



Råmjölkskvalité hos sugga

Inverkan på smågrisdödlighet och tillväxt

Elin Skans

Självständigt arbete • 30 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Veterinärprogrammet

Uppsala 2023



Råmjölkskvalité hos sugga – inverkan på smågrisdödlighet och tillväxt

Colostrum quality in sows – impact on piglet mortality and growth

Elin Skans

Handledare: Magdalena Jacobson, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för kliniska vetenskaper
Bitr. handledare: Anna Carlertz, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för kliniska vetenskaper
Examinator: Axel Sannö, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för kliniska vetenskaper

Omfattning: 30 hp
Nivå och fördjupning: Avancerad nivå, A2E
Kurstitel: Självständigt arbete i veterinärmedicin
Kurskod: EX1003
Program/utbildning: Veterinärprogrammet
Kursansvarig inst.: Institutionen för kliniska vetenskaper
Utgivningsort: Uppsala
Utgivningsår: 2023
Omslagsbild: Elin Skans
Upphovsrätt: Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.
Nyckelord: Råmjölk, råmjölkskvalité, IgG, smågrisdödlighet, tillväxt, Brixrefraktometer

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Veterinärprogrammet

Sammanfattning

Sverige har hög smågrisödlichkeit jämfört med andra länder. Mycket forskning har gjorts inom området men siffran är fortsatt hög. I dagsläget saknas det studier på hur suggans råmjölkskvalité påverkar smågrisarnas tillväxt och överlevnad. Med råmjölkskvalité menas här mängden IgG i råmjölken och den kan påverkas av flera olika faktorer såsom ras, diet, inhysningssystem och hur många gånger suggan har grisat. Råmjölken är livsviktig för smågrisarna då de föds utan ett immunförsvar eftersom suggans placenta förhindrar passage av immunglobuliner till smågrisen under dräktigheten. Det finns fem immunglobulinklasser som har olika storlek och funktion i kroppen. Födelsevikt, inhysningssystem, kroppstemperatur och kullstorlek är exempel på faktorer som påverkar smågrisens förmåga att få i sig råmjölk efter födseln.

Syftet med den här studien var att undersöka om suggans råmjölkskvalité har någon inverkan på smågrisarnas tillväxt och överlevnad. I studien deltog 15 suggor med 210 tillhörande smågrisar. Försöket utfördes på Lövsta Forskningsanläggning. I studien uppskattades råmjölkskvalitén, definierat som mängden IgG i råmjölken, genom att mäta absorbansvärde med en Brixrefraktometer. Smågrisarna vägdes vid födsel och vid 24 timmars ålder och råmjölksintaget beräknades. Smågrisarna vägdes igen vid avvänjning för att beräkna tillväxt och antalet överlevande smågrisar noterades. Samtliga smågrisar som deltog i försöket och som dog under första levnadsveckan obducerades.

Absorbansvärdena varierade mellan 20,9 % och 43,3 %. Medelvärdet var 27,5 %. Födelsevikten varierade mellan 0,5 kg och 2,28 kg, med ett medelvärde på 1,38 kg. Råmjölksintaget varierade mellan 0 g och 572,6 gram. Smågrisödlichkeit i studien var 13,5 %. Tillväxten varierade mellan 0,08 kg/dag och 0,49 kg/dag, med ett medelvärde på 0,27 kg/dag. De vanligaste dödsorsakerna i studien var svält/hypoglykemi, trauma från suggan och dödfödsel. Sambanden mellan råmjölkskvalité och tillväxt respektive överlevnad undersöktes med regressionsanalys.

I studien sågs inget samband mellan suggans råmjölkskvalité och smågrisarnas tillväxt och överlevnad, däremot fanns en positiv korrelation mellan smågrisarnas födelsevikt och tillväxt respektive överlevnad, där tyngre smågrisar hade signifikant högre tillväxt och större chans att överleva. Det fanns även en positiv korrelation mellan suggans ras och tillväxt, där smågrisar från en sugga av rasen lantras/yorkshire hade signifikant högre tillväxt än smågrisar från suggor av rasen yorkshire. Ett positivt samband sågs även mellan smågrisarnas råmjölksintag och tillväxt, där smågrisar som fått i sig mer råmjölk hade signifikant bättre tillväxt än smågrisar som fått i sig mindre råmjölk.

Det ska dock påpekas att djurmaterialet i studien är mycket litet och resultaten är därför inte helt pålitliga. Resultaten bör inte användas som forskningsunderlag. Studien bör ses som en förstudie till det forskningsprojekt som studien är en del av, eller användas som inspiration till vidare forskning.

Nyckelord: råmjölk, råmjölkskvalité, IgG, smågrisödlichkeit, tillväxt, Brixrefraktometer

Abstract

Sweden has one of the highest piglet mortality rates. A lot of research has been done on the subject, but the numbers have not decreased. In the current situation, there are no studies considering colostrum quality and its effect on piglet survival and mortality. In this study, colostrum quality is defined as the amount of IgG in colostrum. The amount of IgG can be affected by several factors such as the sow's breed, diet, housing, and parity. Colostrum is very important to piglets as they are born with no or only a few antibodies. The sow's placenta prevents immunoglobulins to pass from the sow to the piglet during gestation. There are five different types of immunoglobulins that are different in size and have different functions in the body. Birth weight, housing, body temperature and litter size are some factors that influence the piglet's ability to ingest colostrum after birth.

The aim of this study was to investigate if colostrum quality had any impact on piglet mortality and growth. The study was carried out at Lövsta Research Centre and included a total of 15 sows and 210 piglets. In the study, colostrum quality was measured with a Brix refractometer. The piglets were weighed at birth and 24 hours later, and the colostrum intake was calculated. The piglets were weighed again at weaning and the number of survivors was noted. Every piglet who died during the first week was necropsied.

The absorbance values varied between 20.9% and 43.3%. The mean value was 27.5%. The birth weight varied between 0.5 kg and 2.28 kg with a mean value of 1.38 kg. The colostrum intake varied between 0 grams and 572.6 grams. Growth varied between 0.08 kg/day and 0.49 kg/day with a mean value of 0.27 kg/day. The most common causes of death in the study were "starvation", "stillborn" and "trauma caused by the sow". The correlation between colostrum quality and piglet growth and mortality was examined with regression analyses.

In the study, there was no correlation between colostrum quality and piglet growth and mortality, but there was a positive correlation between piglet birth weight, growth, and survival, where piglets born heavier had a significant higher chance of growing faster and surviving. There was also a positive correlation between the sow's breed and growth, where piglets born from a Landrace × Yorkshire-sow had a significantly higher growth rate than piglets born from a Yorkshire-sow. There was a positive correlation between piglet colostrum intake and growth, where piglets who had a higher colostrum intake had a significantly higher growth rate, as compared to piglets with a lower colostrum intake.

However, it is important to point out that the animal material in the study was very small and therefore the results should be interpreted with caution. The study should be regarded as a pilot study or be used as inspiration for future research projects.

Keywords: colostrum, colostrum quality, IgG, piglet mortality, piglet growth, Brix refractometer

Innehållsförteckning

Förkortningar	9
1. Inledning	11
2. Litteraturstudie.....	12
2.1. Passiv överföring av maternella antikroppar från sugga till smågris	12
2.2. Råmjölkens innehåll	13
2.2.1. Immunglobuliner och immunförsvaret	14
2.2.2. Tillväxtfaktorer, cytokiner och andra mikrobiella ämnen	18
2.3. Reglering av mjölknedsläpp	19
2.4. Råmjölkskvalité	20
2.4.1. Uppskattning av råmjölkskvalité	20
2.4.2. Faktorer som påverkar råmjölkskvalité och IgG-innehåll	21
2.5. Faktorer som påverkar smågrisens förmåga att få i sig råmjölk.....	23
2.5.1. Födelsevikt.....	23
2.5.2. Inhysningssystem	23
2.5.3. Kullstorlek	24
2.5.4. Temperatur	24
2.5.5. Juverdel	25
3. Material och metod	26
3.1. Litteratursökning	26
3.2. Djurhållning	26
3.3. Djur	27
3.4. Datainsamling	27
3.4.1. Analys av råmjölk och uppskattning av råmjölksintag	28
3.4.2. Utvärdering av tillväxt och överlevnad	28
3.4.3. Obduktion.....	29
3.5. Statistiska analyser	29
4. Resultat	30
4.1. Råmjölkskvalité	30
4.2. Råmjölksintag	31
4.3. Smågrisdödlighet och tillväxt	32
4.4. Obduktion	34

5. Diskussion	35
6. Konklusion	42
Referenser	43
Populärvetenskaplig sammanfattning	52
Tack	54

Förkortningar

EGF	<i>Epidermal growth factor</i>
IGF-1	<i>Insulin-like growth factor 1</i>
Ig	Immunglobulin
IgA	Immunoglobulin A
IgD	Immunoglobulin D
IgE	Immunglobulin E
IgG	Immunglobulin G
IgM	Immunglobulin M
IL-1 β	Interleukin 1 beta
Il-6	Interleukin 6
Il-10	Interleukin 10
Il-12	Interleukin 12
IFN- γ	Interferon gamma
SD	Standardavvikelse
StDev	Standardavvikelse
TNF- α	Tumörnekrosfaktor alfa

1. Inledning

Smågrisdödligheten anses vara svensk grisproduktions akilleshäla. I Sverige ligger siffran på 16,9 %, jämfört med andra länder inom InterPig, ett internationellt nätverk där Gård & Djurhälsan deltar, där snittet ligger på 13,2 % (Eriksson 2021; Gård & Djurhälsan 2022). Det har gjorts flera studier om smågrisdödlighet i syfte att minska denna, men trots detta är den fortsatt hög i Sverige.

För smågrisar är råmjölken extra viktig för deras överlevnad de första dagarna. Råmjölken ger smågrisarna energi för temperaturregulering, tillväxt samt utveckling av immunförsvaret. Suggans placenta tillåter ingen överföring av immunoglobuliner från suggan till smågrisarna under dräktigheten, vilket innebär att smågrisarna föds helt utan immunförsvaret och förmåga att försvara sig mot bakterier, virus och liknande. Otillräckligt intag av råmjölk anses även vara en av de främsta anledningarna till neonatal smågrisdöd. (Edwards 2002)

Idag föder varje suga i snitt fler smågrisar per kull än tidigare. Det leder till ökad konkurrens om spenarna och råmjölken. Råmjölksmängden är inte korrelerad till kullstorlek, vilket medför att stora kullar kan påverka råmjölksintaget för den enskilda smågrisen.

Trots att råmjölken är så viktig för smågrisen och har så stor påverkan på dödligheten under de första dagarna, saknas det idag studier kring råmjölkskvalité och hur den inverkar på smågrisdödligheten.

Syftet med det här examensarbetet är därför att undersöka nivån av antikroppar i råmjölk hos suga och dess inverkan på smågrisars tillväxt och överlevnad under tidig laktation. Arbetet är en del av en större studie på Sveriges lantbruksuniversitet vid Institutionen för kliniska vetenskaper som syftar till att undersöka olika fysiologiska parametrar hos suggan och hur det påverkar smågrisdödligheten.

2. Litteraturstudie

2.1. Passiv överföring av maternella antikroppar från sugga till smågris

Vid födseln saknar smågrisar helt, eller har enbart några få, immunoglobuliner (antikroppar) i sitt serum. Det innebär att de står helt utan skydd mot bland annat bakterier och virus i omgivningen fram till dess att de hunnit bygga upp ett eget immunförsvar (Milon *et al.* 1983; Rooke & Bland 2002) vilket inte sker förrän runt sju veckors ålder (Stokes *et al.* 2004). Neonatala smågrisar får enbart antikroppar genom passiv överföring via råmjölken, då saggans epitheliochoriala placenta förhindrar passage av stora makromolekyler från sugga till smågris *in utero*, det vill säga under dräktigheten (Rooke & Bland 2002; Bandrick *et al.* 2014; Tizard 2018a).

Den epitheliochoriala placentan separerar moderns cirkulation från fostrets. Mellan dessa finns en transplacental barriär bestående av sex lager med olika celler. I och med att det maternella och fetala blodet är separerat kan inte immunoglobuliner passera genom placentan från sugga till smågris. Detta skiljer sig från till exempel katt och hund som har en endotheliochorial placenta, vilken tillåter kontakt mellan maternellt och fetalt blod och gör att immunoglobuliner kan passera från moder till foster *in utero*. Förutom grisar så har bland annat även hästar, alpackor, åsnor och lamor en epitheliochorial placenta. (Chucric *et al.* 2010)

Saggans råmjölk innehåller trypsin-inhibitorer som skyddar immunoglobuliner från att brytas ner av de proteaser som finns i smågrisarnas tarm. Det innebär att immunoglobulinerna är intakta när de når tarmlumen. (Zhou *et al.* 2003)

Den neonatala smågrisen tar upp så kallade ”IgG-antikroppar” från råmjölken genom absorption från tarmen 24–36 h efter födsel, därefter kan tarmen inte längre absorbera IgG. Processen kallas *gut closure* (Speer *et al.* 1959; Cabrera *et al.* 2013). I tarmlumen binder IgG till en Fc-liknande receptor och tas upp i enterocyterna via icke-specifik endocytos. IgG transporteras sedan över epitelet i tarmen och ut i blodet (Burton & Smith 1977; Stirling *et al.* 2005). Enligt Cabrera *et al.* (2013) är det möjligt att Fc-receptorn nedregleras redan efter 24 h, vilket innebär att tiden som smågrisarna är kapabla att absorbera IgG varierar i längd.

Quesnel *et al.* (2012) föreslår att smågrisar behöver få i sig minst 200 gram råmjölk under de första 24 timmarna efter födseln för att säkerställa en tillräcklig passiv överföring av antikroppar, vilket minskar risken för död innan avvänjning

och ger dem livsviktig energi. För att smågrisarna ska få fullgod hälsa både före och efter avvänjning rekommenderas ett råmjölksintag på minst 250 gram.

2.2. Råmjölkens innehåll

Råmjölk, *kolostrum*, definieras som den första mjölkutsöndringen från juvret och produceras till stor del innan grisningen (Quensel *et al.* 2015). Råmjölken släpps sedan vid digivning under de första 24 timmarna efter att den första kulingen är född. Efter 12-48 timmar övergår råmjölken succesivt till att bli vanlig mjölk (Devillers *et al.* 2004). Råmjölksproduktionen är hormonellt reglerad och mängden samt dess innehåll varierar mycket mellan olika suggor. Råmjölksproduktionen börjar ungefär mitt i dräktigheten under en fas som kallas laktogenes 1 (Theil *et al.* 2012). Produktionen initieras av hormonet prolaktin som frisätts som svar på stimuli av hormonet IGF-1 (Nuntapaitoon 2022), men också som svar på att suggans progesteronnivåer sjunker ca 48 h innan grisning (Taverne *et al.* 1982; Loisel *et al.* 2015). Prolaktin stimulerar, förutom produktion av olika komponenter som finns i råmjölk, även juvertillväxt (Theil *et al.* 2012; Nuntapaitoon 2022). En högre prolaktinkoncentration kombinerat med en lägre progesteronkoncentration tros kunna ge ökad råmjölksproduktion (Loisel *et al.* 2015). Den sista tiden under dräktigheten är därför mycket viktig för råmjölksproduktionen (Nuntapaitoon 2022).

Råmjölk består av torrsubstans, proteiner, fett, laktos, mineraler och tillväxtfaktorer men även antibakteriella ämnen som cytokiner, oligosackarider, laktoferrin samt laktoperoxidase (Klobasa *et al.* 1987; Albera & Kankofer 2009; Tan *et al.* 2017; Tizard 2018a; Jahan *et al.* 2020; Nuntapaitoon *et al.* 2020). Torrsubstanshalten samt proteinnivåerna är höga i råmjölk, medan laktos och fett har lägre nivåer. Vid grisning består suggans råmjölk av 290 g/L torrsubstans, 190 g/L protein, 70 g/L fett (lipider), 24 g/L laktos och 6 g/L aska (Sjaastad *et al.* 2016b). De höga nivåerna protein beror på den stora mängd immunglobuliner som råmjölk innehåller (Klobasa *et al.* 1987).

Det är mycket viktigt att smågrisarna får i sig råmjölk efter födseln då det inte sker någon överföring av immunglobuliner (antikroppar) genom placentan till kulingarna i livmodern under dräktigheten (Bandrick *et al.* 2014) eftersom moderns och fostrets cirkulation är separerade från varandra (Chucru *et al.* 2010).

