däremot observerades numeriska skillnader mellan kullstorleksgrupperna, där suggor med 16-18 smågrisar hade högre kulltillväxt och beräknad mjölkproduktion i samtliga perioder. En möjlig förklaring till att ingen signifikant effekt fanns i denna studie kan vara det låga antalet suggor i respektive kullstorleksgrupp vilket kan gjort det svårare att upptäcka skillnader mellan grupperna. Det är därför möjligt att en biologisk effekt av kullstorlek fanns, men att den inte kunde påvisas i detta dataset.

5.2 Beräknad mjölkproduktion

Den totala beräknade mjölkproduktionen uppgick till 519 kg under hela laktationsperioden. Under de fyra första veckorna var den beräknade mjölkproduktionen cirka 423 kg mjölk vilket var högre än de 364 kg mjölk som rapporterades i Pedersen et al. (2019) för motsvarande digivningsperiod. Även vid periodvisa jämförelser var den dagliga mjölkproduktionen generellt högre i den här studien än i Pedersen et al. (2019), där mjölkproduktionen rapporterades vara cirka 8, 13,5 respektive 15 kg mjölk/ dag under vecka 1, 2 och 3. Den högsta beräknade mjölkproduktionen observerades mellan dag 14 och 21, vilket överensstämmer med tidigare studier där laktationstoppen rapporterats inträffa omkring dag 17 efter grisning (Strathe et al. 2017b; Feyera & Theil 2017).

Mjölkproduktionen i den här studien beräknades med kulltillväxten som indikator och följer därför samma mönster som kulltillväxten över laktationsperioden. Vid beräkningen antogs det att smågrisarnas energiintag från foder påverkade kulltillväxten marginellt. Detta antagande motiverades av att smågrisarnas energiintag från foder var lågt och det antogs att dess effekt på kulltillväxten var försumbar. Det fanns dessutom inget signifikant samband mellan smågrisarnas energiintag från foder och kulltillväxt under de fyra första perioderna. Detta stödjer ytterligare antagandet om att smågrisarnas energiintag från foder hade en begränsad påverkan på kulltillväxten under större delen av digivningsperioden. Tidigare studier har visat varierande resultat gällande hur smågrisarnas intag av fast föda (foder) påverkar tillväxten under digivningsperioden. Vissa studier har rapporterat en positiv effekt, medan andra studier inte påvisat en effekt (Muro et al. 2023). Variationen kan sannolikt förklaras av flera olika faktorer, däribland utfodringsperiodens längd, andelen smågrisar som äter fodret, fodrets sammansättning och mängden foder som konsumeras (Muro et al. 2023). Det kan därför inte uteslutas att smågrisarnas energiintag från foder hade en marginell påverkan på kulltillväxten och att antagandet om avsaknad av påverkan kan ha medfört en viss överskattning av suggans mjölkproduktion.

De omvandlingsfaktorer som användes för att beräkna mjölkproduktionen utifrån kulltillväxten baserades på tidigare studier (Hojgaard et al. 2020; Theil et al. 2002). Hur väl dessa faktorer visar det faktiska sambandet mellan kulltillväxt och mjölkproduktion är dock förenat med viss osäkerhet. Variation i mjölkens sammansättning, särskilt med avseende på proteininnehåll, kan påverka tillväxten och relationen mellan mjölkintag och tillväxt. Smågrisarnas kroppssammansättning kan även dessutom variera och påverka sambandet. Tillväxt i form av fett kräver mer energi per kg

viktökning jämfört med tillväxt i form av protein, eftersom protein binder stora mängder vatten (Hojgaard et al. 2020).

Mot bakgrund av dessa begränsningar bör den beräknade mjölkproduktionen tolkas med försiktighet och betraktas som en uppskattning och inte en exakt mätning. Trots begränsningarna ger beräkningen en uppskattning av suggans mjölkproduktion under olika perioder av laktationen.

5.3 Samband mellan kulltillväxt och energiintag

Signifikanta samband observerades mellan kulltillväxt, suggans, det totala energiintaget under samtliga perioder förutom mellan dag 0 och 3. Sambanden var även signifikanta när total kulltillväxt och suggans totala energiintag under hela laktationsperioden analyserades. Samband med det totala energiintaget visade liknande mönster som suggans energiintag, vilket kan förklaras av att smågrisarnas energiintag från foder var lågt och det totala energiintaget därför främst avspeglar suggans energiintag.

Samband mellan kulltillväxt och suggans energiintag har observerats i tidigare studier. Strathe et al. (2017b) visade att kulltillväxten har positivt samband med suggans energiintag från dag 2 till dag 26 efter grisning. I den här studien fanns inget signifikant samband mellan kulltillväxt och suggans energiintag från dag 0 till dag 3 efter grisning. Studier som specifikt analyserat detta samband under de första dagarna efter grisning har inte kunnat identifierats, vilket begränsar möjligheten att jämföra resultaten med tidigare forskning.

En möjlig förklaring till avsaknaden av samband dag 0–3 är att suggans energiintag ännu inte nått de nivåer som motsvarar hennes energibehov. Det genomsnittliga energiintaget för suggorna under den här perioden var 46 MJ NE per dag, vilket motsvarar cirka 61 MJ OE per dag. Den genomsnittliga mjölkproduktionen per sugga var 9,6 kg mjölk per dag. Enligt Whittemore & Fraser (1990) krävs cirka 7,7 MJ OE per kg producerad suggmjölk, vilket motsvarar ett energibehov på cirka 74 MJ OE per dag för mjölkproduktionen. Utöver detta tillkommer suggans underhållsbehov, vilket enligt NRC (2012) kan beräknas som $OE = 0,460 \times BW^{0,75}$ per dag. Baserat på den genomsnittliga kroppsvikten i denna studie, 255 kg, motsvarar detta cirka 29 MJ OE per dag. Det totala energibehovet för mjölkproduktion och underhåll kan därmed uppskattas till cirka 103 MJ OE per dag, vilket överskrider det genomsnittliga energiintaget på cirka 61 MJ OE per dag. Detta indikerar att suggorna befann sig i negativ energibalans mellan dag 0 och 3. En annan faktor som bör beaktas vid tolkningen av resultatet för denna period är

råmjölkproduktionen under de första dygnet efter grisning, eftersom den kan ha påverkat smågrisarnas tidiga tillväxt.

