Støttet af:

# RESPONS AF LYSIN TIL DIEGIVENDE SØER VED KONSTANT PROTEINNIVEAU

MEDDELELSE NR. 1151

På baggrund af nærværende afprøvning er normer for aminosyrer og protein til diegivende søer verificeret, idet afprøvningen viste, at nuværende aminosyreprofil gav maksimal kuldtilvækst.


INSTITUTION: SEGES SVINEPRODUKTION, DEN RULLENDE AFPRØVNING

FORFATTER: CAMILLA KAAE HØJGAARD, PETER KAPPEL THEIL[1], THOMAS SØNDERBY BRUUN

[1] INSTITUT FOR HUSDYRVIDENSKAB, AARHUS UNIVERSITET



UDGIVET: 11. DECEMBER 2018

Dyregruppe: Søer

Fagområde: Ernæring


## Sammendrag


Afprøvningen havde til formål at undersøge, hvilket niveau af fordøjeligt lysin der var nødvendigt til diegivende søer for at nå maksimal udnyttelse af de øvrige essentielle aminosyrer, når disse blev holdt på et konstant niveau. Afprøvningen blev gennemført med seks grupper i et dosis-responsdesign, hvor niveauet af fordøjeligt lysin blev forøget i intervallet 5,4-10,0 g pr. FEso. Både kuldtilvækst og søernes vægttab indgik i vurderingen af det optimale forhold mellem lysin og de øvrige aminosyrer.

Afprøvningen viste, at den daglige kuldtilvækst blev maksimeret, når diegivningsfoderet indeholdt 7,4-7,9 g fordøjeligt lysin pr. FEso, alt efter om knækpunktet blev estimeret med en broken-line model eller en kurvelineær model. Ved eller over dette lysinniveau var den daglige kuldtilvækst 2,9 kg pr. dag for 1. kuldssøer og 3,4 kg pr. dag for øvrige søer. Desuden blev det bestemt, at det krævede 8,3 g fordøjeligt lysin pr. FEso for at minimere søernes vægttab. De øvrige resultater viste, at efterfølgende reproduktion ikke blev påvirket af foderets indhold af lysin.

Samlet set viste afprøvningen, at der ikke blev opnået en øget daglig kuldtilvækst, når foderets indhold af fordøjeligt lysin blev øget ud over den aminosyreprofil, som normen foreskriver. Der blev ikke fundet

en forøgelse af den daglige kuldtilvækst, når tildelingen af fordøjeligt lysin oversteg 7,4 g pr. FEso, hvilket indikerer, at ved dette niveau af fordøjeligt lysin var der tilstrækkeligt med lysin til at opnå maksimal udnyttelse af de øvrige aminosyrer. Idet indholdet af fordøjeligt treonin i alle grupper lå 6 % under gældende norm, kunne det ikke udelukkes, at dette kunne have påvirket søernes respons på lysin. Den faglige vurdering af resultaterne medførte derfor, at normerne for alle aminosyrer til diegivende søer blev fastholdt, både i g pr. FEso og i procent af lysin, idet aminosyreprofilen opnået ved maksimal kuldtilvækst stort set svarede til den aminosyreprofil, der anbefales i gældende normer.

Afprøvningens resultater blev forelagt Normudvalget, som på baggrund af dette valgte at fastholde gældende norm til diegivende søer, og resultaterne fra nærværende afprøvning bør således ikke tages direkte i anvendelse, idet der i stedet henvises til Normer for Næringsstoffer.

# Baggrund

Den stigende produktivitet i form af stigende kuldstørrelse og flere fravænnede grise pr. kuld de seneste årtier [1-3] har medført, at de diegivende søers behov for aminosyrer til mælkeproduktion har været stigende [4]. Minimumsnormerne for protein og aminosyrer blev i 2015 øget markant, idet en afprøvning viste, at den daglige kuldtilvækst var signifikant højere og søernes vægttab lavere, når foderets indhold af fordøjeligt protein blev øget med 14 %, og indholdet af aminosyrer blev øget med 16 % i forhold til daværende norm [5]. I forbindelse med fastlæggelsen af de nye normer i 2015 blev aminosyreprofilen ikke ændret, men i 2017 viste en anden afprøvning [6], at det var muligt at reducere både leucin, valin og histidin i forhold til tidligere normer til diegivende søer [7]. I et amerikansk forsøg, hvor søerne havde et moderat vægttab i diegivningsperioden, vurderede Kim et al. (2009), at lysin var den førstbegrænsende aminosyre [8]. Dette vægttab var sammenligneligt med det fundne i de seneste danske afprøvninger, hvorfor lysin vurderes ligeledes at kunne være den først begrænsende aminosyre i foderet til danske søer [6,9].