Råmjölken är även viktig av andra anledningar. När smågrisarna föds har de en mycket liten energireserv och den töms snabbt efter födseln. Smågrisar föds utan brunt fett. Vid födseln finns glykogenreserver på 30–38 g/kg och 10–20 g/kg fett. Från detta kan smågrisen utvinna ca 450 kJ/kg kroppsvikt. En smågris som använder minsta möjliga energi för födointag (dvs. sondmatning eller flaskmatning) och minsta möjliga energi för fysisk aktivitet behöver 275 kJ/kg kroppsvikt för sitt energiunderhåll. Smågrisar behöver dock också extra energi för temperatur-

reglering, uppskattningsvis 2 kJ/kg BW/timme/°C. Att stå upp kräver 9,5 kJ/kg kroppsikt/timme. För en smågris som väger 1 kg behövs mellan 700–950 kJ för överlevnad de första 24 timmarna efter grisning. Råmjölken förser smågrisarna med den energi som behövs för bland annat temperaturreglering, fysisk aktivitet och tillväxt efter grisningen. (Dividich *et al.* 2005)

2.2.1. Immunglobuliner och immunförsvaret

Immunförsvaret består av det medfödda och det specifika, adaptiva immunsystemet. Det medfödda immunförsvaret aktiveras först och består av en yttre och en inre del. Den yttre delen består av fysiska barriärer som till exempel hud eller slemhinna, och den inre delen består av fagocyterande celler såsom makrofager och neutrofila granulocyter. Det medfödda immunförsvaret reagerar mycket snabbt och kan aktiveras när nya patogener som immunsystemet inte tidigare stött på invaderar kroppen. (Sjaastad *et al.* 2016a)

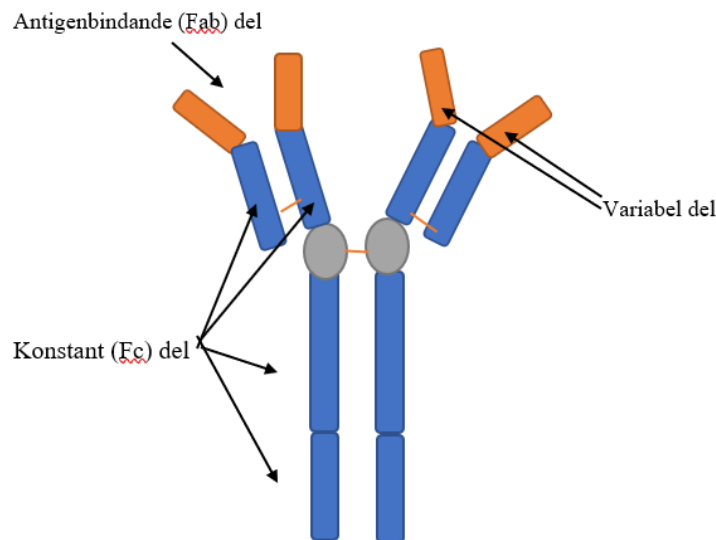
Det adaptiva immunförsvaret är specifikt och aktiveras mycket långsammare än det medfödda. Det adaptiva försvaret består av lymfocyter, B-lymfocyter (B-celler) och T-lymfocyter (T-celler). T-lymfocyter (cellulärt immunförsvaret) tar hand om intracellulära främmande mikrober (Sjaastad *et al.* 2016a). Det finns flera olika typer av T-celler: Th-celler (*T-helper cells*), Treg-celler (*T-regulatory cells*) och T-celler som uttrycker en TC-receptor eller $\gamma\delta$ TCR-kedja. T-cellernas uppgift är att initiera och upprätthålla ett immunsvaret mot bland annat bakteriella och virala patogener (Chase & Lunney 2019).

Immunoglobuliner, även kallade antikroppar, är plasmaproteiner och utsöndras som svar på att kroppen triggat i gång ett B-cellssvar (humoralt immunförsvaret). De deltar i kroppens immunförsvaret genom att binda till extracellulära kroppsfrämmande ämnen (antigen, till exempel bakterier och virus) som då kan kännas igen av de delar av immunsystemet som ansvarar för destruktion och eliminering av antigenet. (Sjaastad *et al.* 2016a; Tizard 2018a; Justiz Vaillant *et al.* 2022)

Immunoglobuliner är uppbyggda av två proteiner, en så kallad heterodimer, bestående av två identiska korta, lätta kedjor och två identiska långa, tunga kedjor som arrangeras i en Y-form i ordningen lätt-tung-tung-lätt, vilket tillsammans utgör en basenhet (Figur 1). Kedjorna delas in i en konstant och en variabel del. De olika kedjorna har olika funktioner. Den varierande delen, Fab-delen, är den antigenbindande delen och har som uppgift att binda till kroppsfrämmande ämnen som bakterier och virus. Den konstanta delen, Fc-regionen, binder till celler och aktiverar till exempel komplementsystemet. Fc-receptorer finns bland annat i saggans juver och i smågrisens tarmsystem och har som funktion att tillåta transport av IgG från juver till råmjölk, och sedan från smågrisens tarm över till deras blodbanor. (Tizard 2018a, 2018d; Justiz Vaillant *et al.* 2022)

Det finns fem olika typer av immunglobuliner: IgG, IgM, IgA, IgE och IgD (Tizard 2018a; Justiz Vaillant *et al.* 2022) varav tre återfinns i saggans råmjölk,

IgG, IgM och IgA (Milon *et al.* 1983). Enligt Martinsson (1972) börjar suggans serum-IgG-nivåer sjunka ca 10 dagar innan grisning, vilket indikerar att IgG då går över från suggans serum till juvret för att sedan gå över till råmjölken.



Figur 1. Schematisk struktur av IgG. IgG består två långa kedjor och två korta kedjor. Den korta kedjan är uppdelad i en variabel, antigen bindande del, Fab, (orange rektangel) och en konstant del, Fc, (blå rektangel). Kedjorna är sammanbundna av en disulfidbindning (grå oval). ©Elin Skans (2022)

Immunoglobulin G

IgG produceras av plasmaceller i mjälten, lymfknotor och benmärgen. IgG består av en basenhet, dvs. en Y-formation, (Figur 1; Sjaastad *et al.* 2016a).

IgG har den största rollen i det antikroppsmedierade immunförsvaret, och är den antikropp som har högst koncentration i serum. IgG är den minsta antikroppen storleksmässigt, vilket gör att den lätt kan passera ut från blodkärl och hjälpa till med immunsvaret i andra vävnader. IgG binder till specifika antigen som finns på till exempel bakterier. När tillräckligt många molekyler bundit in sina receptorer på antigenet aktiverar IgG komplementsystemets klassiska väg, vilket i sin tur aktiverar det adaptiva immunsvaret. (Sjaastad *et al.* 2016a; Tizard 2018a)

Komplementsystemet består av plasmaproteiner som cirkulerar i blodet i inaktiv form, och är en del av det medfödda immunförsvaret. Komplementsystemet aktiveras genom en kaskadreaktion som uppstår när främmande patogener invaderar kroppen. Det leder till att plasmaproteiner aktiveras och stimulerar inflammatoriska och fagocyterande processer. Komplementsystemet har flera funktioner. Det fungerar som opsonisering, vilket innebär att komplementproteiner eller anti-

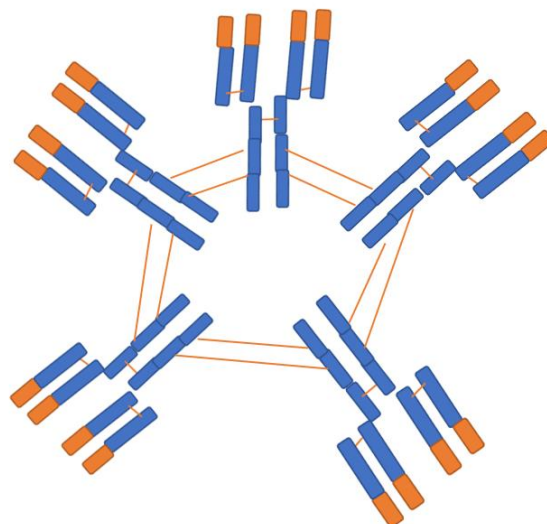
kroppar fästs på en patogens yta för att immunförsvarets fagocyterande celler lättare ska kunna fagocytera patogenen. Vissa komplementfaktorer kan öka kärlpermeabiliteten genom att stimulera mastceller att frisätta histamin. Komplementproteiner kan även orsaka komplement-medierad lysning, då vissa komplementfaktorer integreras i cellmembranet och formar porer, vilket gör att natriumjoner kan flöda in i cellen och leder till cellsvullnad och celledöd. Slutligen kan även vissa komplementfaktorer fungera som kemokiner vilka leder neutrofiler och makrofager till platsen för inflammationen. (Sjaastad *et al.* 2016a)

När IgG binder till receptorer på bakterier leder det till agglutination (bakterierna klumpar ihop sig) vilket gör att kroppen lättare hittar bakterierna och kan förstöra dem. När IgG binder till receptorer på antigen leder det även till opsonisering. (Sjaastad *et al.* 2016a)

Immunoglobulin M

IgM produceras av plasmaceller i sekundära lymfoida organ såsom mjälte och lymfknutor. IgM består av fem basenheter, ibland sex, som sitter ihop i en cirkulär enhet, dvs. fem eller sex Y-formationer (Figur 2). (Sjaastad *et al.* 2016a; Tizard 2018a)

IgM produceras framför allt vid det primära, initiala immunsvaret men kan även produceras vid det sekundära immunsvaret. Även IgM aktiverar komplement-systemets klassiska väg, skapar agglutination och opsonisering samt neutraliserar virus, och gör detta mer effektivt än IgG. Då IgM är mycket större än IgG passerar den inte ut i vävnaden i samma utsträckning som IgG, vid en akut inflammation. (Sjaastad *et al.* 2016a; Tizard 2018a)



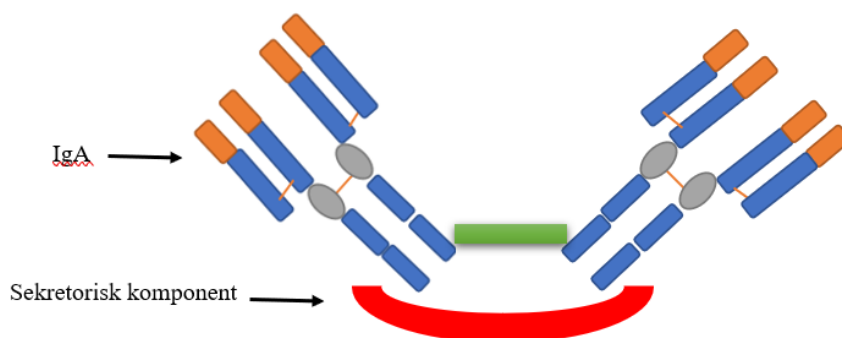
Figur 2. Schematisk struktur av IgM. IgM består fem basenheter sammankopplade med bindningar (små orangea sträckor). Varje basenhet har två långa kedjor och två korta kedjor. Den korta kedjan är uppdelad i en variabel, antigen bindande del, Fab, (orange rektangel) och en konstant del, Fc, (blå rektanglar) ©Elin Skans (2022)

Immunglobulin A

IgA produceras av plasmaceller som finns i tarmen, respirationsorganen, urinvägarna, huden och juvret och består av två basenheter (Sjaastad *et al.* 2016a; Tizard 2018a).

IgA produceras i stora mängder och merparten finns i tarmen, bronkerna och i mjölken. Serumkoncentrationerna blir därför väldigt låga. IgA är viktigt för att skydda tarmen, respirationsorganen, ögon samt juvret mot mikrobiella angrepp. IgA kan inte aktivera komplementsystemet eller fungera som opsonise-ring. IgA kan dock agglutinera bakterier och virus, (Tizard 2018a)

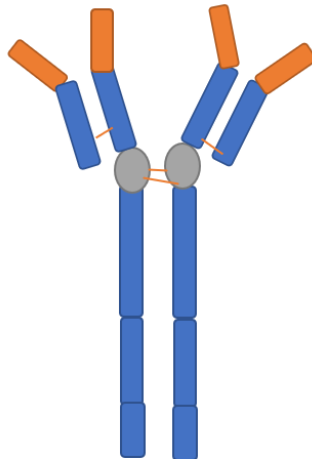
IgA kan vara verksamt på tre ställen. IgA kan transporteras in i enterocyter i tarmen vilket gör att de kan vara verksamma inuti cellerna. Där kan IgA binda till nyligen syntetiserade virala proteiner och förhindra dem från att replikera. IgA kan även binda till antigen som penetrerat submucosan i vävnader och antigen i tarmlumen. IgA som binder till antigen i vävnader eller i enterocyter transporteras till tarmlumen. (Tizard 2018c)



Figur 3. Schematisk struktur av IgA. IgA består av två basenheter bestående av en antigenbindande del (orange rektangel) och en konstant del (blå rektanglar) som sammanhålls av en kedja (grön rektangel). När IgA utsöndras sätts även den sekretoriska komponenten på (röd båge). ©Elin Skans (2022)

Immunglobulin E

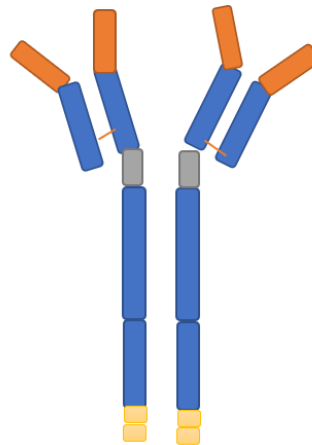
IgE består av en basenhet (Sjaastad *et al.* 2016a; Tizard 2018a). IgE-nivåerna i serum är mycket låga vilket gör att IgE inte kan binda till antigen i samma utsträckning som de andra immunglobulinerna. IgE binder i stället främst in till mastceller vilket gör att dessa degranuleras och histamin och andra inflammations-substanser frisätts. Degranuleringen leder till ett lokalt försvar då andra inflammationsmolekyler, till exempel NK-celler, neutrofiler och eosinofiler (Krystel-Whittemore *et al.* 2015), attraheras för att eliminera främmande mikrobiella ämnen. IgE är viktigt i försvaret mot parasiter (Tizard 2018a) och triggar även hypersensitivitetsreaktioner typ I som ses vid allergiska besvär (Tizard 2018e).



Figur 4. Schematisk struktur av IgE. IgE består två långa kedjor och två korta kedjor. Den korta kedjan är uppdelad i en variabel, antigen bindande del, Fab, (orange rektangel) och en konstant del, Fc, (blå rektanglar). Kedjorna är sammanbundna av en disulfidbindning (grå oval). ©Elin Skans (2022)

Immunoglobulin D

IgD består av en basenhet, binder till receptorer på B-lymfocyter och finns i väldigt låga koncentrationer i serum. IgDs funktion är fortfarande okänd men troligtvis reglerar IgD B-cellssvaret. (Sjaastad *et al.* 2016a; Tizard 2018a)



Figur 5. Schematisk struktur av IgD. Antikroppen består två långa kedjor och två korta kedjor. Den korta kedjan är uppdelad i en variabel, antigen bindande del, Fab, (orange rektangel) och en konstant del, Fc, (blå rektanglar). Kedjorna är sammanbundna av bindningar (grå rektangel). Längst ner på den konstanta delen finns en beige del. ©Elin Skans (2022)

2.2.2. Tillväxtfaktorer, cytokiner och andra mikrobiella ämnen

Råmjölk innehåller även tillväxthormoner såsom *insulin-like growth factor 1* (IGF-1; Monaco *et al.* 2005) och *epidermal growth factor-related peptide* (EGF; Tan *et al.* 1990), samt cytokiner som IL-1 β , IL-6, IL-12 och TNF- α samt IFN- γ (Nguyen

et al. 2007). IL-6 och IL-1 β har en proinflammatorisk effekt (Tizard 2018b). Råmjölk innehåller även leukocyter såsom neutrofiler, makrofager, lymfocyter och eosinofiler (Evans *et al.* 1982). Leukocyterna tas upp i smågrisarnas lymfsystem via epitelceller i duodenum och jejunum men det är oklart vad dessa leukocyter spelar för roll i smågrisens tidiga immunförsvar (Williams 1993).

Råmjölk innehåller även en mängd andra, olika antimikrobiella ämnen som hjälper till att skydda smågrisen under den första tiden genom att bland annat verka antibakteriellt och antiinflammatoriskt. Några exempel på dessa ämnen är oligosackarider, laktoferriner, laktoperoxidas och lysosomer.