Enligt Eisen et al. (2000) kan ett lågt foderintag i början av laktation delvis bero på fysiska begränsningar i foderintaget eftersom suggans mag- och tarmkanal kräver tid för att anpassa sig till större fodermängder. Pedersen et al. (2019) fann att det är vanligt att sugor befinner sig i negativ energibalans under de första 1–2 veckorna efter grisning och att de under denna period i större utsträckning mobiliserar kroppsegna energireserver för att stödja mjölkproduktionen. Det är därför möjligt att kulltillväxten under de första dagarna i högre grad påverkas av suggans mobilisering av kroppsreserver än av energiintaget. För att förstå detta samband bättre finns det ett behov av att i kommande studier undersöka suggans förändringar i vikt och späcktjocklek separat för den tidiga delen av laktationen, vilket inte gjordes i den här studien.

Signifikanta samband mellan smågrisarnas energiintag från foder och kulltillväxt observerades när hela digivningsperioden analyserades. Vid periodvisa analyser var sambandet endast signifikant under dag 28–avvänjning. Smågrisarnas energiintag från foder var generellt lågt under den större delen av digivningsperioden, vilket indikerar att energiintaget nästan uteslutande kom från mjölken. Detta kan sannolikt förklara varför inget samband observerades i perioderna under den tidiga laktationen, före dag 28. Variationskoefficienten för smågrisarnas energiintag från foder var hög för perioderna (25–85%), vilket indikerar en stor variation mellan kullarna. Numeriskt sågs det att kullar med fler smågrisar hade ett högre foderintag jämfört med kullar med färre smågrisar. Hög variation i foderintag inom och mellan kullar har även rapporterats av Bruininx et al. (2002), och kan ha försvårat möjligheten att identifiera statistiska samband i den här studien. Att inget samband mellan smågrisarnas foderintag och kulltillväxt kunde påvisas i flera av perioderna innebär dock inte att smågrisutfodring under laktationen saknar betydelse. Smågrisarnas foderintag under digivningsperioden kan ha positiva effekter efter avvänjning, bland annat genom att stimulera ett högre foder- och näringsintag, samt högre tillväxt (Blavi et al. 2021).

5.4 Samband mellan kulltillväxt och förändringar i vikt och späcktjocklek

I den här studien observerades initialt ett positivt samband mellan förändring av späcktjocklek och kulltillväxt, vilket innebär att sugor som ökade eller hade en liten minskning i späcktjocklek hade högre kulltillväxt än sugor som hade en stor minskning i späcktjocklek under laktationen. Däremot

observerades inget signifikant samband mellan kulltillväxt och förändring i vikt. Detta resultat skiljer sig från Hojgaard et al. (2019), som visade att ökad mobilisering av fettreserver under laktationen var kopplad till högre kulltillväxt.

När suggans energiintag inkluderades i modellen, och sambanden mellan förändring i späcktjocklek och kulltillväxt därmed justerades i förhållande till suggans energiintag, försvann sambandet mellan förändring av späcktjocklek och kulltillväxt. Detta betyder att sambandet som initialt observerades i den här studien speglade skillnader i energiintag snarare än direkt samband med förändring i späcktjocklek. Suggor med högre energiintag kan både upprätthålla späcktjockleken och producera mer mjölk, vilket bidrar till högre kulltillväxt. Detta skiljer sig från Strathe et al. (2017b) som visade att suggor med hög kulltillväxt och mjölkproduktion hade både högt foderintag och mobilisering av kroppsvävnad. Det tyder på att ett högt energiintag inte alltid är tillräckligt för att täcka energibehovet under laktationen, utan att suggan också behöver mobilisera kroppsreserver. Suggorna i den här studien var generellt i gott hull även vid avvänjning, då den genomsnittliga späcktjockleken låg över Topigs Norsvins rekommendationer.

Skillnaderna mellan studierna kan bero på det begränsade antalet observationer i den här studien, vilket kan ha resulterat i en variation i kulltillväxt och förändringar i vikt och späcktjocklek. Det är också möjligt att samband mellan kulltillväxt och förändringar i vikt och späcktjocklek fanns under enskilda perioder av laktationen, exempelvis under dag 0–3, då suggans energiintag sannolikt ännu inte motsvarar hennes energibehov, vilket diskuterades i föregående avsnitt. Ett sådant samband kunde dock inte undersökas i den här studien eftersom vikt och späcktjocklek endast registrerades vid grisning och avvänjning.

5.5 Etiska och hållbarhetsmässiga aspekter

Ur ett etiskt perspektiv är det viktigt att djurförsök genomförs med så liten påverkan på djurens välfärd som möjligt. I den här studien användes därför en icke-invasiv metod för att beräkna suggans mjölkproduktion. Smågrisarna hanterades i samband med vägning, men påverkan på deras välfärd bedömdes vara kortvarig och begränsad. Studien följde därmed principen om att minimera lidande hos försöksdjur.