Oligosackarider

Oligosackarider är kolhydrater som finns naturligt i mjölk. Oligosackaridens uppbyggnad kan påverka tillväxt och hälsa. Om de neonatala kulingarna får i sig optimala koncentrationer av oligosackarider kan deras mottaglighet för sjukdom minska (Trevisi *et al.* 2020). Oligosackarider har flera olika funktioner i den neonatala smågrisen, bland annat en funktion som prebiotika (Gopal *et al.* 2000). De har även antiinflammatorisk effekt i colon då de binder till colons epitel och förhindrar att patogener får möjlighet att binda till slemhinnan (Difilippo *et al.* 2016). Mängden oligosackarider är som högst i råmjölken och sjunker sedan successivt under laktationen (Wei *et al.* 2018).

Laktoferrin

Laktoferrin är ett järnbindande protein som finns i bland annat mjölk, nossekret och saliv (Masson *et al.* 1966; Sjaastad *et al.* 2016a:10). Laktoferrin binder järn med så hög affinitet att den konkurrerar ut främmande bakterier som då inte får tillgång till det järn de behöver för tillväxt. Laktoferrin förstör även bakteriers cellmembran (Sjaastad *et al.* 2016a). Laktoferrin finns i höga koncentrationer i råmjölk och minskar i takt med att råmjölken övergår till att bli vanlig mjölk (Jahan *et al.* 2020).

Laktoperoxidas

Laktoperoxidas är ett enzym som utsöndras i mjölk och råmjölk och skyddar soggans juver och smågrisarnas tarmkanal mot patogena mikroorganismer (Albera & Kankofer 2009). När laktoperoxidas katalyserar oxidation av bland annat tiocyanat- och jodjoner skapas reaktiva oxidativa ämnen som har antimikrobiella egenskaper mot bakterier, virus och svampar (Naidu 2000:3).

2.3. Reglering av mjölknedsläpp

Råmjölksnedsläppet sker *ad libitum*, vilket betyder att det sker så mycket eller så ofta som det behövs (Lewis & Hurnik 1985) och innebär att man inte behöver

tillsätta oxytocin för att kunna erhålla ett mjölkprov. Lewis & Hunrik (1985) kallar den här typen av digivning för *neo-nursing*.

Under den senare laktationen sker digivning och mjölknedsläpp periodiskt i intervall om 40–60 minuter (Ellendorff *et al.* 1982; Fraser & Rushen 1992). Under mjölknedsläppet har smågrisarna bara en kort stund på sig att dia. Digivning kan initieras på olika sätt, dels kan suggan grymta för att signalera att det är dags eller så signalerar smågrisarna till suggan att de vill dia genom att pipa/skrika vid suggans huvud eller genom att stimulera juvret (Ellendorff *et al.* 1982).

Mjölknedsläppet styrs sedan av en neurohormonell reflex. Oxytocin frisätts från hypofysen som ett svar på att smågrisarna stimulerar juvret med sina trynen genom att buffa. Oxytocinet transporteras till juvret via blodet (Ellendorff *et al.* 1982). I juvret leder oxytocinet till att myoepitheliala celler kontraherar vilket leder till att det intraalveolära trycket ökar, mjölk frisätts till spenkanalen (Linzell 1955; Soloff 1982), och blir då tillgängligt för smågrisarna. Lewis & Hunrik (1985) föreslår att övergången från *neo-nursing* till laktation med periodisk digivning initieras av att oxytocinfrisättningen minskar efter grisning, vilket leder till att mjölkflödet i juvret går ner. Vid mjölkprovtagning under laktationen krävs därför att man ger oxytocin.

2.4. Råmjölkskvalité

Man brukar säga att råmjölkens kvalité bestäms av mängden antikroppar (immunoglobuliner) den innehåller (Geiger 2020). I den tidiga råmjölken är det IgG som dominerar. Av den totala mängden immunoglobuliner i den tidiga råmjölken består 76 % av IgG, 18 % av IgA, samt 7 % av IgM (Markowska-Daniel *et al.* 2010). Mängden IgG i råmjölk sjunker sedan under det första dygnet av laktationen (Hasan *et al.* 2016). Från dag tre och under resterande laktation är det i stället IgA som dominerar (Markowska-Daniel *et al.* 2010). När man pratar om råmjölkskvalité är det alltså mängden IgG man syftar på.

2.4.1. Uppskattning av råmjölkskvalité

För att uppskatta mängden IgG i råmjölken kan man använda en refraktometer. En refraktometer mäter en vätskas torrsubstans och uppskattar därmed råmjölkens IgG-koncentration (Holm & Laue 2021). En refraktometer används i vanliga fall för att mäta mängden sukros i vätskor (%). När vätskorna inte innehåller sukros uppskattas i stället torrsubstanskoncentrationen (%). Torrsubstanskoncentrationen (%) baseras på i vilken grad som ljusstrålarna från refraktometern bryts när de kommer i kontakt med en annan substans, i detta fall råmjölken. Vid mötet kommer ljusstrålarna att ändra riktning vilket ger ett brytningsindex, absorbans (Hanna Instruments 2015). En refraktometer uppskattar IgG-innehållet genom att uppskatta absorbansen, som anges i procent (Balzani *et al.* 2016; Hasan *et al.* 2016). Brytningsindexet definieras som förhållandet mellan ljusets hastighet in i ett vakuum

och ljusets hastighet in i ett ämne. Detta resulterar i att ljusstrålarna bryts vid mötet med en substans med ett annat brytningsindex.

I en studie gjord av Hasan *et al.* (2016) mättes råmjölkens IgG-innehåll mellan 0–3 h efter grisning med en refraktometer samt med ELISA (Pig IgG ELISA kit, Bethyl Laboratories, Montgomery, TX, USA) och korrelationen mellan dessa undersöktes. Studien syftade till att validera metoden och visade en bra korrelation mellan dessa värden ($p < 0.001$), och metoden kan därför användas för att ge en indikation om huruvida IgG-innehållet i råmjölken är högt eller lågt. I studien uppmättes absorbansvärden mellan 14,4 % och 35,8 %, med ett medelvärde på 25,0 %. Med ELISA uppmättes det högsta IgG-värdet till 130.3 mg/mL och det lägsta till 12.8 mg/mL med ett medelvärde på 52.03 mg/mL. För att analysera korrelationen mellan absorbansvärdet och ELISA-värdet används logaritmerade IgG-värden från ELISA. Författarna lägger också fram ett förslag på klassificering av IgG-innehållet i råmjölk beroende på absorbansvärdet. De 4 kategorierna är ”poor”, ”borderline”, ”adequate” och ”very good”. Om absorbansvärdet understiger 20 kan IgG-nivåerna räknas som ”poor”, mellan 20–24 som ”borderline”, 25–29 ”adequate” och över 30 ”very good”. Refraktormetern kan därför vara ett användbart verktyg på populationsnivå för att kolla råmjölkens IgG-innehåll under tidig laktation.

2.4.2. Faktorer som påverkar råmjölkskvalité och IgG-innehåll

Det har gjorts flera studier över olika faktorer och dess inverkan på IgG-koncentrationen i suggors råmjölk. Ras, diet, suggans kullnummer, inhysningssystem samt antal suggor på gården är några faktorer som påverkar IgG-koncentrationen och därmed råmjölkskvalitén. Man har även sett att vissa faktorer inte påverkar IgG-koncentrationen, såsom suggans ålder, juverdel samt vaccination med olika vacciner. (Inoue *et al.* 1980)

Nedan redogörs för några utvalda faktorer som påverkar IgG-koncentrationen;

Ras

Flera studier visar att suggans ras kan påverka råmjölkens innehåll av IgG och därmed dess kvalité. En studie gjord av Amatucci *et al.* (2022) visade att IgG-koncentrationen i råmjölk påverkades signifikant av suggans ras ($p = 0,004$). Råmjölksproverna togs efter att första smågrisen fötts men innan den sista smågrisen fötts. I studien såg man att suggor av rasen italiensk duroc hade högre koncentrationer IgG jämfört med italiensk large white, LW, ($p = 0,002$). Även italiensk lantras hade en tendens till högre koncentrationer IgG jämfört med LW ($p = 0.09$). Även Quesnel (2011) kom fram till att suggans ras påverkar mängden IgG i råmjölk. I studien såg man att suggor av rasen large white hade högre koncentrationer IgG i sin råmjölk jämfört med suggor av rasen large white x lantras ($p < 0,01$). Även Zou *et al.* (1992) kom fram att ras spelar roll. Zou *et al.* (1992) jämförde IgG-

koncentrationen i råmjölk mellan raserna american yorkshire och chinese meishan och såg att yorkshire-suggor hade högre koncentrationer i råmjölken.

Fodersupplementering

Olika fodertillskott har också en påverkan på IgG-koncentrationen. I en studie gjord av Nuntapaitoon *et al.* (2018) undersöktes sambandet mellan fodersupplementering med dietärt L-arginin HCl i olika koncentrationer under sen dräktighet, och IgG-koncentrationen i suggors råmjölk. I försöket utfodrades suggorna med tillskottet från dag 85 i dräktigheten fram till grisning. Studien visade att suggor som fått tillskott med 1 % L-arginin HCl i sitt foder hade högre koncentrationer IgG i sin råmjölk, jämfört med kontrollgruppen samt gruppen som fått tillskott med 0,5 % L-arginin HCl ($p < 0,05$). IgG-koncentrationen i råmjölken mättes en timme efter att grisningen börjat.

Astragalus polysaccharides (APS) har använts som immunopotentiell substans i studier *in vitro* och Tan *et al.* (2017) genomförde en studie där man undersökte hur supplementering med APS i suggans foder sista veckan innan grisning påverkade råmjölken IgG-koncentration. Man fann att suggorna som fått supplementering med APS i sitt foder hade högre IgG-koncentrationer i sin råmjölk jämfört med kontrollgruppen ($p < 0,05$). Mätningarna gjordes vid grisningens början, samt efter 12, 24 och 36 timmar. Skillnaderna i IgG-koncentrationerna mellan grupperna kvarstod de första 24 timmarna efter grisningens början.

2010 gjordes en studie där man undersökte huruvida supplementering med sjögräsextrakt och fiskolja påverkade immunoglobulinkoncentrationerna i råmjölk. Leonard *et al.* (2010) fann i sin studie att suggor som utfodrats med sjögräsextrakt under sen dräktighet hade högre koncentrationer av IgG i sin råmjölk jämfört med de suggor som inte givits sjögräsextrakt, alternativt blivit supplementerade med fiskolja ($p < 0,001$). IgG-koncentrationen i råmjölk mättes en timme efter grisningens start.

Det är möjligt att supplementering med olika dietära tillskott kan påverka koncentrationen IgG i suggors råmjölk.

Inhysningssystem

Olika typer av inhysningssystem och dess påverkan på råmjölkskvalitén undersöktes av Nuntapaitoon *et al.* (2019) och skillnaden i råmjölken IgG-koncentration hos suggor som var inhysta i konventionella *open-house* system med fläktar och vattensystem, och suggor som var inhysta i stallar med *evaporative cooling*, ett system som använder en fläkt för att återcirkulera luften. Luften guidas förbi en sval, våt dyna och blåses sedan ut i stallet igen. Resultatet från studien visade att suggor som var inhysta i det konventionella systemet hade signifikant högre IgG-koncentrationer i råmjölken vid 1 h (82,5 mg/mL vs. 71,8 mg/mL) och 6 h (72,3 mg/mL vs 53,4 mg/mL) efter grisningens början ($p < 0,03$ och $p < 0,001$).

Kullnummer

Det finns flera studier som tyder på att kullnumret påverkar IgG-innehållet i råmjölken. Hasan *et al.* (2019) kom fram till att äldre suggor, som fött fler än fem kullar, hade högre koncentrationer av IgG och IgA i sin råmjölk i prover som tagits inom två timmar efter att första kullingen föddes, jämfört med yngre suggor som inte grisat lika många gånger.

Nuntapaitoon *et al.* (2019) kom fram till liknande resultat i sitt försök där man såg att gyltor hade lägre IgG-koncentrationer i sin råmjölk vid prover tagna inom en timme efter grisningens start, jämfört med suggor som grisat två eller fler gånger. Även Cabrera *et al.* (2012) beskrev att gyltor hade signifikant lägre IgG-koncentrationer i sin råmjölk jämfört med suggor som grisat två eller fler gånger. Dock såg man inga skillnader i IgG-koncentrationer i råmjölken mellan suggor som grisat två gånger eller fler.

2.5. Faktorer som påverkar smågrisens förmåga att få i sig råmjölk

Flertalet faktorer och dess påverkan på smågrisens förmåga att få i sig råmjölk har undersökts. Några av dem presenteras nedan:

2.5.1. Födelsevikt

Flera studier är gjorda, vilka visar att födelsevikten har betydelse för smågrisens förmåga att få i sig råmjölk, och att tyngre smågrisar får i sig mer råmjölk än lättare smågrisar (Fraser & Rushen 1992; Devillers *et al.* 2007). Devillers *et al.* (2007) indikerade att de tyngre smågrisarna kan ha en konkurrensfördel framför lättare smågrisar när det gäller att få i sig råmjölk. Större och tyngre grisar har högre vitalitet, de har möjlighet att massera juvret bättre för att initiera mjölknedsläpp, och får ut mer råmjölk från spenen än lättare smågrisar. För lättare och mindre smågrisar är det också svårare att komma åt juverdelarna vilket gör att tyngre smågrisar får i sig mer mjölk. Även Fraser & Rushen (1992) kom fram till ett liknande resultat.

2.5.2. Inhysningssystem

Olika typer av inhysningssystem påverkar smågrisarnas förmåga att komma fram till juvret och få möjlighet att dia. Pedersen *et al.* (2011) gjorde en studie där de jämförde mjölknedsläpp, som en indikator för mjölkintag hos smågrisar, hos suggor som var fixerade i sina grisningsboxar, med suggor som rörde sig fritt i sina grisningsboxar. De frigående suggorna hade ett mjölknedsläpp på 10,3 sekunder i snitt och de fixerade suggorna hade ett snitt på 8,5 sekunder. Studien visade också att smågrisar hos frigående suggor vägde mer vid avvänjning. Författarna föreslår att det här indikerar att smågrisar hos frigående suggor får i sig mer mjölk vilket

resulterar i en högre avvänjningsvikt. Den högre vikten beror enligt författarna troligtvis på att smågrisarna kommer åt juvret bättre vid mjölknedsläpp. Smågrisarna hos frigående sugga var lugnare vid digivning, vilket ledde till att antalet slagsmål om spenarna minskade och att färre smågrisar missade mjölknedsläppen, jämfört med smågrisar som gick hos fixerade suggor. Smågrisar som gick hos frigående suggor fick även mer tid att massera juvret efter mjölknedsläppet, vilket kan förklara ett högre mjölkintag.

2.5.3. Kullstorlek

Kullstorlek är en faktor som påverkar hur mycket råmjölk en smågris får i sig. Flera studier har visat att smågrisar från kullar med fler individer får i sig mindre råmjölk per smågris, än smågrisar från kullar med färre individer. Exempel på studier som visat detta är Devillers *et al.* (2007); Quesnel (2011); Le Dividich *et al.* (2017) och Gourley *et al.* (2020).

Kullstorleken påverkar inte i sig mängden råmjölk som suggan producerar. En sugga med en liten kull producerar lika mycket råmjölk som en sugga med en betydligt större kull. En större kull leder också till en minskad genomsnittlig födelsevikt bland smågrisarna, vilket i sin tur påverkar deras förmåga att konsumera råmjölk. (Beaulieu *et al.* 2010)

2.5.4. Temperatur

Smågrisar föds med väldigt lite fettvävnad och saknar brunt fett, vilket innebär att det är svårt för dem att få tillräckligt med energi för att reglera sin kroppstemperatur och för att kunna söka sig fram till juvret för att dia (Herpin *et al.* 2002). En låg kroppstemperatur leder till att smågrisar, särskilt med låg kroppsvikt, får svårare att ta sig fram till juvret, då de ofta skakar för att försöka hålla sig varma (Herpin *et al.* 2002; Le Dividich *et al.* 2017). Smågrisens omgivningstemperatur samt kroppstemperatur, och dess påverkan på råmjölksintaget, har därför undersökts i flera studier.