Den här studien kan bidra till en mer hållbar grisproduktion eftersom utfodringen under laktationen är kopplad till djurvälfärd, miljöpåverkan och ekonomisk hållbarhet. En väl anpassad utfodring är viktig för suggans hälsa,

då otillräcklig energitillförsel kan leda till negativ energibalans, försämrat hull (Gessner et al. 2015) och ökad risk för reproduktionsstörningar (Thaker & Bilkei 2005). Suggans hälsa och mjölkproduktion har även stor betydelse för smågrisarnas tillväxt (Theil et al. 2023), hälsa och överlevnad. Sjuka eller underutfodrade djur kan försämma produktionsresultaten och därmed öka både resursanvändningen och kostnaderna. Foder utgör en stor del av både grisproduktionens miljöpåverkan (RISE 2020) och produktionskostnader (Noblet et al. 2021) och det är därför viktigt att suggan inte heller överutfodras utan att utfodringen anpassas efter suggans behov och kulltillväxten. Sammantaget kan den här studien bidra med kunskap som stödjer utvecklingen av mer resurseffektiva utfodringstrategier under laktationen, vilket kan gynna djurvälfaerden, minska klimatpåverkan och öka produktionens ekonomi.

5.6 Praktisk tillämpning

Resultaten från den här studien visar att det finns starka samband mellan suggans energiintag och kulltillväxt vilket är relevant för i ett praktiskt produktionsperspektiv. Baserat på regressionskoefficienten (0,07) var en daglig ökning av energiintaget på 1 MJ NE associerad med en ökning i kulltillväxt på 0,07 kg per dag, givet att alla andra variabler hålls konstanta. Eftersom digivningsfodret innehåller 9,9 MJ NE per kg är ett ökat foderintag på 1 kg per dag associerat med en ökning i kulltillväxt på cirka 0,7 kg per dag. En sådan ökning av foderintaget kan dock vara svår att uppnå i praktiken, men även en mindre ökning på 100 g per dag skulle vara associerat med en ökad daglig kulltillväxt på cirka 70 gram. Med en digivningsperiod på 35 dagar motsvarar det en ökad kullvikt på 2,45 kg vid avvänjning.

Suggorna i den här studien hade redan ett högre energiintag än vad Topig Norsvins rekommendationer (Bilaga 1) under större delen av laktationen, vilket innebär att ytterligare ökningsar av energiintaget kan vara svåra att uppnå i praktiken. Enligt utfodringskurvan som användes i studien, bör suggor med 18 smågrisar konsumera upp mot 130 MJ NE per dag. Ingen av suggorna i studien nådde detta intag, vilket tyder på att det frivilliga foderintaget kan vara en begränsande faktor, särskilt hos suggor med stora kullar och högt energibehov.

För att öka möjligheten till ett högre energiintaget hos suggan är det viktigt att fodret har ett högt energiinnehåll för att suggans fysiska förmåga att konsumera foder inte blir en begränsning (Eisen et al. 2000). Samtidigt finns det en biologisk gräns för hur mycket suggans energiintag kan öka genom ökat foderintag. När suggans energiintag inte kan ökas ytterligare kan det

därför vara relevant att i stället fokusera på att öka smågrisarnas foderintag för att stödja kulltillväxten.

I den här studien observerades inget samband mellan suggans energiintag och kulltillväxt under de första dagarna efter grisning (dag 0–3) vilket tyder på att åtgärder för att öka energiintaget främst bör fokuseras från dag 3 och framåt.

6. Slutsats

Resultaten från den här studien visade att kulltillväxten hos smågrisar och den beräknade mjölkproduktionen varierade under laktationen och att suggans energiintag hade stor betydelse för kulltillväxten från dag 3 till avvänjning. Avsaknaden av samband under de första dagarna efter grisning tyder på att kulltillväxten initialt kan ha påverkats mer av andra faktorer, exempelvis mobilisering av kroppsegna reserver. Inget signifikant samband mellan kulltillväxt och förändringar i späcktjocklek och vikt kunde inte påvisas när suggans energiintag inkluderades i analysen. Resultaten visar även att smågrisarnas energiintag från foder hade en påverkan på kulltillväxten sett över hela digivningsperioden, men att sambandet i de periodvisa analyserna endast var signifikant under den sista veckan före avvänjning. Sammantaget visar studien att ett ökat energiintag hos suggan kan öka kulltillväxten och mjölkproduktionen under större delen av laktationen och att suggans energiintag är den främsta faktorn som påverkar kulltillväxten.

Referenser

- Alexopoulos, J., Lines, D., Hallett, S., Plush, K. (2018). A Review of Success Factors for Piglet Fostering in Lactation. *Animals*. 8 (3), 38. <https://doi.org/10.3390/ani8030038>
- Algers, B., Jensen, P. (1991). Teat stimulation and milk production during early lactation in sows: effects of continuous noise. *Canadian Journal of Animal Science*. 71 (1), 51–60. <https://doi.org/10.4141/cjas91-006>
- Andersson, A. (2019). *Stress and meat quality in two lines of the Yorkshire pig breed: Swedish and Dutch*. Sveriges lantbruksuniversitet. Agronomprogrammet, husdjursvetenskap. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:slu:epsilon-s-10215>.
- Auldist, DE., Morrish, L., Eason, P., King, RH. (1998). The influence of litter size on milk production of sows. *Animal Science*. 67 (2), 333–337. <https://doi.org/10.1017/S1357729800010109>
- Blavi, L., Solà-Oriol, D., Llonch, P., López-Vergé, P., Martín-Orúe, SM., Pérez, JF. (2021). Management and Feeding Strategies in Early Life to Increase Piglet Performance and Welfare around Weaning: A Review. *Animals (Basel)*, 11 (2), 302. <https://www.mdpi.com/2076-2615/11/2/302>
- Bruininx, EM., Binnendijk, GP., van der Peet-Schwering, CM., Schrama, JW., den Hartog, LA., Everts, H., Beynen, AC. (2002). Effect of creep feed consumption on individual feed intake characteristics and performance of group-housed weanling. *Journal of animal science*. 80 (6), 1413–1418.
- Cassady, JP., Young, LD., Leymaster, KA. (2002). Heterosis and recombination effects on pig growth and carcass traits. *Journal of animal science*. 80 (9), 2286–2302. <https://doi.org/10.1093/ansci/80.9.2286>
- Declerck, I., Dewulf, J., Piepers, S., Decaluwé, R., Maes, D. (2015). Sow and litter factors influencing colostrum yield and nutritional composition. *Journal of Animal Science*. 93 (3), 1309–1317. <https://doi.org/10.2527/jas.2014-8282>
- Declerck, I., Dewulf, J., Sarrazin, S., & Maes, D. (2016). Long-term effects of colostrum intake in piglet mortality and performance. *Journal of Animal Science*. 94 (4), 1633–1643. <https://doi.org/10.2527/jas.2015-9564>
- De Rensis, F., Gherpelli, M., Superchi, P., Kirkwood, RN. (2005). Relationships between backfat depth and plasma leptin during lactation and sow reproductive performance after weaning. *Animal Reproduction Science*. 90 (1), 95–100. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2005.01.017>
- Devillers, N., Farmer, C., Le Dividich, J., Prunier, A. (2007). Variability of colostrum yield and colostrum intake in pigs. *Animal*. 1 (7), 1033–1041. <https://doi.org/10.1017/S175173110700016X>