Le Dividich & Noblet (1981) undersökte hur smågrisarnas kroppstemperatur och omgivningstemperatur påverkade råmjölksintaget. En grupp smågrisar föddes upp i 30–32 °C-utrymmen (varma gruppen) och de andra gruppen i en temperatur på 18–20 °C (kalla gruppen). Studien visade att den varma gruppen konsumerade 36,8 %, i snitt, mer råmjölk än den kalla gruppen. I den kalla gruppen var smågrisarna mindre aktiva och det ledde till att smågrisarna diade mindre och därmed fick i sig mindre råmjölk.

En annan studie undersökte hur en intraperitoneal injektion av 45° C koksaltlösning påverkade smågrisarnas kroppstemperatur och råmjölksintag under första levnadsdygnet. Författarna kom fram till att de smågrisar som fått en varm injektion

ökade sitt råmjölksintag, och att en ökad kroppstemperatur ökar råmjölksintaget. (Tucker *et al.* 2022)

2.5.5. Juverdel

Smågrisar tenderar att etablera en så kallad *teat order* där varje enskild smågris har en ”egen” spene vid digivning (Fraser & Morley Jones 1975).

Studier har gjorts där man undersökt om vilken juverdel en smågris diar ifrån kan påverka hur mycket råmjölk de får i sig. En studie såg att smågrisar som diade från de främre juverdelarna fick i sig signifikant mer råmjölk än smågrisar som diade från de bakre juverdelarna. De smågrisar som fick i sig en stor mängd råmjölk (≥ 100 g) hade alla diat från de främre juverdelarna. (Fraser & Rushen 1992)

Somnavilla *et al.* (2015) gjorde en studie där man såg att smågrisar som diat från de främre juverdelarna vägde mer vid avvänjning. Författarna föreslår att det är en indikation på att smågrisar som diar från främre juverdelar diar mer.

I en studie av Fraser (1984) såg man också att de främre juverdelarna gav i snitt mer råmjölk vid manuell mjölkning än de bakre. Man kan därför anta att det även indikerar att smågrisar som diar från främre juverdelar får i sig mer råmjölk. Somnavilla *et al.* (2015) såg ingen skillnad i födelsevikt mellan de smågrisar som diade från de främre jämfört med de bakre juverdelarna, dock finns det studier som tyder på det motsatta, att smågrisar med högre födelsevikt oftare får främre spenar (Fraser & Morley Jones 1975).

3. Material och metod

3.1. Litteratursökning

Databaserna som använts i litteratursökningen är PubMed, Web of Science och Google Scholar. Sökorden som använts är (porcine OR sow* colostrum composition) och (piglet* colostrum intake) och (“factors affecting IgG OR immunoglobulin G in sow* OR porcine colostrum”) och (function of immunoglobulin*) och (porcine immunoglobulin*) och (passive transfer piglet* OR sow*) och (housing AND colostrum OR milk intake in piglet*). Information har även hämtats från Gård & Djurhälsans hemsida för att få aktuell information om produktionsresultat i de svenska besättningarna.

Fler artiklar har även letats upp i referenslistor från tidigare studier och artiklar som listats som ”similar” har lästs igenom. För etablerade fakta har även viss kurslitteratur som rekommenderats inom veterinärprogrammet använts.

Artiklar på andra språk än engelska och svenska har sorterats bort. Artiklar om andra djurslag än gris har sorterats bort, dock har vissa review-artiklar om andra djurslag gällande övergripande funktioner tagits med.

3.2. Djurhållning

Studien utfördes på SLU Lövsta Lantbruksforskning utanför Uppsala med deras grisbesättning. Försöket är etiskt prövat och godkänt av Uppsala djurförsöksetiska nämnd (Uppsala tingsrätt, Box 1113, 751 41 Uppsala) med diarienummer: 5.2.18-02900/2020.

Lövsta grisbesättning är en integrerad SPF-besättning (specific pathogen free) och består i dagsläget av ca 80 suggor, men målet är att ha 110 suggor. Suggorna är av rasen yorkshire, alternativt korsningar mellan lantras/yorkshire. Även enstaka yorkshire/hampshire-korsningar finns. För inseminering används främst sperma från hampshire-galtar men även inseminering med yorkshire för rekrytering förekommer. Besättningen har planerad produktion där upp till 12 suggor grisar varannan vecka året runt.

Stallet har separata grisionsstallar med 12 grisionsboxar i varje stall. Grisionsboxarna är 6,5 m² stora och består av en liggyta med betonggolv och en gödselyta med spaltgolv. Boxgolven är behandlad med en epoxy-förening (Zoric *et*

al. 2009). Boxarna ströas manuellt med långhalm från 4 dagar innan beräknad grisning. Efter grisning skrapas halmen ut successivt beroende på hygienstatus i boxen och ny, ren halm fylls på varje morgon efter skrapning. I grisningsboxen finns en grisningshörna med värmelampa och en avgränsande grind som tillfälligt kan fixera suggan vid behov. Temperaturen under värmelamporna i grisningsboxarna samma dag som beräknad grisning uppmättes till 32,9° C. Temperaturen i grisningsstallet uppmättes till 22,7° C.

Suggorna flyttas till grisningsboxarna en vecka innan planerad grisning. I grisningsboxen får suggan ett färdigfoder för digivande suggor, Suggfoder Intense 70 (Svenska foder, Lidköping, Sverige) och de utfodras 3 gånger/dag. Givan ökas successivt för att nå maximal giva 10 dagar efter grisning. Mängden bestäms utefter hur många smågrisar suggan fått. Grundfodergivan är 35 MJ/dag. Intense 70 innehåller 13 MJ/kg vilken ökas med 7,6 MJ per smågris och dag.

Smågrisarna avväns vid 5 veckors ålder och då flyttar suggorna tillsammans med sin sugg-grupp ut i en kall lösdrift med djupströbädd. Boxarna rymmer upp till 12 suggor och har en storlek på 6,5 × 5 meter. Under sintiden utfodras suggorna 2 gånger/dag med Suggfoder Classic (Svenska foder, Lidköping, Sverige), baserat på hull vid avvänjning.

Grisningsstallet töms när smågrisarna är 9–12 veckor gamla och de flyttar då till ett slaktsvinsstall. Grisningsstallet tvättas och desinficeras och står därefter tomt i minst en vecka innan nya suggor flyttar in.

3.3. Djur

Studien avgränsades till de suggor som beräknades grisa mellan 25 augusti 2022 och 12 november 2022 och inkluderade data från 15 suggor i besättningen samt deras 210 smågrisar. Suggornas kullnummer varierande från 1 till 6 med ett medelvärde på 3,6 (Tabell 2). De suggor där råmjölkens antikroppsinnehåll inte kunde mätas inom det bestämda tidsintervallet (inom 3 timmar efter att grisningen påbörjats) exkluderades. Smågrisar som föddes under nätter när grisningarna inte bevakades exkluderades också. Alla suggor och smågrisar hade lika stor chans att komma med i studien. De djur som inkluderades uppfyllde kraven för provtagning och övervakning vid födsel.

3.4. Datainsamling

Datainsamlingen bestod av tre delar. I den första delen samlades data in för att kunna mäta råmjölksintaget och råmjölkskvalitén. Under den andra delen av studien samlades data in för att uppskatta smågrisarnas tillväxt och överlevnad och för att undersöka ett eventuellt samband med råmjölkskvalité. I den tredje delen obducerades smågrisarna som dött under första levnadsveckan.

3.4.1. Analys av råmjölk och uppskattning av råmjölksintag

Under de dagar suggorna var beräknade att grisa övervakades de med 3 timmars intervall från kl. 07.00 till och med kl. 22.00. Om en grisning pågick, eller om suggor misstänktes börja grisa under natten, övervakades även berörda suggor mellan kl. 01 och 04, totalt 2 suggor vid 2 tillfällen under insamlingsperioden. Råmjölksprover samlades in inom 3 timmar efter grisningens start. Råmjölk mjölkades manuellt från suggornas samtliga spenar i samband med normal digivning. Antikroppsinnehållet mättes direkt med en Brix refraktometer (PAL-1 BLT/A+W, digital, Atago, Tokyo, Japan), med en skala från 0–53 % och med en noggrannhet på $\pm 0,2$ %, genom att råmjölken placerades på refraktometerns prisma så att hela prisman täcktes av mjölk. Absorbansvärdet noterades och antecknades. Prismen torkades av mellan mjölkningen av de olika spenarna, och varje mätning av den enskilda suggans råmjölk utfördes av samma person.

Direkt efter råmjölksmätningen (t_0) vägdes smågrisarna med en digital våg (WE2108, Profilvågen, 2010, Borlänge, Sverige) med ± 2 grams noggrannhet. Smågrisarna vägdes igen 12–24 timmar efter födsel. Samtliga smågrisar märktes med ett nummer skrivet på en bit leukoplast som fästes på ryggen vid första vägningen. Personalen på Lövsta noterade märkningen i stalljournalerna i samband med öronmärkning av smågrisarna så att de lätt kunde följas under studien. Råmjölksintaget beräknades sedan enligt metoden beskriven av Devillers *et al.* (2007) (Ekvation 1).

Ekvation 1: ekvation för att beräkna råmjölksintag framtagen av Devillers et al. (2007)

$$CI = -217,4 + 0,217 * t + 1861019 * \frac{BW}{t} + BW_B * \left(\frac{54,80 - 1861019}{t} \right) * (0,9985 - 3,7 * 10^{-4} * t_{FS} + 6,1 * 10^{-7} * t_{FS}^2)$$

CI = kolostrum-intag, BW = kroppsvikt vid 24 h. ålder, BW_B = födelsevikt, t_{FS} = tid vid första digivningen, uppskattad till 30 minuter enligt Devillers et al. (2007), t = 25 h., enligt Devillers et al. (2007).

3.4.2. Utvärdering av tillväxt och överlevnad

Smågrisarna vägdes därefter i samband med avvänjning vid fem veckors ålder för att utvärdera tillväxt. Antal överlevande smågrisar noterades också. Tillväxten beräknades i kilo tillväxt/dag genom att beräkna differensen mellan avvänjningsvikt och födelsevikt (vikt vid t_0) dividerat med smågrisarnas ålder (dagar) vid avvänjning.

3.4.3. Obduktion

Samtliga smågrisar som ingick i studien och dog under första levnadsveckan obducerades av Anna Carlertz (Institutionen för kliniska vetenskaper) alternativt vid SLU Patologen (Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap, enheten för patologi, Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap, SLU, Uppsala). Smågrisarna samlades in och lades i påsar märkta med smågrisens öronnummer, suggans öronnummer samt vilket datum smågrisen dog, och förvarades sedan i en kyl i väntan på obduktion.

3.5. Statistiska analyser

Innan statistiska analyser genomfördes beräknades deskriptiv statistik där medelvärde, max- och minimumvärde, och standardavvikelse beräknades för samtliga suggors kullnummer, råmjölksintag, födelsevikt, antal döda vid avvänjning samt tillväxt och absorptionsvärde (Tabell 1 och 2). De enskilda parametrarna plottades med histogram och värdena bedömdes som normalfördelade, varför inga värden exkluderades.

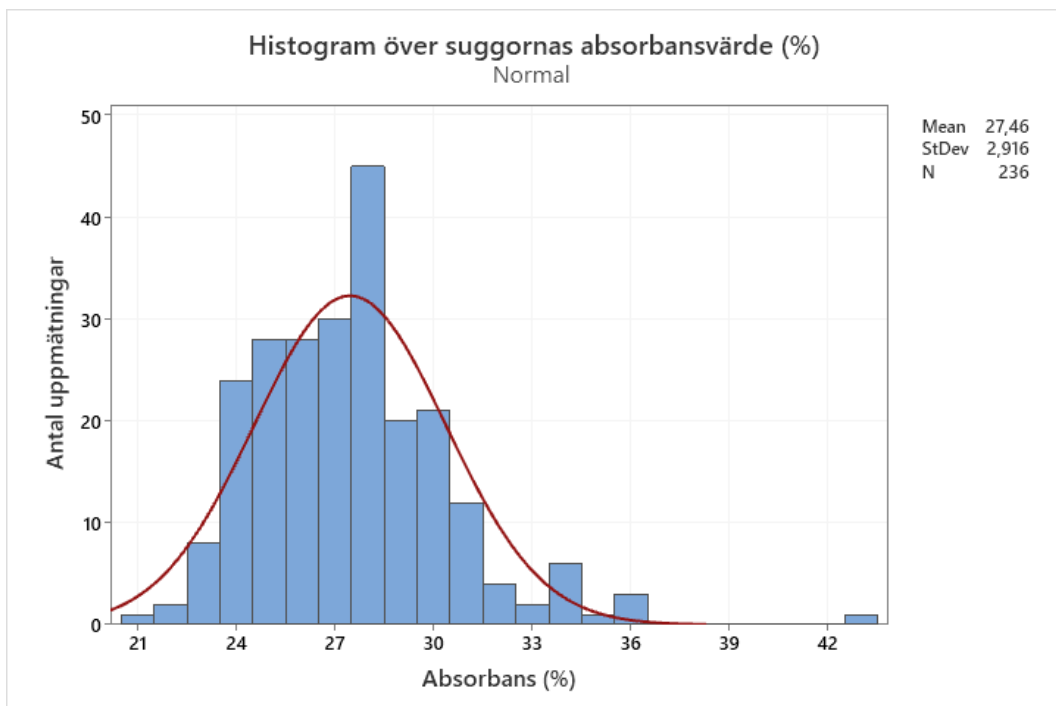
Statistiska analyser genomfördes i Minitab Statistical Software (2019). I denna studie har linjär regressionsanalys använts för att undersöka korrelationen mellan suggornas absorptionsvärde (råmjölkskvalitén) och smågrisarnas tillväxt, då vi ville undersöka om variabiliteten i en variabel (råmjölkskvalité) hängde samman med en annan variabel (tillväxt). Binär logistisk regressionsanalys användes för att undersöka korrelationen mellan råmjölkens absorptionsvärden och smågrisdödligheten, då vi ville undersöka om en variabel (råmjölkskvalité) påverkade en händelse eller inte (död eller levande). Suggans ras, kullnummer och smågrisarnas födelsevikt är så kallade *confounders*, det vill säga faktorer som påverkar både studiens beroende och oberoende variabel, och har därför tagits med som förklarande variabler i regressionsanalyserna.

Totalt utfördes fyra regressionsanalyser varav två av dem inkluderade förklarande och påverkande faktorer hos suggan, och två inkluderade förklarande och påverkande faktorer hos smågrisen. Suggan har tagits med som *random effect* genom att så kallade *dummy*-variabler skapats för varje kull. En dummyvariabel är en variabel som tar värdet noll eller ett för att indikera att det finns eller inte finns kategoriska faktorer närvarande som förväntas påverka resultatet.

4. Resultat

4.1. Råmjölkskvalité

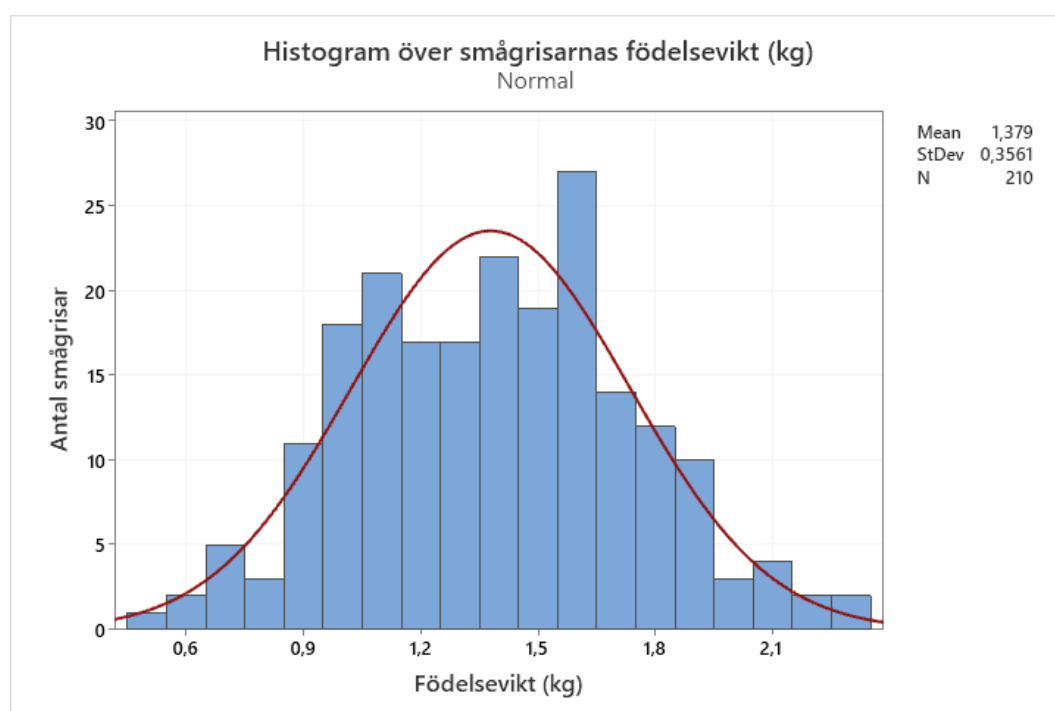
Totalt samlades absorbansvärden in från 15 suggor i besättningen. 240 spenar mjölkades och absorbansvärden samlades in från 236 av dem. Av de fyra spenar där inget mjölkprov kunde tas var en juverdel drabbad av mastit och från de resterande tre kunde inte tillräckligt med mjölk erhållas trots upprepade försök. Absorbansens medelvärde var 27,4 % (SD $\pm 2,92$ %). Maximumvärdet var 43,3 % och minimumvärdet var 20,9 % (Tabell 2). Värdena plottades med histogram (Figur 6). Antal spenar med ett absorbansvärde mellan 27,5 och 28,5 % var fler än förväntat enligt normalfördelningen. Antalet spenar med ett absorbansvärde mellan 28,5 och 29,5 % var färre än förväntat enligt normalfördelningen. Övriga värden bedöms vara normalfördelade.