- Devillers, N., Le Dividich, J., Prunier, A. (2011). Influence of colostrum intake on piglet survival and immunity. *Animal*. 5 (10), 1605–1612.
<https://doi.org/10.1017/S175173111100067X>
- Donovan, TS., Dritz, SS. (2000). Effect of split nursing on variation in pig growth from birth to weaning. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 217 (1), 79–81. <https://doi.org/10.2460/javma.2000.217.79>
- Dunshea, FR., Boyce, JM., King, RH. (1998). Effect of supplemental nutrients on the growth performance of sucking pigs. *Australian Journal of Agricultural Research*. 49 (5), 883–888. <https://doi.org/10.1071/A97147>
- Eastham, PR., Smith, WC., Whittemore, CT., Phillips, P. (1988). Responses of lactating sows to food level. *Animal Science*. 46 (1), 71–77.
<https://doi.org/10.1017/S0003356100003123>
- Eisen, JJ., Kanis, E., Kemp, B. (2000). Sow factors affecting voluntary feed intake during lactation. *Livestock Production Science*. 64 (2), 147–165.
[https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(99\)00153-0](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(99)00153-0)
- Estrada, J., Johnson, DC., Kyle, KL., Perez, J., Parr, E., Welch, MW., Neill, C., Peterson, BA., Boler, DD. (2024). Characterizing sow feed intake during lactation to explain litter and subsequent farrowing performance. *Journal of Animal Science*. 102. <https://doi.org/10.1093/jas/skae093>
- Feyera, T., Theil, PK. (2017). Energy and lysine requirements and balances of sows during transition and lactation: A factorial approach. *Livestock Science*. 201, 50–57. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2017.05.001>
- Gessner, DK., Gröne, B., Rosenbaum, S., Most, E., Hillen, S., Becker, S., Erhardt, G., Reiner, G., Ringseis, R., Eder, K. (2015). Effect of a negative energy balance induced by feed restriction in lactating sows on hepatic lipid metabolism, milk production and development of litters. *Archives of Animal Nutrition*. 69 (5), 399–410. <https://doi.org/10.1080/1745039X.2015.1075669>
- Gård och djurhälsan (2025). *Medeltal smågrisproduktion*.
<https://www.gardochdjurhalsan.se/winpig/medeltal-och-topplistor/medeltal-suggor/> [2026-02-27].
- Hansen, AV., Strathe AB., Kebreab, E., France, J., Theil, PK. (2012). Predicting milk yield and composition in lactating sows: A bayesian approach. *Journal of Animal Science*. 90 (7), 2285–2298. <https://doi.org/10.2527/jas.2011-4788>
- Hartmann, PE., Smith, NA., Thompson, MJ., Wakeford, CM., Arthur, PG. (1997). The lactation cycle in the sow: physiological and management contradictions. *Livestock Production Science*. 50 (1–2), 75–87.
[https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(97\)00076-6](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(97)00076-6)
- Hasan, S., Orro, T., Valros, A., Junnikkala, S., Peltoniemi, O., Oliviero, C. (2019). Factors affecting sow colostrum yield and composition, and their impact on piglet growth and health. *Livestock science*. 227, 60–67.
<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2019.07.004>
- Højgaard, CK., Bruun, TS., Theil, PK. (2019). Optimal crude protein in diets supplemented with crystalline amino acids fed to high-yielding lactating

- sows. *Journal of Animal Science*. 97 (8), 3399–3414.
<https://doi.org/10.1093/jas/skz200>
- Hojgaard, CK., Bruun, TS., Theil, PK. (2020). Impact of milk and nutrient intake of piglets and sow milk composition on piglet growth and body composition at weaning. *Journal of Animal Science*. 98 (3), 1–12.
<https://doi.org/10.1093/jas/skaa060>
- Kemper, N. (2020). Update on postpartum dysgalactia syndrome in sows. *Journal of Animal Science*. 98 (1), S117–S125. <https://doi.org/10.1093/jas/skaa135>
- King, RH., Dunkin, AC. (1986). The effect of nutrition on the reproductive performance of first-litter sows 4. The relative effects of energy and protein intakes during lactation on the performance of sows and their piglets. *Animal Science*. 43 (2), 319–325. <https://doi.org/10.1017/S0003356100002506>
- Maes, DGD., Janssens, GPJ., Delputte, P., Lammertyn, A., de Kruif, A. (2004). Back fat measurements in sows from three commercial pig herds: relationship with reproductive efficiency and correlation with visual body condition scores. *Livestock Production Science*. 91 (1), 57–67.
<https://doi.org/10.1016/J.LIVPRODSCI.2004.06.015>
- Mun, HS., Ampode, KMB., Laguna, EB., Chem, V., Park, HR., Kim, YH., Sharifuzzaman, M., Hasan, K., Yang, CJ. (2023). Backfat Thickness at Pre-Farrowing: Indicators of Sow Reproductive Performance, Milk Yield, and Piglet Birth Weight in Smart Farm-Based Systems. *Agriculture*. 14 (1).
<https://doi.org/10.3390/agriculture14010024>
- Mullan, BP., Williams, IH. (1990). The chemical composition of sows during their first lactation. *Animal Science*. 51 (2), 375–387.
<https://doi.org/10.1017/S0003356100005523>
- Muro, BB., Carnevale, RF., Leal, DF., Almond, GW., Monteiro, MS., Poor, AP., Schinkel, AP., Garbossa, CAP. (2022). The importance of optimal body condition to maximise reproductive health and perinatal outcomes in pigs. *Nutrition Research Reviews*. 36 (2), 351–371.
<https://doi.org/10.1017/S0954422422000129>
- Muro, BBD., Carnevale RF., Monteiro, MS., Yao, R., Ferreira, FNA., Neta, CSS., Pereira, FA., Maes, D., Janssens, GPJ., Almond GW., Garbossa, CAP., Watanabe, TTN., Leal, DF. (2023). A Systematic Review and Meta-Analysis of Creep Feeding Effects on Piglet Pre- and Post-Weaning Performance. *Animals*. 13 (13), 2156. <https://doi.org/10.3390/ani13132156>
- National Research Council (NRC) (2012). Nutrient Requirements of Swine. 11th rev. ed. Washington, DC: National Academies Press.
- Neil, M. (1996). Ad libitum lactation feeding of sows introduced immediately before, at, or after farrowing. *Animal Science*. 63 (3), 497–505.
<https://doi.org/10.1017/S1357729800015393>
- Neil, M., Ogle, B. (1996). A two-diet system and ad libitum lactation feeding of the sow. 2. Litter size and piglet performance. *Animal Science*. 62 (2), 349–354. <https://doi.org/10.1017/S1357729800014661>

- Neil, M., Ogle, B., Annèr, K. (1996). A two-diet system and ad libitum lactation feeding of the sow 1. Sow performance. *Animal Science*. 62 (2), 337–347. <https://doi.org/10.1017/S135772980001465X>
- Niemi, JK., Bergman, P., Ovaska, S., Sevón-Aimonen, ML., Heinonen, M. (2017). Modeling the Costs of Postpartum Dysgalactia Syndrome and Locomotory Disorders on Sow Productivity and Replacement. *Frontiers in Veterinary Science*. 4, 181. <https://doi.org/10.3389/fvets.2017.00181>
- Noblet, J. Dourmad, JY., Etienne M. (1990). Energy utilization in pregnant and lactating sows: Modeling of energy requirements. *Journal of animal science*. 68 (2) 563-72. <https://doi.org/10.2527/1990.682562x>
- Noblet, J., Wu, SB., Choct, M. (2021). Methodologies for energy evaluation of pig and poultry feeds: A review. *Animal nutrition*. 8 (1), 185-203. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2021.06.015>
- Pedersen, TF, Chang, CY., Trotter, NL., Bruun, TS., Theil, PK. (2019). Effect of dietary protein intake on energy utilization and feed efficiency of lactating sows. *Journal of Animal Science*. 97 (2), 779–793. <https://doi.org/10.1093/jas/sky462>
- Pettigrew, J. E., Sower, AF., Cornelius, SG., Moser, RL. (1985). A comparison of isotope dilution and weigh-suckle-weigh methods for estimating milk intake by pigs. *Canadian Journal of Animal Science*. 65 (4), 989–992. <https://doi.org/10.4141/cjas85-116>
- RISE. (2020) Uppdaterad och utökad livscykelanalys av svensk grisproduktion. <https://www.gardochdjurhalsan.se/wp-content/uploads/2021/02/rise-rapport-slf-gris-slutlig.pdf> [2026-05-06]
- Rosillon-Warnier, A., Paquay, R. (1984). Development and consequences of teat-order in piglets. *Applied Animal Behaviour Science*. 13 (1–2), 47–58. [https://doi.org/10.1016/0168-1591\(84\)90051-0](https://doi.org/10.1016/0168-1591(84)90051-0)
- Scan Sverige. (uå). *Hampshire*. <https://scanhampshire.com/sv/avelsmal/> [2026-04-22]
- Segura, M., Martínez-Miró, S., López, M. J., Madrid, J., Hernández, F. (2020). Effect of Parity on Reproductive Performance and Composition of Sow Colostrum during First 24 h Postpartum. *Animals*. 10 (10), 1853. <https://doi.org/10.3390/ani10101853>
- Špinka, M., Algers, B. (1995). Functional view on udder massage after milk let-down in pigs. *Applied Animal Behaviour Science*. 43 (3), 197–212. [https://doi.org/10.1016/0168-1591\(95\)00560-F](https://doi.org/10.1016/0168-1591(95)00560-F)
- Strathe, AV., Bruun, TS., Geertsen, N., Zerrahn, JE., Hansen, CF. (2017a). Increased dietary protein levels during lactation improved sow and litter performance. *Animal Feed Science and Technology*. 232, 169–181. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.08.015>
- Strathe, AV., Bruun, TS., Hansen, CF. (2017b). Sows with high milk production had both a high feed intake and high body mobilization. *Animal*. 11 (11), 1913–1921. <https://doi.org/10.1017/S1751731117000155>