Figur 6. Histogram över absorbansvärden (%) från suggornas råmjölk mätt med en Brix refraktometer inom 3 h efter att grisningen påbörjats. Mean = medelvärde, StDev = standardavvikelse, N = antal mätningar

4.2. Råmjölksintag

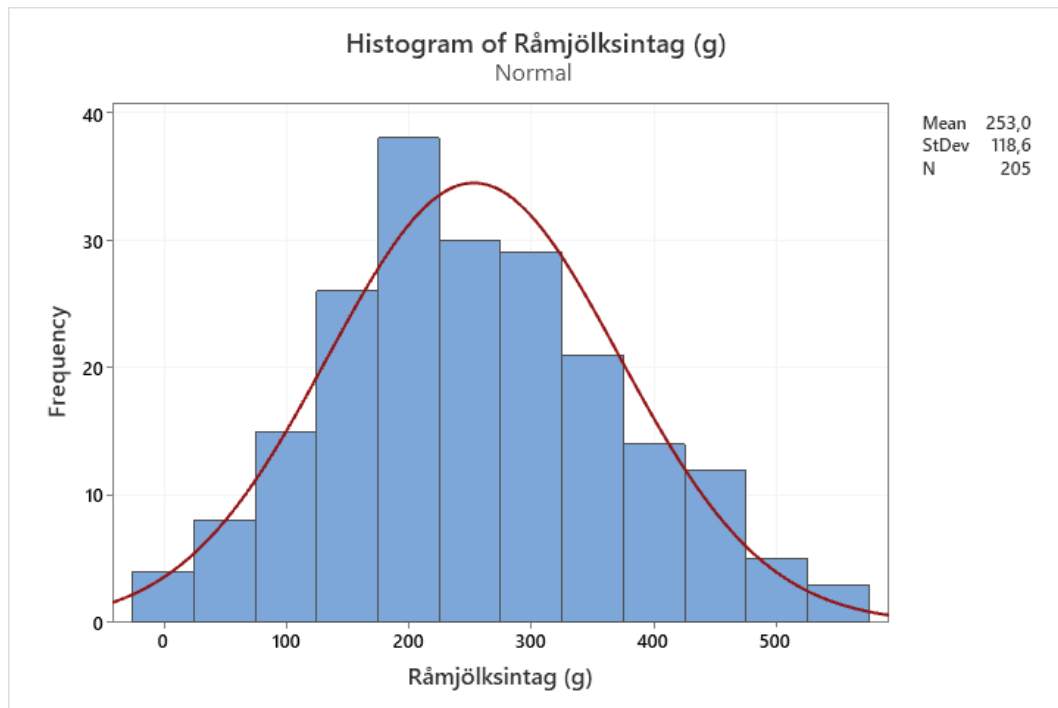
Totalt ingick 210 smågrisar i studiens första del. Av dessa avled 5 smågrisar (2,4 %) inom 24 timmar efter födseln (Tabell 1). Medelvärdet för födelsevikt var 1,38 kg (SD $\pm 0,36$ kg). Minimumvärdet var 0,5 kg och maximumvärdet var 2,28 kg. Födelsevikten plottades med histogram. Antalet smågrisar med födelsevikt 1,6 kg avviker från normalfördelningen och är fler till antalet än förväntat. Antalet smågrisar med en födelsevikt inom intervallet 1,15 kg och 1,55 kg ligger under förväntat antal i normalfördelningen (Figur 7). Övriga värden bedöms vara normalfördelade. Bland de smågrisar som överlevde till 24 timmars ålder var medelvikten 1,44 kg (SD $\pm 0,38$ kg).



Figur 7. Histogram över smågrisarnas födelsevikt. Mean = medelvärde, StDev = standardavvikelse, N = antal smågrisar

Råmjölksintag beräknades för 205 smågrisar. Vid beräkning enligt formel erhöles ett negativt värde för fyra smågrisar, vilket indikerar att de inte erhöles någon råmjölk alls. Råmjölksintaget för dessa smågrisar har uppskattats till 0 gram. Dessa fyra smågrisar överlevde fram till avvänjning och hade en tillväxt på 310, 250, 180 respektive 240 gram/dag. Medelvärdet för råmjölksintaget var 253 gram (SD $\pm 118,6$ gram), maximumvärdet var 572,6 gram och minimumvärdet 0 gram (Tabell 2). Värdena för råmjölksintaget plottades med histogram. Antal smågrisar med ett råmjölksintag mellan 175 och 200 gram sticker dock ut och är fler än förväntat. Antal smågrisar med ett råmjölksintag inom intervallet 225 gram och 275 gram var

färre än det förväntade antalet enligt normalfördelningen (Figur 8). Övriga värden bedömdes vara normalfördelade.



Figur 8. Histogram över smågrisarnas råmjölksintag. Mean = medelvärde, StDev = standardavvikelse, N = antal smågrisar

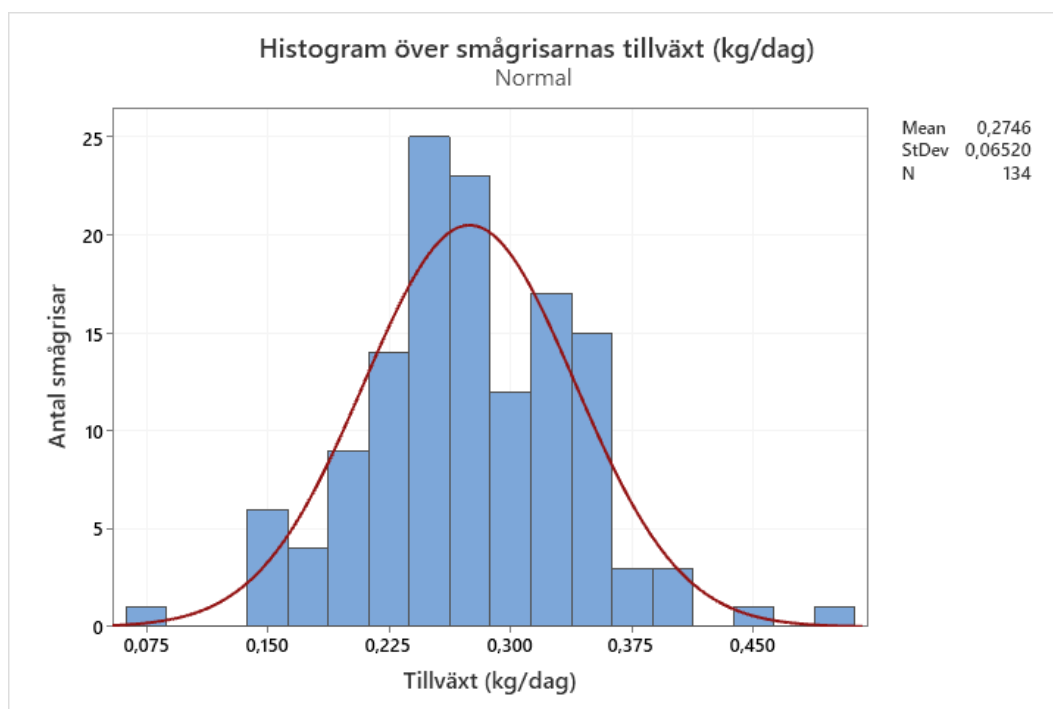
4.3. Smågrisdödlighet och tillväxt

Vid insamlingsperiodens slut hade 155 smågrisar från 11 suggor hunnit avvänjas och inkluderades i del 2 av studien. Av 155 smågrisar var 21 avlidna vid avvänjning (Tabell 1), vilket ger en smågrisdödlighet på 13,5 %. Medelvärdet för tillväxt var 0,27 kg/dag (SD \pm 0,06 kg/dag). Minimumvärdet var 0,08 kg/dag och maximumvärdet var 0,49 kg/dag (Tabell 2). Tillväxtvärdena plottades med histogram. Histogrammet har några avvikande värden från normalfördelningen. Antalet smågrisar med en tillväxt mellan 0,23 och 0,26 kg/dag, 0,26 och 0,28 kg/dag samt mellan 0,33 och 0,36 kg/dag är fler än förväntat. Antalet smågrisar med en tillväxt mellan 0,29 och 0,31 kg/dag, 0,36 och 0,38 kg/dag samt mellan 0,16 och 0,18 kg/dag är färre till antalet enligt normalfördelningen (Figur 9). Övriga värden bedömdes vara normalfördelade.

Tabell 1: Antal levande och döda smågrisar vid 24 h ålder samt vid avvänjning.

	N	Levande	Avlidna
Antal smågrisar vid 24 h	210	205	5
Antal smågrisar vid avvänjning	155*	134	21

* 50 smågrisar hade ännu inte avvants vid försökets slut. N = antal smågrisar



Figur 9: Histogram över smågrisarnas tillväxt. Mean = medelvärde, StDev = standardavvikelse, N = antal smågrisar

Sambandet mellan suggornas råmjölkskvalité och smågrisarnas tillväxt analyserades med linjär regressionsanalys. Det fanns ingen statistisk signifikans mellan råmjölkskvalité (absorbansvärde) och tillväxt ($p = 0,865$). Det fanns ingen statistisk signifikans mellan suggans kullnummer och smågrisarnas tillväxt ($p = 0,194$). Det fanns en statistisk signifikans mellan suggans ras och smågrisarnas tillväxt, där smågrisar från suggor av rasen lantras/yorkshire hade signifikant högre tillväxt än smågrisar från suggor av rasen yorkshire ($p < 0,05$). Det fanns också statistisk signifikans mellan smågrisarnas födelsevikt ($p < 0,05$) och råmjölksintag ($p < 0,05$) samt smågrisarnas födelsevikt och tillväxt ($p < 0,05$).

Sambandet mellan råmjölkskvalité och smågrisarnas överlevnad analyserades med binär logistisk regressionsanalys. Analysen visade att det inte fanns någon statistisk signifikans mellan suggans råmjölkskvalité ($p = 0,50$), kullnummer ($p = 0,5$) respektive ras ($p = 0,8$), och smågrisarnas överlevnad. Det fanns dock statistisk signifikans mellan smågrisarnas födelsevikt och deras överlevnad ($p < 0,001$). Det fanns ingen statistisk signifikans mellan smågrisarnas råmjölksintag och överlevnad ($p = 0,19$).

Tabell 2: Deskriptiv statistik för kullnummer, absorbansvärde, råmjölksintag, smågrisarnas födelsevikt och tillväxt.

Data	N	Max	Min	Medel	SD
Kullnummer	15	6	1	3,6	-
Absorbansvärde (%)	236	43,3	20,9	27,46	2,92
Råmjölksintag (g)	205	572,6	0	253	118,6
Tillväxt (kg/dag)	134	0,49	0,08	0,27	0,06
Födelsevikt (kg)	210	2,28	0,5	1,38	0,35

N = antal djur, spenar, uppmätningar, *max* = maximumvärde, *min* = minimumvärde, *medel* = medelvärde, *SD* = standardavvikelse

4.4. Obduktion

Totalt obducerades 26 smågrisar som dött under första levnadsveckan (inklusive dödfödda). Tretton smågrisar var dödfödda. Totalt 11 smågrisar avlivades av stallpersonal varav fyra av dessa avlivades då de var mycket svaga eller så kallade pellegrisar, och prognos för överlevnad bedömdes som dålig. Övriga sju var självdöda.

Av de obducerade smågrisarna hade 15 inte diat och hade en tom magsäck, medan 11 smågrisar hade diat och hade rikligt med mjölk i magsäcken. Dödsorsakerna samt orsak till avlivning redovisas i tabell 3.

Tabell 3: Tabell över dödsorsaker fastställda vid obduktion.

Dödsorsak	Antal
Dödfödd	13
Persisterande urachus	1
Förlamning	1
Svält/hypoglykemi	16
Trauma sugga	12
Svagfödd/pellegris	6
Atelektas	1
Okänt	1
Totalt*:	51

*Summan av antalet dödsorsaker är fler än antalet obducerade smågrisar då vissa smågrisar hade mer än dödsorsak/orsak till avlivning.

5. Diskussion

Huvudsyftet med den här studien var att undersöka huruvida suggans råmjölkskvalité har någon påverkan på smågrisarnas tillväxt och överlevnad.

I den här studien sågs ingen statistisk signifikans mellan råmjölkskvalité och smågrisarnas tillväxt. Det fanns inte heller någon statistisk signifikans mellan råmjölkskvalité och överlevnad. Vid analys av sambandet mellan råmjölkskvalité och överlevnad kunde inte en regressionsmodell anpassas i det statistiska programmet när suggan inkluderades som ”*random effect*”. Regressionsmodellen blev en så kallad ”*quasi-complete separation*” vilket innebär att det statistiska programmet kunde säga något om sambandet mellan vissa förklarande variabler och responsvariabeln, men inte alla. Som ett experiment lades fler ettor till i ”dummy-variablerna” för att öka mängden data. En ”dummy-variabel” är, som tidigare nämnts, en variabel som tar värdet noll eller ett för att indikera att det finns eller inte finns kategoriska faktorer närvarande som förväntas påverka resultatet. Efter detta kunde en binär logistisk regressionsmodell anpassas för alla värden i den förklarande variabeln i förhållande till värdena i responsvariabeln, vilket tyder på att studien har för lite data för att kunna anpassa en godtycklig modell på den data som finns. Djurmaterialet som användes i studien var endast 15 suggor och 210 smågrisar. Av de 210 smågrisarna som ingick var det bara 155 som hann avväjnas innan insamlingsperiodens slut. För att kunna dra pålitliga slutsatser från den binära regressionsanalysen med fokus på suggans parametrar hade därför fler djur behövt delta i studien och det resultat som erhöles är därför inte helt tillförlitligt. Det hade behövt vara minst 10 smågrisar i varje kull, vilket inte var fallet i den här studien. Totalt två suggor födde mindre än 10 levande smågrisar och i en kull inkluderades endast tre smågrisar då resten av kullen föddes nattetid utan övervakning, varför de inte kunde vägas vid födseln och därför exkluderades ur studien. Fler suggor hade alltså behövts i studien.

Tidigare studier visar att absorbansvärdet i suggors råmjölk varierar mycket mellan olika individer. I studien gjord av Hasan *et al.* (2016) varierade absorbansvärdet mellan 14,4 % och 35,8 % (medelvärde 25,0 %) och i en studie gjord av Balzani *et al.* (2016) varierade absorbansvärdet mellan 20,3 % och 33,0 % (medelvärde 24,6 %) under grisning. Det här stämmer väl överens med resultaten från denna studie där absorbansvärdet varierade mellan 20,9 % och 44,3 % (medelvärde 27,5 %). Båda studierna mätte absorbansvärdet med en Brix refraktometer, men i

studien av Balzani *et al.* (2016) användes istället fryst råmjölk som tinades upp. Då samtliga suggor som deltog i vår studie kommer från samma gård med samma rutiner, skötsel och utfodring kring grisning går det inte att undersöka om absorptionsvärdet hos de enskilda suggorna påverkats av inhysningssystem och utfodring.