- Svennersten-Sjaunja, K., Olsson, K. (2005). Endocrinology of milk production. *Domestic Animal Endocrinology*, 29 (2), 41–258. <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2005.03.006>
- Thaker, MYC., Bilkei, G. (2005). Lactation weight loss influences subsequent reproductive performance of sows. *Animal Reproduction Science*. 88 (3), 309–318. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2004.10.001>
- Theil, PK., Krogh, U., Bruun, TS., Feyera, T. (2023). Feeding the modern sow to sustain high productivity. *Molecular Reproduction and Development*. 90 (7), 517–532. <https://doi.org/10.1002/mrd.23571>
- Theil, PK., Labouriau, R., Sejrsen, K., Thomsen, B., Sørensen, MT. (2005). Expression of genes involved in regulation of cell turnover during milk stasis and lactation rescue in sow mammary glands. *Journal of Animal Science*. 83 (10), 2349–2356. <https://doi.org/10.2527/2005.83102349x>
- Theil, PK., Nielsen, TT., Kristensen, NB., Labouriau, R., Danielsen, V., Lauridsen, C., Jacobsen, H. (2002). Estimation of Milk Production in Lactating Sows by Determination of Deuterated Water Turnover in Three Piglets per Litter. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science*. 52 (4), 221–232. <https://doi.org/10.1080/090647002762381104>
- Tokach, MD., Pettigrew, JE., Crooker, BA., Dial, GD., Sower, AF. (1992). Quantitative influence of lysine and energy intake on yield of milk components in the primiparous sow. *Journal of Animal Science*. 70, 1864–1872. <https://doi.org/10.2527/1992.7061864x>
- Topigs Norsvin. uå. Z-line. <https://topignorsvin.com/product/z-line/> [2026-04-22]
- Vadmand, CN., Krogh, CF., Hansen, F., Theil, PK. (2015). Impact of sow and litter characteristics on colostrum yield, time for onset of lactation, and milk yield of sows. *Journal of Animal Science*. 93 (5) 2488-2500. <https://doi.org/10.2527/jas.2014-8659>
- Van Oostrum, M., Lammers, A., Molist, F. (2016). Providing artificial milk before and after weaning improves postweaning piglet performance. *Journal of Animal Science*. 94 (3), 429–432. <https://doi.org/10.2527/jas.2015-9732>
- Vodolazska, D., Feyera, T., Lauridsen, C. (2023). The impact of birth weight, birth order, birth asphyxia, and colostrum intake per se on growth and immunity of the suckling piglets. *Scientific Reports*. 13 (1), 8057. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-35277-3>
- Whittemore, C. T., Fraser, D. (1974). The Nursing and Suckling Behaviour of Pigs. II. Vocalization of the Sow in Relation to Suckling Behaviour and Milk Ejection. *British Veterinary Journal*. 130 (4), 346–356. [https://doi.org/10.1016/S0007-1935\(17\)35837-2](https://doi.org/10.1016/S0007-1935(17)35837-2)
- Whittemore, CT., Morgan, CA. (1990). Model components for the determination of energy and protein requirements for breeding sows: a review. *Livestock Production Science*. 26 (1), 1–37. [https://doi.org/10.1016/0301-6226\(90\)90053-9](https://doi.org/10.1016/0301-6226(90)90053-9)

Zotti, E., Resmini, FA., Schutz, LG., Volz, N., Milani, RP., Bridi, AM., Alfieri, AA., Abércio da, SC. (2017). Impact of piglet birthweight and sow parity on mortality rates, growth performance, and carcass traits in pigs. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 46 (11), 856–862. <https://doi.org/10.1590/S1806-92902017001100004>

Populärvetenskaplig sammanfattning

Foder utgör är en av de största kostnaderna i svensk grisproduktion och har samtidigt stor betydelse för både suggans och smågrisarnas hälsa och produktion. Under digivningsperioden producerar suggan stora mängder mjölk, vilket utgör smågrisarnas främsta källa till energi och näring. Eftersom mjölkproduktionen är energikrävande behöver suggan ha ett tillräckligt energiintag för att kunna upprätthålla en hög mjölkproduktion och därmed hög kulltillväxt. Suggans energibehov påverkas därför av hur mycket mjölk hon producerar. Om energiintaget inte täcker behovet kan hon behöva använda sina egna kroppsreserver, vilket kan påverka hennes hull, reproduktion och mjölkproduktionen negativt. Samtidigt kan en för hög fodergiva innebära onödiga kostnader och ökad miljöpåverkan. Kunskap om sambanden mellan suggans energiintag, kulltillväxt och förändringar i späcktjocklek och vikt är därför viktigt för att kunna anpassa utfodringen efter suggans faktiska behov.

I det här examensarbetet följdes 15 Yorkshiresuggor och deras smågrisar från grisning till avvänjning. Smågrisarna vägdes vid flera tillfällen för att se hur kullarna växte, och utifrån tillväxten beräknades suggornas mjölkproduktion. Studien undersökte också hur kulltillväxten hängde ihop med energiintaget och förändringar i suggans späcktjocklek och vikt. Resultatet visade att både kulltillväxten och mjölkproduktionen var lägst under de tre första dagarna efter grisning och var som högst under den andra och tredje veckan av digivningsperioden. Totalt beräknades suggorna producera i genomsnitt 519 kg mjölk under hela laktationen. Under större delen av digivningen fanns ett tydligt samband mellan suggans energiintag och kulltillväxten. Suggor med högre energiintag hade generellt kullar som växte mer. Under de tre första dagarna efter grisning syntes däremot inget sådant samband. Det kan bero på att tillväxten i början påverkas mer av suggans egna kroppsreserver eller andra faktorer än av energiintaget. Smågrisarnas energiintag från foder visade samband med kulltillväxten när hela digivningsperioden analyserades men vid periodvisa analyser fanns samband endast under den sista veckan före avvänjning. Förändringar i suggans späcktjocklek och vikt hade däremot inget samband med kulltillväxten när energiintaget vägdes in i analysen. Det tyder på att energiintaget hade större betydelse för kulltillväxten än hur mycket suggorna förändrades i hull och vikt.

Sammanfattningsvis visar studien att suggans energiintag är den främsta faktorn som påverkar kulltillväxten och den beräknade mjölkproduktionen under laktationen. Resultaten visar också att energitillförseln behöver anpassas efter suggans produktionsnivå och kullens förväntade tillväxt. En mer anpassad utfodring kan bidra till högre smågristillväxt, bättre sugghälsa och mer effektivt utnyttjande av fodret.

Bilagor

Bilaga 1

Lactation

To minimize condition losses during lactation, feed intake must be maximized. The nutritional requirements for the Z-line are based on estimated production levels. Litter weight gain serves as an indicator for production performance of lactating sows. The litter gain estimate for the Z-line is between 2.5 kg/day and 3.3 kg/day. Measuring and registration of piglet litter weight at birth and at weaning, are key aspects in determining the nutrient requirements of the sows. The nutrient requirement during lactation depends on the length of lactation. The guidelines used in this feed manual are 21 and 28 days of lactation.

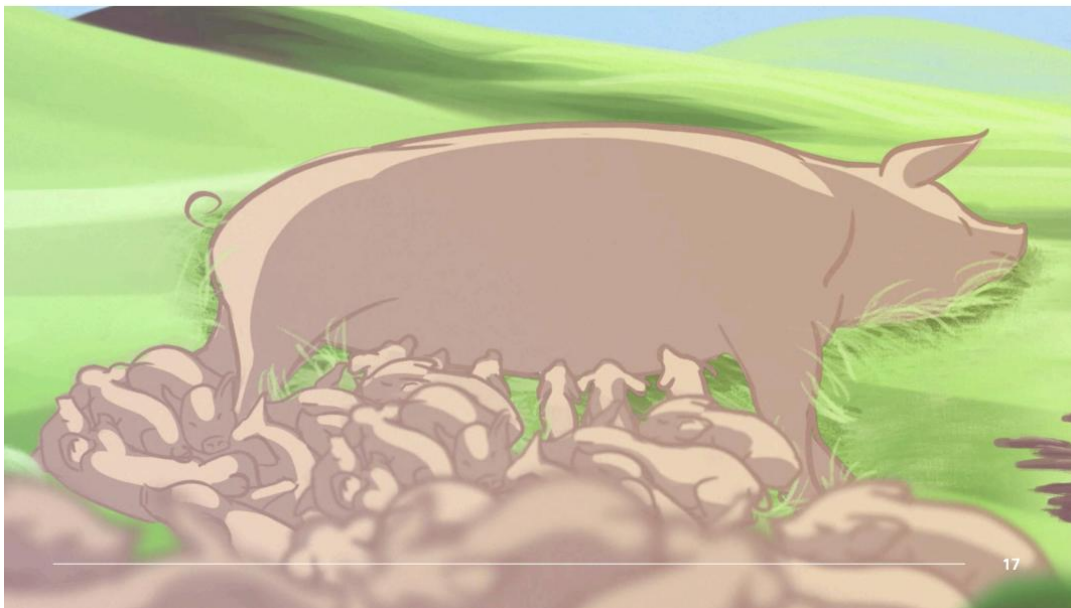


Practical tips:

- The lactation feed curve should be controlled in the first 3 days as the piglets are not ready to suckle all the milk produced. Not following this recommendation could lead to apparition of MMA, reduced milk production, general poor results.
- Adjust feed allowance according to litter size and litter gain.
- Three or more meals a day is recommended to ensure a higher feed intake.
- Make sure the feed is always fresh.
- Water should be available ad libitum. Check water quality at a regular basis.
- Water flow of the water nipple is recommended to be 3-4 liters per minute (use a large nipple to ensure a high volume at low pressure).

Topigs Norsvin litter weight gain calculation

$$\text{Litter weight gain} = \frac{(\text{Litter wean weight} - (\text{Number piglets to be nursed} \times \text{Average birthweight of piglets}))}{\text{Lactation length}}$$



17

Table 8. Daily nutritional requirements of lactating sows**21 days lactation period**

Litter gain kg/day	Nutrient Requirements	Parity		
		1	2	≥3
2.7	Net energy, MJ/day ¹	61.3	61.8	62.1
	SID-Lysine, g/d ¹	54.7	54.4	54.3
	SID Lysine/Net energy, g/MJ	0.89	0.88	0.87
2.9	Net energy, MJ/day ¹	65.5	66.0	66.3
	SID-Lysine, g/d ¹	58.8	58.5	58.4
	SID Lysine/Net energy, g/MJ	0.90	0.89	0.88
3.1	Net energy, MJ/day ¹	69.6	70.2	70.5
	SID-Lysine, g/d ¹	62.9	62.6	62.5
	SID Lysine/Net energy, g/MJ	0.90	0.89	0.89
3.3	Net energy, MJ/day ¹	73.8	74.4	74.7
	SID-Lysine, g/d ¹	67.0	66.7	66.5
	SID Lysine/Net energy, g/MJ	0.91	0.90	0.89

1 - Net energy (NE), Metabolizable energy (ME) and standardized ileal digestible (SID) lysine requirements are expressed as the amount required per day to achieve optimal performance. NE=ME X 0.74 (The conversion factor could be different for each country).