Under insamlingsperiodens gång passades suggorna under beräknad grisningsdag med intervall på 3 h. Det innebär att råmjölksproverna alltid togs inom 3 timmar efter påbörjad grisning. Som tidigare nämnts sjunker nivåerna IgG i råmjölk snabbt, vilket gör att det är möjligt att de suggor vars råmjölksprover togs närmare 3 timmar efter grisningen visade ett lägre värde än om proverna hade tagits precis vid grisningens början. Det högsta absorptionsvärdet som uppmättes var 43,3 % och uppmättes precis efter att första kultingen hade fötts. Huruvida stora intag råmjölk kunnat kompensera för lägre absorptionsvärden har inte undersökts i denna studie.

Tidigare studier har visat att ras är en faktor som kan påverka råmjölkskvalitén (Zou *et al.* 1992; Quesnel 2011; Amatucci *et al.* 2022). Suggorna som deltog i studien var antingen av rasen Yorkshire eller en korsning mellan Yorkshire/Lantras, med majoriteten Yorkshire-suggor. Huruvida det finns en statistisk signifikans mellan suggornas ras och absorptionsvärdet har inte undersökts i denna studie då antalet suggor som deltog endast var 15. Djurmaterialet var, som tidigare nämnts, mycket litet vilket gör det svårt att analysera sambandet mellan ras och absorptionsvärde och få pålitliga resultat. Det är möjligt att ett större djurmaterial skulle ge statistisk signifikans mellan ras och absorptionsvärde, med tanke på resultaten från tidigare studier.

Enligt Quesnel *et al.* (2012) behöver smågrisar minst 200 gram råmjölk under de första 24 timmarna för att säkerställa tillräcklig passiv överföring av antikroppar och minska risken för död innan avvänjning. För att smågrisarna ska få fullgod hälsa både före och efter avvänjning rekommenderas ett råmjölksintag på minst 250 gram. Av 205 smågrisar fick 138 (67,3 %) i sig mer än 200 gram råmjölk och 94 (45,8 %) 250 gram råmjölk eller mer. Majoriteten av smågrisarna som deltog i försöket fick alltså i sig tillräckligt för att säkerställa en tillräcklig passiv överföring av IgG. Totalt 4 smågrisar som deltog i försöket fick inte i sig någon råmjölk alls. Samtliga dessa överlevde dock till avvänjning. Födelsevikterna var 1,84 kg, 1,83 kg, 1,63 kg och 1,18 kg. Det är möjligt att hög födelsevikt i det här fallet kompenserade för uteblivet råmjölksintag. Enligt Le Dividich *et al.* (2017) är chansen för överlevnad god för en smågris med hög födelsevikt, oavsett råmjölksintag. Stora kullar leder till att grisningen tar längre tid och kultingarna som föds sist får sämre förutsättningar att ta del av den passiva immuniteten (Kielland *et al.* 2015). Mängden IgG i råmjölk minskar över tid (Rooke & Bland 2002). Kultingar som föds sent får då råmjölk med lägre halter IgG vilket kan bidra till ökad risk för dödlighet. Detta har dock inte undersökts i denna studie.

I den här studien kunde ingen positiv korrelation mellan råmjölksintag och överlevnad ses vilket skiljer sig från tidigare studier (Quesnel *et al.* 2012; Gourley

et al. 2020a). Dock var, som tidigare nämnts, djurmaterialet i denna studie begränsat och resultatet ska tolkas med försiktighet. Det finns en korrelation mellan mängden IgG i råmjölk och mängden IgG i smågrisarnas plasma. Ökar mängden IgG i råmjölken kommer även smågrisarnas plasma att innehålla mer IgG och chansen för överlevnad ökar (Kielland *et al.* 2015). Här kan man då anta att det borde finnas en positiv korrelation mellan råmjölkens absorbansvärde och överlevnad. Ett större djurmateriale behövs för att, med större säkerhet, undersöka om så är fallet.

I studien sågs en positiv korrelation mellan suggans ras och smågrisarnas tillväxt, men inte mellan ras och smågrisöverlevnad. Tidigare studier har visat att suggans ras tillsammans med andra miljöfaktorer påverkar metabolinnehållet i råmjölken vilket i sin tur kan ha påverkat smågrisarnas tillväxt och förutsättningar för överlevnad (Amatucci *et al.* 2022). I den här studien var 11 suggor av rasen yorkshire (73,3 %) och resterade fyra, en korsning mellan lantras och yorkshire (26,6 %). Endast 11 av suggorna hade kullar som följdes hela vägen till avvänjning. För att med säkerhet kunna säga något om korrelationen mellan suggans ras och överlevnad och/eller tillväxt hade antalet suggor i studien behövt vara fler.

I studien sågs en positiv korrelation mellan födelsevikt och överlevnad vilket stämmer överens med resultat från flera andra studier (Fix *et al.* 2010; Cabrera *et al.* 2012; Gourley *et al.* 2020a). Smågrisar med högre födelsevikt har alltså större chans att överleva fram till avvänjning. Födelsevikten är dock inte det enda som påverkar smågrisdödligheten utan det finns flera andra faktorer och orsaker.

De vanligaste dödsorsakerna i den här studien var dödfödsel, trauma orsakad av suggan och svält. Enligt Rangstrup-Christensen *et al.* (2018) är de två vanligaste dödsorsakerna bland smågrisar svält och ihjälklämning av suggan. Enligt Kielland *et al.* (2018) är det de tre vanligaste dödsorsakerna svält, ihjälklämning av suggan och dödfödsel. Detta stämmer väl in med dödsorsakerna från den här studien.

Kullstorlek är också en faktor som påverkar smågrisdödligheten då kullstorleken påverkar antalet dödfödda smågrisar (Glastonbury 1976; Nuntapaitoon & Tummaruk 2018). Medelvärdet på antal levande smågrisar per kull i den här studien var 15,1 vilket stämmer överens med det svenska medeltalet som också är 15,1 (Gård & Djurhälsan 2022).

I Sverige ligger smågrisdödligheten i snitt på 16,9 % och den varierar mellan olika gårdar (Gård & Djurhälsan 2022). I den här studien låg smågrisdödligheten på 13,5 %, vilket är lägre än genomsnittet. Det är svårt att säga vad det här kan bero på. Under försökets gång födde två suggor mindre än 10 levande smågrisar. Dessa suggor användes då för kullutjämnning och kan ha räddat mindre, svaga smågrisar som annars skulle ha dött. Totalt flyttades 20 smågrisar från fyra suggor. Att smågrisdödligheten var låg i försöket kan ha påverkat resultatet, då det kan vara svårt att undersöka betydelsen av faktorer som påverkar dödligheten om denna är låg. 13 smågrisar var också dödfödda. Det är viktigt att poängtera att de 13 smågrisar som

var dödfödda har exkluderats när smågrisdödligheten beräknades. Om dessa räknas med blir istället smågrisdödligheten 20,2 %. De dödfödda räknades inte med då de inte fått i sig någon råmjölk och syftet var att undersöka råmjölkskvalité och dess påverkan på dödligheten. Det kan därför vara av intresse att jämföra dödligheten för hela besättningen med studiepopulationen för att se om det stämmer överens.

I studien sågs en positiv korrelation mellan födelsevikt och tillväxt, där smågrisar med högre födelsevikt hade högre tillväxt än smågrisar med låg födelsevikt. Detta stämmer överens med resultat från tidigare studier (Jankowiak *et al.* 2020). Av de 155 smågrisar som följdes fram till avvänjning i studien hade 20 (12,9 %) en födelsevikt på under ett kg, det vill säga 20 smågrisar var underviktiga (Svensson *et al.* 2011). Av dessa avled 14 (70 %) före avvänjning. Den minsta smågrisen som överlevde fram till avvänjning hade en födelsevikt på 0,91 kg och en avvänjningsvikt på 6,2 kg. Tillväxten för denna smågris var i genomsnitt 150 gram/dag vilket är långt under det genomsnitt som rapporteras från andra länder, det vill säga 250–270 gram/dag (King *et al.* 1999).

En normal födelsevikt för en smågris är i genomsnitt 1,4–1,6 kg (Svensson *et al.* 2011). Den genomsnittliga födelsevikt som uppmättes i studien var 1,38 kg, vilket bedöms vara inom ramen för vad som anses vara normalt. Födelsevikten uppmättes i möjligaste mån innan råmjölksintaget. Under insamlingsperioden passades suggorna var 3:e timme under beräknad grisionsdag. Om en sugga hade börjat grisa vid ankomst till grisstallet vägdes de smågrisar som redan fötts, vilket var fallet för nio suggor. Det innebär att vissa smågrisar var upp till 3 timmar gamla vid vägning, vilket gör att de kan ha hunnit dia flera gånger. Detta, kombinerat med att vågen som smågrisarna vägdes med dessutom inte är testad med avseende på precision, kan ha resulterat i att flera smågrisar fått en felaktig födelsevikt registrerad vilket också i sin tur kan ha påverkat resultaten. Vid majoriteten av grisionerna krävdes två besök med tre timmars mellanrum för att väga och märka samtliga smågrisar i kullen, vilket innebär att få grisioner var klara inom tre timmar.

Smågrisens födelsevikt bestäms av flera olika faktorer under dräktigheten såsom antal foster, fostrets position i livmodern, kullnummer, och suggans näringsförsörjning (Le Dividich 1999). Idag föder våra suggor allt fler smågrisar per kull vilket gör att smågrisarna kan få en lägre födelsevikt (Riddersholm *et al.* 2021). Det är möjligt att råmjölksprovtagningen kan ha stört suggan i grisionen och att den därför tagit längre tid. De flesta suggor upplevdes dock väldigt lugna i samband med provtagning då de låg ner vid ankomst och inte reste sig vid inträde till grisionsboxen. De tre som upplevdes stressade vid provtagning och därmed kan ha blivit störda var alla gyltor.

Det sågs inget samband mellan suggans kullnummer, och smågrisarnas tillväxt respektive överlevnad. Tidigare studier visar dock att smågrisar från gyltor har en lägre kroppsvikt vid avvänjning jämfört med smågrisar från äldre suggor (d.v.s. suggor som grisat fyra gånger eller mer; Carney-Hinkle *et al.* 2013). Enligt en studie

gjord av Canario *et al.* (2006) har gyltor och äldre suggor, d.v.s. suggor som grisat fem gånger eller mer, en högre andel dödfödda smågrisar. Detta kan bero på att gyltor och äldre suggor har längre grisningstid (Canario *et al.* 2006), vilket ökar risken för dödfödda kultingar och dystokier. Värt att nämna är dock att i denna studie deltog endast 15 suggor varav 11 av dem följdes fram till avvänjning. Kullnumret varierade mellan 1 och 6 varav 3 (20 %) var gyltor och 5 (33,3 %) av suggorna hade grisat fem gånger eller mer. Antalet suggor i studien är därför för litet för att säkert kunna säga något om den statistiska signifikansen mellan kullnummer och tillväxt respektive dödlighet.

I studien sågs en statistisk signifikans mellan råmjölksintag och tillväxt. Smågrisar som får i sig mycket råmjölk har alltså en signifikant bättre tillväxt jämfört med smågrisar som får i sig lite råmjölk. Detta stämmer överens med en tidigare studie gjord av Decaluwé *et al.* (2014) där man såg en positiv korrelation mellan råmjölksintag och genomsnittlig tillväxt/dag. Det här kan bero på att smågrisar som får i sig mer råmjölk tillfredsställer sitt näringsbehov. De får då tillräckligt med energi för att kunna dia stora mängder (Hurley 2001). Råmjölken förser också smågrisarna med tillväxtfaktorer som stimulerar utvecklingen av tarmkanalen vilket är fördelaktigt för det näringsupptag som sker i tarmen (Xu *et al.* 2000).

Enligt Le Dividich *et al.* (2017) får smågrisar födda från gyltor i sig mindre råmjölk, jämfört med smågrisar födda från äldre suggor. I den här redovisade studien utfördes inga statistiska analyser av sambandet, men av de 42 smågrisar som deltog i studien och som kom från en gylta, fick 32 smågrisar (76,2 %) i sig mindre än 200 gram råmjölk. Det är möjligt att stödutfodring i form av komplement till råmjölk till smågrisar med låg födelsevikt och som inte fått i sig någon eller under 200 gram råmjölk hade lett till en högre genomsnittlig tillväxt för smågrisarna. Praktiskt blir detta kanske svårt att genomföra, då det är resurskrävande och förmodligen svårt att implementera ute i landets besättningar.

Idag föder våra suggor allt större kullar. Större kullar leder till att antalet spenar inte alltid räcker till för smågrisarna. Stora smågrisar har en konkurrensfördel (Devillers *et al.* 2007) vilket kan medföra att de små får i sig mindre råmjölk, och därmed får både sämre tillväxt och överlevnad. Största kullen som deltog i försöket bestod av 21 levande och en dödfödd smågris, vilket då ledde till att fem smågrisar blev utan egen spene under första levnadsdygnet. Då Lövsta tillämpar kullutjämnning för stora kullar, är detta i regel inte ett problem för besättningen förutom vid råmjölksdigivning, då rekommendationen är att smågrisar ska få dia råmjölk i minst 12 timmar innan kullutjämnning påbörjas (Gård & Djurhälsan 2019a). I dagsläget finns det möjlighet att installera automatiska mjölk-koppar och ge artificiell mjölkersättning. Att utfodra med artificiell mjölkersättning minskar smågrisdödligheten när kullen är mycket stor och suggans spenar inte räcker till (Kobek-Kjeldager *et al.* 2020). Mjölkersättningen har dock sämre näringsinnehåll

och innehåller inga antikroppar. Smågrisar som dricker mycket mjölkersättning riskerar att få lägre halt kroppsfett (Kobek-Kjeldager *et al.* 2021) även om andra studier inte har visat detta (Pustal *et al.* 2015). Systemet är också kostsamt och en studie gjord av Rohe & Hessel (2016) visade att det endast lönade sig om 0,65 smågris extra per kull föddes upp på mjölkersättning. Andelen smågrisar med diarré har också setts vara högre bland smågrisar uppfödda på mjölkersättning (Pustal *et al.* 2015). Pustal *et al.* diskuterar om diarrén har orsakats av att smågrisarna diar mindre från suggan och därför inte utvecklar ett lika bra immunförsvar. Man har även diskuterat ett samband med sepsis orsakad av *Klebsiella pneumoniae* (Karl Pedersen, SEGES Innovation, Danmark, personlig kommunikation). Att ha den här typen av utfodring är därför inte en självklarhet.

Den rekommenderade temperaturen i grisningsstallet för en dräktig sugga är 18-20 °C (Gård & Djurhälsan 2019b). Temperaturen i grisningsstallet uppmättes till 22,7 °C vilket är högre än den temperatur som Gård & Djurhälsan rekommenderar. Som tidigare nämnts i litteraturöversikten är temperatur en viktig faktor för smågrisarnas råmjölksintag. En varm smågris behöver inte lägga energi på att hålla sig varm utan kan i stället lägga mer energi på att dia. Det är möjligt att den varma omgivningstemperaturen i stallet kan ha bidragit till att fler smågrisar fått i sig råmjölk och att färre smågrisar, som i ett kallare stall kanske avlidit till följd av svält och nedkylning, överlevt. Små och kalla smågrisar kan därför också vara en anledning till att vissa smågrisar inte fått i sig tillräckligt med råmjölk, då de behövt lägga all energi på att hålla värmen och därför missat digivningar. En högre omgivningstemperatur kan dock påverka saggans aptit negativt (Prunier *et al.* 1997) vilket gör att temperaturen i stallet alltid blir en balansgång mellan saggans och smågrisarnas behov.

Den genomsnittliga tillväxten för smågrisarna i den här studien var 270 gram/dag. Det har varit svårt att hitta någon siffra på den genomsnittliga tillväxten från födsel till avvänjning för de svenska besättningarna, då det är få som väger grisarna vid avvänjning, men enligt de studier som finns varierar smågrisars tillväxt från födsel till avvänjning mellan 250–270 gram/dag (King *et al.* 1999), vilket stämmer bra överens med resultatet från denna studie. I ett examensarbete från 2010 genomfört vid Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap vid Sveriges lantbruksuniversitet uppmättes tillväxten från födsel till avvänjning till mellan 238 och 298 gram/dag (Holmgren & Selin 2010).

Trots att inget samband mellan saggans råmjölkskvalité och smågrisarnas tillväxt kunde påvisas i den här studien går det att diskutera om det ändå finns ett samband mellan dessa, om än hypotetiskt. Ett lägre absorptionsvärde skulle kunna leda till ett sämre immunförsvar då mängden IgG i råmjölken påverkar mängden IgG i smågrisarnas serum (Kielland *et al.* 2015). Ett lägre absorptionsvärde kan då öka risken för att drabbas av infektion, då immunförsvaret inte utvecklas lika väl

(Calderón Díaz *et al.* 2017). En sämre råmjölkskvalité skulle därför kunna påverka smågrisarnas tillväxt negativt.

6. Konklusion

Sammanfattningsvis kunde inget samband mellan råmjölkskvalité och tillväxt respektive överlevnad ses i den här studien. Det behöver dock inte betyda att det inte finns ett samband mellan dessa variabler, men för att ta reda på det krävs att man gör en mer omfattande studie med ett större djurmaterial. Samband mellan tillväxt och/eller överlevnad och andra faktorer såsom födelsevikt, råmjölksintag och moder-ras kunde dock ses. Djurmaterialet för studien var litet och resultaten bör därför inte användas som forskningsunderlag. Studien bör ses som en förstudie och användas som inspiration för vidare forskning på ämnet. Smågrisdödligheten är fortsatt hög i Sverige och mer forskning inom området är viktigt för att få bra produktion och djurvälstånd, och en hållbar ekonomisk situation för grisproduktionen.

Referenser

- Albera, E. & Kankofer, M. (2009). Antioxidants in colostrum and milk of sows and cows. *Reproduction in Domestic Animals*, 44 (4), 606–611. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2007.01027.x>
- Amatucci, L., Luise, D., Correa, F., Bosi, P. & Trevisi, P. (2022). Importance of breed, parity and sow colostrum components on litter performance and health. *Animals: an open access journal from MDPI*, 12 (10), 1230. <https://doi.org/10.3390/ani12101230>
- Balzani, A., Cordell, H.J. & Edwards, S.A. (2016). Evaluation of an on-farm method to assess colostrum IgG content in sows. *Animal*, 10 (4), 643–648. <https://doi.org/10.1017/S1751731115002451>
- Bandrick, M., Ariza-Nieto, C., Baidoo, S.K. & Molitor, T.W. (2014). Colostral antibody-mediated and cell-mediated immunity contributes to innate and antigen-specific immunity in piglets. *Developmental and Comparative Immunology*, 43 (1), 114–120. <https://doi.org/10.1016/j.dci.2013.11.005>
- Beaulieu, A.D., Aalhus, J.L., Williams, N.H. & Patience, J.F. (2010). Impact of piglet birth weight, birth order, and litter size on subsequent growth performance, carcass quality, muscle composition, and eating quality of pork1. *Journal of Animal Science*, 88 (8), 2767–2778. <https://doi.org/10.2527/jas.2009-2222>
- Burton, K.A. & Smith, M.W. (1977). Endocytosis and immunoglobulin transport across the small intestine of the new-born pig. *The Journal of Physiology*, 270 (2), 473–488
- Cabrera, R., Lin, X., Ashwell, M., Moeser, A. & Odle, J. (2013). Early postnatal kinetics of colostrum immunoglobulin G absorption in fed and fasted piglets and developmental expression of the intestinal immunoglobulin G receptor. *Journal of Animal Science*, 91 (1), 211–218. <https://doi.org/10.2527/jas.2011-4426>
- Cabrera, R.A., Lin, X., Campbell, J.M., Moeser, A.J. & Odle, J. (2012). Influence of birth order, birth weight, colostrum and serum immunoglobulin G on neonatal piglet survival. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 3 (1), 42. <https://doi.org/10.1186/2049-1891-3-42>
- Calderón Díaz, J.A., Diana, A., Boyle, L.A., Leonard, F.C., McElroy, M., McGettrick, S., Moriarty, J. & García Manzanilla, E. (2017). Delaying pigs from the normal production flow is associated with health problems and poorer performance. *Porcine Health Management*, 3 (1), 13. <https://doi.org/10.1186/s40813-017-0061-6>
- Canario, L., Cantoni, E., Le Bihan, E., Caritez, J.C., Billon, Y., Bidanel, J.P. & Foulley, J.L. (2006). Between-breed variability of stillbirth and its relationship with sow and

- piglet characteristics. *Journal of Animal Science*, 84 (12), 3185–3196.
<https://doi.org/10.2527/jas.2005-775>
- Carney-Hinkle, E.E., Tran, H., Bundy, J.W., Moreno, R., Miller, P.S. & Burkey, T.E. (2013). Effect of dam parity on litter performance, transfer of passive immunity, and progeny microbial ecology. *Journal of Animal Science*, 91 (6), 2885–2893.
<https://doi.org/10.2527/jas.2011-4874>
- Chase, C. & Lunney, J.K. (2019). Immune system. I: Zimmerman, J.J., Karki, L.A., Ramirez, A., Schwartz, K.J., Stevenson, G.W. & Zhang, J. (red.) *Diseases of Swine*. 11th ed. Wiley-Blackwell.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epub/10.1002/9781119350927> [2022-11-10]
- Chucrí, T.M., Monteiro, J.M., Lima, A.R., Salvadori, M.L.B., Junior, J.R.K. & Miglino, M.A. (2010). A review of immune transfer by the placenta. *Journal of Reproductive Immunology*, 87 (1), 14–20. <https://doi.org/10.1016/j.jri.2010.08.062>
- Decaluwé, R., Maes, D., Wuyts, B., Cools, A., Piepers, S. & Janssens, G.P.J. (2014). Piglets' colostrum intake associates with daily weight gain and survival until weaning. *Livestock Science*, 162, 185–192. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2014.01.024>
- 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., Milgen, J., Prunier, A. & Le Dividich, J. (2004). Estimation of colostrum intake in the neonatal pig. *Animal Science*, 78, 305–313.
<https://doi.org/10.1017/S1357729800054096>
- Difilippo, E., Pan, F., Logtenberg, M., Willems, R. (H. A.M.), Braber, S., Fink-Gremmels, J., Schols, H.A. & Gruppen, H. (2016). Milk oligosaccharide variation in sow milk and milk oligosaccharide fermentation in piglet intestine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 64 (10), 2087–2093. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.6b00497>
- Dividich, J.L., Rooke, J.A. & Herpin, P. (2005). Nutritional and immunological importance of colostrum for the new-born pig. *The Journal of Agricultural Science*, 143 (6), 469–485. <https://doi.org/10.1017/S0021859605005642>
- Edwards, S.A. (2002). Perinatal mortality in the pig: environmental or physiological solutions? *Livestock Production Science*, 78 (1), 3–12. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(02\)00180-X](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(02)00180-X)
- Ellendorff, F., Forsling, M.L. & Poulain, D.A. (1982). The milk ejection reflex in the pig. *The Journal of Physiology*, 333, 577–594.
<https://doi.org/10.1113/jphysiol.1982.sp014470>
- Eriksson, I. (2021). *Internationella rapporten 2021 (InterPig)*. Gård & Djurhälsan på uppdrag av LRF Kött. <https://www.gardochdjurhalsan.se/wp-content/uploads/2021/12/Internationella-rapporten-2021-v2.pdf> [2022-09-28]
- Evans, P.A., Newby, T.J., Stokes, C.R. & Bourne, F.J. (1982). A study of cells in the mammary secretions of sows. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 3 (5), 515–527. [https://doi.org/10.1016/0165-2427\(82\)90017-4](https://doi.org/10.1016/0165-2427(82)90017-4)

- Fix, J.S., Cassady, J.P., Holl, J.W., Herring, W.O., Culbertson, M.S. & See, M.T. (2010). Effect of piglet birth weight on survival and quality of commercial market swine. *Livestock Science*, 132 (1), 98–106. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.05.007>
- Fraser, D. (1984). Some factors influencing the availability of colostrum to piglets. *Animal Science*, 39 (1), 115–123. <https://doi.org/10.1017/S0003356100027689>
- Fraser, D. & Morley Jones, R. (1975). The "teat order" of suckling pigs. 1. Relation to birth weight and subsequent growth. *Journal of Agricultural Science (UK)*, 387–391.
- Fraser, D. & Rushen, J. (1992). Colostrum intake by newborn piglets. *Canadian Journal of Animal Science*, 72 (1), 1–13.
- Geiger, A.J. (2020). Colostrum: back to basics with immunoglobulins. *Journal of Animal Science*, 98 (Suppl 1), S126–S132. <https://doi.org/10.1093/jas/skaa142>
- Glastonbury, J.R.W. (1976). A survey of preweaning mortality in the pig. *Australian Veterinary Journal*, 52 (6), 272–276. <https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.1976.tb00105.x>
- Gopal, P.K. & Gill, H.S. (2000). Oligosaccharides and glycoconjugates in bovine milk and colostrum. *British Journal of Nutrition*, 84 (S1), 69–74. <https://doi.org/10.1017/S0007114500002270>
- Gourley, K.M., Calderon, H.I., Woodworth, J.C., DeRouchey, J.M., Tokach, M.D., Dritz, S.S. & Goodband, R.D. (2020a). Sow and piglet traits associated with piglet survival at birth and to weaning. *Journal of Animal Science*, 98 (6), skaa187. <https://doi.org/10.1093/jas/skaa187>
- Gourley, K.M., DeRouchey, J.M., Tokach, M.D., Dritz, S.S., Goodband, R.D. & Woodworth, J.C. (2020b). Associations between piglet umbilical blood hematological criteria, birth order, birth interval, colostrum intake, and piglet survival. *Journal of Animal Science*, 98 (10), skaa329. <https://doi.org/10.1093/jas/skaa329>
- Gård & Djurhålsan (2019a). *Kullutjämnning*. <https://www.gardochdjurhalsan.se/wp-content/uploads/2019/01/kullutjamning.pdf> [2022-11-28]
- Gård & Djurhålsan (2019b). *Termisk komfort i grisstallar*. [gardochdjurhalsan.se](https://www.gardochdjurhalsan.se/stalltips/). <https://www.gardochdjurhalsan.se/stalltips/> [2022-11-12]
- Gård & Djurhålsan (2022). *Smågrisproduktion - årsmedeltal*. WinPig Support. <https://www.gardochdjurhalsan.se/wp-content/uploads/2022/04/Smagrisprod-medeltal-2021.pdf> [2022-09-29]
- Hanna Instruments (2015). *Digital Refractometer Catalog*. [Broschyr]. [2022-11-03]
- 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>
- Hasan, S.M.K., Junnikkala, S., Valros, A., Peltoniemi, O. & Oliviero, C. (2016). Validation of Brix refractometer to estimate colostrum immunoglobulin G content and composition in the sow. *Animal*, 10 (10), 1728–1733. <https://doi.org/10.1017/S1751731116000896>

- Herpin, P., Damon, M. & Le Dividich, J. (2002). Development of thermoregulation and neonatal survival in pigs. *Livestock Production Science*, 78 (1), 25–45. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(02\)00183-5](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(02)00183-5)
- Holm & Laue (2021). *Brix Refractometer - Colostrum quality and more*. <https://www.holm-laue.com/brix-refraktometer/?language=en> [2022-10-02]
- Holmgren, L. & Selin, E. (2010). *Den låga födelseviktens påverkan på tillväxt och avvänjningsvikt hos smågrisar*. (Självständigt arbete). Sveriges lantbruksuniversitet, Lantmästarprogrammet. <https://stud.epsilon.slu.se/1983/> [2022-11-28]
- Hurley, W.L. (2001). Mammary gland growth in the lactating sow. *Livestock Production Science*, 70 (1), 149–157. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(01\)00208-1](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(01)00208-1)
- Inoue, T., Kitano, K. & Inoue, K. (1980). Possible factors influencing the immunoglobulin G concentration in swine colostrum. *American Journal of Veterinary Research*, 41 (7), 1134–1136.
- Jahan, M., Francis, N. & Wang, B. (2020). Milk lactoferrin concentration of primiparous and multiparous sows during lactation. *Journal of Dairy Science*, 103 (8), 7521–7530. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18148>
- Jankowiak, H., Balogh, P., Cebulska, A., Vaclavkova, E., Bocian, M. & Reszka, P. (2020). Impact of piglet birth weight on later rearing performance. *Veterinárni Medicína*, 65 (No. 11), 473–479. <https://doi.org/10.17221/117/2020-VETMED>
- Justiz Vaillant, A.A., Jamal, Z. & Ramphul, K. (2022). Immunoglobulin. I: *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK513460/> [2022-09-09]
- Kielland, C., Rootwelt, V., Reksen, O. & Framstad, T. (2015). The association between immunoglobulin G in sow colostrum and piglet plasma. *Journal of Animal Science*, 93 (9), 4453–4462. <https://doi.org/10.2527/jas.2014-8713>
- Kielland, C., Wisløff, H., Valheim, M., Fauske, A.K., Reksen, O. & Framstad, T. (2018). Preweaning mortality in piglets in loose-housed herds: etiology and prevalence. *Animal: An International Journal of Animal Bioscience*, 12 (9), 1950–1957. <https://doi.org/10.1017/S1751731117003536>
- King, R.H., Le Dividich, J. & Dunshea, F.R. (1999). Lactation and neonatal growth. I: Kyriazakis, L. (red.) *A Quantitative Biology of the Pig*. Wallington, Oxon: CAB International. 155–180. <https://www.scribd.com/doc/134446343/A-Quantitative-Biology-of-the-Pig> [2022-11-28]
- Klobasa, F., Werhahn, E. & Butler, J.E. (1987). Composition of sow milk during lactation. *Journal of Animal Science*, 64 (5), 1458–1466.
- Kobek-Kjeldager, C., Moustsen, V.A., Pedersen, L.J. & Theil, P.K. (2021). Impact of litter size, supplementary milk replacer and housing on the body composition of piglets from hyper-prolific sows at weaning. *Animal*, 15 (1), 100007. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2020.100007>
- Kobek-Kjeldager, C., Moustsen, V.A., Theil, P.K. & Pedersen, L.J. (2020). Effect of litter size, milk replacer and housing on production results of hyper-prolific sows. *Animal*, 14 (4), 824–833. <https://doi.org/10.1017/S175173111900260X>

- Krystel-Whittemore, M., Dileepan, K.N. & Wood, J.G. (2015). Mast cell: a multi-functional master cell. *Frontiers in Immunology*, 6. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2015.00620>
- Le Dividich, J. (1999). A review - neonatal and weaner pig: management to reduce variation. *Biennial conference of the Australian Pig Science Association*, 1999, 135–155.
- Le Dividich, J., Charneca, R. & Thomas, F. (2017). Relationship between birth order, birth weight, colostrum intake, acquisition of passive immunity and pre-weaning mortality of piglets. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 15, e0603. <https://doi.org/10.5424/sjar/2017152-9921>
- Le Dividich, J. & Noblet, J. (1981). Colostrum intake and thermoregulation in the neonatal pig in relation to environmental temperature. *Biology of the Neonate*, 40, 167–74. <https://doi.org/10.1159/000241486>
- Leonard, S.G., Sweeney, T., Bahar, B., Lynch, B.P. & O’Doherty, J.V. (2010). Effect of maternal fish oil and seaweed extract supplementation on colostrum and milk composition, humoral immune response, and performance of suckled piglets. *Journal of Animal Science*, 88 (9), 2988–2997. <https://doi.org/10.2527/jas.2009-2764>
- Lewis, N.J. & Hurnik, J.F. (1985). The development of nursing behaviour in swine. *Applied Animal Behaviour Science*, 14 (3), 225–232. [https://doi.org/10.1016/0168-1591\(85\)90003-6](https://doi.org/10.1016/0168-1591(85)90003-6)
- Linzell, J.L. (1955). Some observations on the contractile tissue of the mammary glands. *The Journal of Physiology*, 130 (2), 257–267. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1955.sp005408>
- Loisel, F., Farmer, C., van Hees, H. & Quesnel, H. (2015). Relative prolactin-to-progesterone concentrations around farrowing influence colostrum yield in primiparous sows. *Domestic Animal Endocrinology*, 53, 35–41. <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2015.04.005>
- Markowska-Daniel, I., And, D. & Pomorska-Mól, M. (2010). Shifts in immunoglobulins levels in the porcine mammary secretions during whole lactation period. *Bulletin-Veterinary Institute in Pulawy*, 54, 345–349.
- Martinsson, K. (1972). Mammary secretion of IgG in sows. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 13 (2), 191–196.
- Masson, P.L., Heremans, J.F. & Dive, C.H. (1966). An iron-binding protein common to many external secretions. *Clinica Chimica Acta*, 14 (6), 735–739. [https://doi.org/10.1016/0009-8981\(66\)90004-0](https://doi.org/10.1016/0009-8981(66)90004-0)
- Milon, A., Aumaitre, A., Le Dividich, J., Franz, J. & Metzger, J.J. (1983). Influence of birth prematurity on colostrum composition and subsequent immunity of piglets. *Annales de recherches vétérinaires*, 14 (4), 533–540.
- Monaco, M.H., Gronlund, D.E., Bleck, G.T., Hurley, W.L., Wheeler, M.B. & Donovan, S.M. (2005). Mammary specific transgenic over-expression of insulin-like growth factor-I (IGF-I) increases pig milk IGF-I and IGF binding proteins, with no effect on