28 days lactation period

Litter gain kg/day	Nutrient Requirements	Parity		
		1	2	≥3
2.7	Net energy, MJ/day ¹	61.1	61.6	61.9
	SID-Lysine, g/d ¹	54.5	54.2	54.0
	SID Lysine/Net energy, g/MJ	0.89	0.88	0.87
2.9	Net energy, MJ/day ¹	65.3	65.8	66.1
	SID-Lysine, g/d ¹	58.6	58.2	58.1
	SID Lysine/Net energy, g/MJ	0.90	0.89	0.88
3.1	Net energy, MJ/day ¹	69.5	70.0	70.3
	SID-Lysine, g/d ¹	62.6	62.3	62.2
	SID Lysine/Net energy, g/MJ	0.90	0.89	0.88
3.3	Net energy, MJ/day ¹	73.7	74.2	74.5
	SID-Lysine, g/d ¹	66.7	66.4	66.2
	SID Lysine/Net energy, g/MJ	0.91	0.89	0.89

1 - Net energy (NE), Metabolizable energy (ME) and standardized ileal digestible (SID) lysine requirements are expressed as the amount required per day to achieve optimal performance. NE=ME X 0.74 (The conversion factor could be different for each country).

Body condition

Top performance comes with having sows in the right physical condition throughout their productive life, which means that they conform to the optimal weight, backfat and body condition score at farrowing and weaning as defined by Topigs Norsvin. The optimum will vary according to sow parity and chosen feed program.

Box concept

BOX CONCEPT

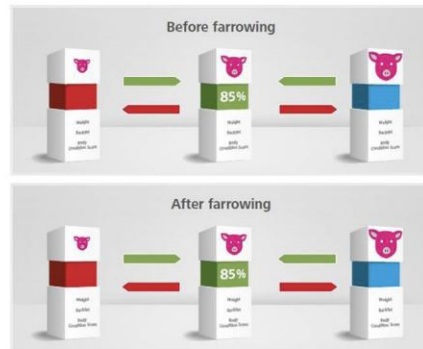


Table 11. Recommended body composition

Parity	Moment	Weight (kg)		Backfat (mm)		BCS	
		Min	Max	Min	Max	Min	Max
1	Farrowing	215	235	16	17	3	4
	Weaning	175	195	11	14	2	3
2	Farrowing	240	260	15	18	3	4
	Weaning	195	215	11	14	2	3
3	Farrowing	260	280	15	18	3	4
	Weaning	215	235	11	14	2	3
4	Farrowing	280	300	15	18	3	4
	Weaning	230	250	11	14	2	3
5	Farrowing	280	300	15	18	3	4
	Weaning	230	250	11	14	2	3
6	Farrowing	280	300	15	18	3	4
	Weaning	230	250	11	14	2	3



Practical tips

- Be cautious when using the traditional Body Condition Scoring (BCS) method to judge the condition of sows as it is a subjective method for assessment.
- The Topigs Norsvin Feed Tool is available at: feedmonitor.topignorsvin.com

Backfat measurement instructions

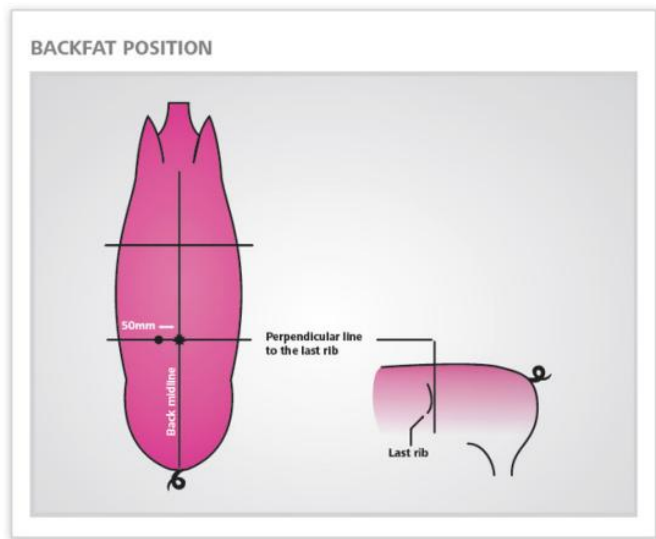
Consistency of probe placement is of great importance in obtaining comparative measurements. The procedure must be performed while the pig is standing. The animal must be restrained in a stall, scale, or walkway to simplify handling.

To locate the P2 site and measure backfat the following must be done:

1. Find the rearmost edge of the last rib on the pig's left-hand side.
2. Mark a spot vertically above on the midline.
3. From this spot, measure 50mm down the left side from the midline.
4. Place the probe of the ultrasound machine directly over the P2 site according to the manufacturer's instructions and record the fat measurement (a contact solution is usually required to get an accurate reading).
5. In order to perform this measurement, the Renco meter needs to be set to read two layers at custom two-layer setting. The custom setting must be set by Renco.

There are several producers of backfat meter thus it is very important to measure the backfat according to the manufacturer's instructions.

Figure 2. Topigs Norsvin P2 backfat position



Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU kan publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver i sådana fall godkänna publiceringen. I samband med att du godkänner publicering kommer SLU även att behandla dina personuppgifter (namn) för att göra arbetet sökbart på internet. Du kan närsomhelst återkalla ditt godkännande genom att kontakta biblioteket.

Även om du väljer att inte publicera arbetet eller återkallar ditt godkännande så kommer det arkiveras digitalt enligt arkivlagstiftningen.

Du hittar länkar till SLU:s publiceringsavtal och SLU:s behandling av personuppgifter och dina rättigheter på den här sidan:

- <https://libanswers.slu.se/sv/faq/228316>

☒ JA, jag, Frida Olsson har läst och godkänner avtalet för publicering samt den personuppgiftsbehandling som sker i samband med detta

☐ NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse till att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.