- milk composition or yield. *Transgenic Research*, 14 (5), 761–773.
<https://doi.org/10.1007/s11248-005-7219-8>
- Naidu, A.S. (2000). Lactoperoxidase. I: Naidu, A.S. (red.) *Natural Food Antimicrobial Systems*. 1st edition. Boca Raton, Florida: CRC Press. 103–132. [2022-09-26]
- Nguyen, T.V., Yuan, L., Azevedo, M.S.P., Jeong, K.-I., Gonzalez, A.-M. & Saif, L.J. (2007). Transfer of maternal cytokines to suckling piglets: in vivo and in vitro models with implications for immunomodulation of neonatal immunity. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 117 (3–4), 236–248.
<https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2007.02.013>
- Nuntapaitoon, M. (2022). Colostrum and milk in sow. I: Chaiyabutr, N. (red.) *Milk Protein - New Research Approaches*. IntechOpen. 1–21.
<https://doi.org/10.5772/intechopen.102890>
- Nuntapaitoon, M., Juthamane, P., Theil, P.K. & Tummaruk, P. (2020). Impact of sow parity on yield and composition of colostrum and milk in Danish Landrace × Yorkshire crossbred sows. *Preventive Veterinary Medicine*, 181, 105085.
<https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2020.105085>
- Nuntapaitoon, M., Muns, R., Theil, P.K. & Tummaruk, P. (2018). L-arginine supplementation in sow diet during late gestation decrease stillborn piglet, increase piglet birth weight and increase immunoglobulin G concentration in colostrum. *Theriogenology*, 121, 27–34. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2018.08.012>
- Nuntapaitoon, M., Suwimonteerabutr, J., Am-In, N., Tienthai, P., Chuesiri, P., Kedkovid, R. & Tummaruk, P. (2019). Impact of parity and housing conditions on concentration of immunoglobulin G in sow colostrum. *Tropical Animal Health and Production*, 51 (5), 1239–1246. <https://doi.org/10.1007/s11250-019-01816-2>
- Nuntapaitoon, M. & Tummaruk, P. (2018). Factors influencing piglet pre-weaning mortality in 47 commercial swine herds in Thailand. *Tropical Animal Health and Production*, (50), 129–135.
- Pedersen, M.L., Moustsen, V.A., Nielsen, M.B.F. & Kristensen, A.R. (2011). Improved udder access prolongs duration of milk letdown and increases piglet weight gain. *Livestock Science*, 140 (1), 253–261. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2011.04.001>
- Prunier, A., de Bragança, M.M. & Le Dividich, J. (1997). Influence of high ambient temperature on performance of reproductive sows. *Livestock Production Science*, 52 (2), 123–133. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(97\)00137-1](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(97)00137-1)
- Pustal, J., Traulsen, I., Preißler, R., Müller, K., Beilage, T. große, Börries, U. & Kemper, N. (2015). Providing supplementary, artificial milk for large litters during lactation: effects on performance and health of sows and piglets: a case study. *Porcine Health Management*, 1, 13. <https://doi.org/10.1186/s40813-015-0008-8>
- Quensel, H., Farmer, C. & Thiel, P.K. (2015). Colostrum and milk production. I: Farmer, C. (red.) *The Gestating and Lactating Sow*. 173–192. https://doi.org/10.3920/978-90-8686-803-2_8

- Quesnel, H. (2011). Colostrum production by sows: variability of colostrum yield and immunoglobulin G concentrations. *Animal*, 5 (10), 1546–1553.
<https://doi.org/10.1017/S175173111100070X>
- Quesnel, H., Farmer, C. & Devillers, N. (2012). Colostrum intake: Influence on piglet performance and factors of variation. *Livestock Science*, 146 (2), 105–114.
<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2012.03.010>
- Rangstrup-Christensen, L., Schild, S.-L.A., Pedersen, L.J. & Sørensen, J.T. (2018). Causes of preweaning mortality in organic outdoor sow herds. *Research in Veterinary Science*, 118, 171–180. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2018.02.010>
- Riddersholm, K.V., Bahnsen, I., Bruun, T.S., de Knecht, L.V. & Amdi, C. (2021). Identifying risk factors for low piglet birth weight, high within-litter variation and occurrence of intrauterine growth-restricted piglets in hyperprolific sows. *Animals : an Open Access Journal from MDPI*, 11 (9), 2731. <https://doi.org/10.3390/ani11092731>
- Rohe, A. & Hessel, E. (2016). An economical assessment of providing suckling piglets with supplementary milk and prestarter. *Landtechnik*, (71 (3)), 118–129.
<https://doi.org/10.1515/lt.2016.3129>
- Rooke, J.A. & Bland, I.M. (2002). The acquisition of passive immunity in the new-born piglet. *Livestock Production Science*, 78 (1), 13–23. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(02\)00182-3](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(02)00182-3)
- Sjaastad, O., Hove, K. & Sand, O. (2016a). Immunology. I: *Physiology of Domestic Animals*. 3rd edition. Scandinavian Veterinary Press. 392–424. [2022-09-25]
- Sjaastad, O., Hove, K. & Sand, O. (2016b). Lactation. I: *Physiology of Domestic Animals*. 3rd edition. Scandinavian Veterinary Press. 852–876. [2022-09-26]
- Soloff, M.S. (1982). Oxytocin receptors and mammary myoepithelial cells. *Journal of Dairy Science*, 65 (2), 326–337. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(82\)82194-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(82)82194-2)
- Somnavilla, R., Dalla Costa, O.A., Aparecida Honorato, L., Cardoso, C.S. & Hötzel, M.J. (2015). Teat order affects postweaning behaviour in piglets Teat order affects postweaning behaviour in piglets. *Animal Production*, (9), 1660–1666.
<http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20141512>
- Speer, V.C., Brown, H., Quinn, L. & Catron, D.V. (1959). The cessation of antibody absorption in the young pig. *The Journal of Immunology*, 83 (6), 632–634.
- Stirling, C.M.A., Charleston, B., Takamatsu, H., Claypool, S., Lencer, W., Blumberg, R.S. & Wileman, T.E. (2005). Characterization of the porcine neonatal Fc receptor--potential use for trans-epithelial protein delivery. *Immunology*, 114 (4), 542–553.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2567.2004.02121.x>
- Stokes, C.R., Bailey, M., Haverson, K., Harris, C., Jones, P., Inman, C., Pié, S., Oswald, I.P., Williams, B.A., Akkermans, A.D.L., Sowa, E., Rothkötter, H.-J. & Miller, B.G. (2004). Postnatal development of intestinal immune system in piglets: implications for the process of weaning. *Animal Research*, 53 (4), 325–334.
<https://doi.org/10.1051/animres:2004020>
- Svensson, J., Ohlsson, V. & Mattsson, B. (2011). Kan grisar med låg födelsevikt bli lönsamma tillväxt- och slaktgrisar? *SvenskaPig*, (49).

- Tan, L., Wei, T., Yuan, A., He, J., Liu, J., Xu, D. & Yang, Q. (2017). Dietary Supplementation of Astragalus polysaccharides enhanced immune components and growth factors EGF and IGF-1 in sow colostrum. *Journal of Immunology Research*, 2017, 1–6. <https://doi.org/10.1155/2017/9253208>
- Tan, T.J., Schober, D.A. & Simmen, F.A. (1990). Fibroblast mitogens in swine milk include an epidermal growth factor-related peptide. *Regulatory Peptides*, 27 (1), 61–74. [https://doi.org/10.1016/0167-0115\(90\)90205-B](https://doi.org/10.1016/0167-0115(90)90205-B)
- Taverne, M., Bevers, M., Bradshaw, J.M.C., Dieleman, S.J., Willemsse, A.H. & Porter, D.G. (1982). Plasma concentrations of prolactin, progesterone, relaxin and oestradiol-17 β in sows treated with progesterone, bromocriptine or indomethacin during late pregnancy. *Reproduction*, 65 (1), 85–96. <https://doi.org/10.1530/jrf.0.0650085>
- Theil, P., Nielsen, M., Sorensen, M. & Lauridsen, C. (2012). Lactation, milk and suckling. I: Bach Knudsen, K.E., Kjeldsen, N.J., Poulsen, H.D. & Jensen, B.B. *Nutritional Physiology of Pigs - with Emphasis on Danish Production Conditions*. 1–49.
- Tizard, I.R. (2018a). Antibodies: Soluble antigen receptors. I: *Veterinary Immunology*. 10th edition. St. Louis, Missouri: Elsevier. 162–172.
- Tizard, I.R. (2018b). Humoral innate immunity: Inflammatory mediators. I: *Veterinary Immunology*. 10th edition. St. Louis, Missouri: Elsevier. 18–25.
- Tizard, I.R. (2018c). Immunity at body surfaces. I: *Veterinary Immunology*. 10th edition. St. Louis, Missouri: Elsevier. 234–246.
- Tizard, I.R. (2018d). Immunity in the fetus and newborn. I: *Veterinary Immunology*. 10th edition. St. Louis, Missouri: Elsevier. 247–260.
- Tizard, I.R. (2018e). Mast cells and eosinophil-mediated hypersensitivity. I: *Veterinary Immunology*. 10th edition. St. Louis, Missouri: Elsevier. 324–334.
- Trevisi, P., Luise, D., Won, S., Salcedo, J., Bertocchi, M., Barile, D. & Bosi, P. (2020). Variations in porcine colostrum oligosaccharide composition between breeds and in association with sow maternal performance. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 11, 21. <https://doi.org/10.1186/s40104-020-0430-x>
- Tucker, B.S., Petrovski, K.R. & Kirkwood, R.N. (2022). Neonatal piglet temperature changes: effect of intraperitoneal warm saline injection. *Animals: an Open Access Journal from MDPI*, 12 (10), 1312. <https://doi.org/10.3390/ani12101312>
- Wei, J., Wang, Z.A., Wang, B., Jahan, M., Wang, Z., Wynn, P.C. & Du, Y. (2018). Characterization of porcine milk oligosaccharides over lactation between primiparous and multiparous female pigs. *Scientific Reports*, 8 (1), 4688. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-23025-x>
- Williams, P.P. (1993). Immunomodulating effects of intestinal absorbed maternal colostrum leukocytes by neonatal pigs. *Canadian Journal of Veterinary Research = Revue canadienne de recherche vétérinaire*, 57 (1), 1–8
- Xu, R.J., Sangild, P.T., Zhang, Y.Q. & Zhang, S.H. (2002). Bioactive compounds in porcine colostrum and milk and their effects on intestinal development in neonatal

- pigs. I: Zabielski, R., Gregory, P.C., Weström, B., & Salek, E. (red.) *Biology of Growing Animals*. Elsevier. 169–192. [https://doi.org/10.1016/S1877-1823\(09\)70121-3](https://doi.org/10.1016/S1877-1823(09)70121-3)
- Xu, R.J., Wang, F. & Zhang, S.H. (2000). Postnatal adaptation of the gastrointestinal tract in neonatal pigs: a possible role of milk-borne growth factors. *Livestock Production Science*, 66 (2), 95–107. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(00\)00217-7](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(00)00217-7)
- Zhou, Q., He, R.G., Li, X. & Liao, S.R. (2003). Protease inhibitors in porcine colostrum: potency assessment and initial characterization. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 16 (12), 1822–1829. <https://doi.org/10.5713/ajas.2003.1822>
- Zoric, M., Nilsson, E., Lundeheim, N. & Wallgren, P. (2009). Incidence of lameness and abrasions in piglets in identical farrowing pens with four different types of floor. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 51 (1), 23. <https://doi.org/10.1186/1751-0147-51-23>
- Zou, S., McLaren, D.G. & Hurley, W.L. (1992). Pig colostrum and milk composition: comparisons between Chinese Meishan and US breeds. *Livestock Production Science*, 30 (1), 115–127. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(05\)80024-7](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(05)80024-7)

Populärvetenskaplig sammanfattning

I den svenska grisuppfödningen dör ca 17 % av smågrisarna mellan födsel och avvänjning, som sker vid fem veckors ålder. Det har forskats mycket på området men trots det fortsätter dödligheten att vara hög. Råmjölk är mycket viktigt för smågrisen då den föds helt utan förmåga att försvara sig mot bakterier och virus i omgivningen. Råmjölken behövs för att smågrisen ska få energi till att utveckla ett immunförsvar och få en bra start i livet. Med råmjölkskvalité menas hur stor procent av råmjölken som består av antikroppar (främst immunglobulin G). Mängden antikroppar i suggans råmjölk kan påverkas av flera olika saker, till exempel suggans ras, diet, hur de bor och hur många kullar suggan haft tidigare. Hur mycket råmjölk smågrisen sedan får i sig efter födseln kan påverkas av smågrisens födelsevikt, kroppstemperatur, hur de bor samt hur många smågrisar det var i kullen. Trots att råmjölken är så viktig för smågrisen saknas studier på hur råmjölkskvalitén påverkar smågrisarnas tillväxt och överlevnad.

Syftet med den här studien var därför att undersöka om suggans råmjölkskvalité påverkade smågrisarnas tillväxt och överlevnad. 15 suggor och deras 210 smågrisar deltog i studien. Studien utfördes på en forskningsanläggning för lantbrukets djur, Lövsta forskningsanläggning, Uppsala. I studien mättes mängden antikroppar i råmjölken med en Brixrefraktometer. Alla smågrisar som deltog i försöket och som dog under första levnadsveckan obducerades.

Mängden antikroppar i råmjölken varierade mellan 20,9 % och 43,3 %. Födelsevikten varierade mellan 0,5 kg och 2,28 kg. Medelvärdet för födelsevikt var 1,38 kg. Smågrisarnas råmjölksintag varierade mellan ingenting (0 gram) och 572,6 gram. Antal smågrisar som dog mellan födsel och avvänjning var 13,5 %. Tillväxten varierade mellan 0,08 kg/dag och 0,49 kg/dag, med ett medelvärde på 0,27 kg/dag. Huruvida det fanns ett samband mellan råmjölkskvalité och smågrisarnas tillväxt och överlevnad undersöktes med en regressionsanalys. Vanligaste dödsorsakerna var svält, dödfödsel och skador orsakade av suggan.

I studien sågs inget samband mellan mängden antikroppar i råmjölken och smågrisarnas tillväxt och överlevnad, dock kunde ett samband mellan smågrisarnas födelsevikt och deras tillväxt och överlevnad ses. Smågrisar med en högre födelsevikt hade högre tillväxt och större chans att överleva jämfört med smågrisar med lägre födelsevikt. Det fanns också ett samband mellan suggans ras och smågrisarnas tillväxt. Smågrisar födda från en sugga av rasen lantras/yorkshire hade en högre

tillväxt än smågrisar födda från suggor av rasen yorkshire. Det fanns även ett samband mellan smågrisarnas råmjölksintag och tillväxt. Smågrisar som fått i sig mer råmjölk hade bättre tillväxt än smågrisar som fått i sig mindre råmjölk.

Det är dock viktigt att komma ihåg att antal djur som deltog i studien är få och resultaten är därför inte helt pålitliga, och de bör inte användas som beslutsunderlag. Studien kan användas som inspiration till vidare forskning.

Tack

Jag vill rikta ett stort tack till min pappa Per-Johan Skans som tålmodigt följt med mig ut till Lövsta grisstall många sena kvällar under insamlingsperioden utan att klaga. Stort tack även till Anders Ågren (Professor emeritus i statistik, Uppsala universitet, Statistiska Institutionen) för ditt engagemang och fantastiska hjälp med mina statistiska analyser. Tack även till personalen på Lövsta grisstall.

Jag vill också tacka Magdalena Jacobson (handledare) och Anna Carlertz (biträdande handledare) för all stöttning under arbetets gång.

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. **Som student äger du upphovsrätten** till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Även om du inte publicerar fulltexten kommer den arkiveras digitalt. Om fler än en person har skrivit arbetet gäller krysset för samtliga författare. Läs om SLU:s publiceringsavtal här:

- <https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

JA, jag ger härmed min tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

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