Et gennemført forsøg med relativt få søer har tidligere vist, at kuldtilvæksten ikke blev ændret, når diegivningsfoderets indhold af fordøjeligt lysin blev reduceret med 20 %, uden at indholdet af øvrige aminosyrer blev ændret [10]. Det var imidlertid interessant, at søernes mobilisering næsten blev fordoblet (numerisk), når foderets lysinindhold blev reduceret. En tidligere afprøvning [5] bekræftede ligeledes, at kuldtilvæksten maksimeredes, inden vægttabet minimeredes, hvilket i praksis betød, at søerne mobiliserede fra kroppens proteinreserver for at kompensere for en marginal mangel på lysin til mælkeproduktionen. De fleste forsøg, der har undersøgt effekten af et stigende lysinindhold i foderet, havde for at overholde de øvrige aminosyrers forhold til lysin, et samtidigt stigende niveau af protein i foderet [5,11-14]. Desuden har indholdet af andre aminosyrer end lysin typisk udgjort en større andel af lysin end i den nyeste danske norm, fordi de fulgte NRC's anbefalede aminosyreprofil fra 1998 [15]. I disse forsøg har lysin derfor sandsynligvis været den mest begrænsende aminosyre. Dette kunne være årsagen til, at det i et udenlandsk forsøg med søer, der fravænnede 11 grise, blev påvist, at vægttabet i diegivningsperioden blev reduceret alene ved at øge lysinkoncentrationen ved to

forskellige niveauer af protein, selv om der ikke var effekt på kuldtilvæksten [16]. Sidstnævnte forsøg indikerede, at vægttabet måske var en bedre markør for, om lysintilførslen er tilstrækkelig til at udnytte alle de andre aminosyrer maksimalt. Da alle aminosyrer sættes i forhold til lysin er det væsentligt, at netop forholdet mellem lysin og de antageligt næstbegrænsende aminosyrer [8] er præcist bestemt.

En samlet vurdering af resultaterne opnået i de seneste afprøvninger vedrørende protein og aminosyrer til diegivende søer [5,6,9] vidner om, at det var lysin, og ikke protein, som med stor sandsynlighed var begrænsende for kuldtilvæksten i afprøvningen gennemført i 2015. Imidlertid blev afprøvningerne fra 2016 [6] og 2017 [9] gennemført med fast niveau af både lysin, methionin, methionin + cystin, treonin og tryptofan, hvorfor det ikke kan afgøres, om lysin var den mest begrænsede af disse aminosyrer. Efter de seneste ændringer af normer til diegivende søer i Danmark [17] er aminosyreprofilen i forhold til anbefalingerne i f.eks. USA [18] ændret, og for at sikre at denne aminosyreprofil er den optimale, krævede det, at forholdet mellem lysin og alle øvrige aminosyrer igen blev testet, således at også forholdet mellem lysin og methionin, methionin + cystin, treonin og tryptofan blev vurderet.

Formålet med nærværende afprøvning var at undersøge, hvilket niveau af fordøjeligt lysin der var nødvendigt for at nå maksimal udnyttelse af de øvrige essentielle aminosyrer til kuldtilvækst, når disse fulgte senest fastlagte norm. Dette blev evalueret både ved at vurdere effekter på kuldtilvækst og søernes vægttab. Samtidig skulle afprøvningen danne baggrund for en eventuel finjustering af forholdet mellem lysin og de øvrige aminosyrer.

# Materiale og metode

## Besætning

Afprøvningen blev gennemført i én besætning med cirka 1.800 årssøer som indkøbte YL-polte. I besætningen var søerne i drægtighedsperioden opstaldet i stabile grupper med elektronisk sofodring (ESF). Besætningen anvendte et Spotmix-fodringsanlæg, hvilket muliggjorde gennemførslen af et dosis-responsforsøg med seks forsøgsgrupper. I Spotmix-anlægget blev hver eneste udfodring blandet i tør form og derefter via lufttryk transporteret individuelt ud til hver so. Ved udfodring blev der tilsat vand, således at foderet var opblødt, når det endte i krybben.

I farestalden var søerne opstaldet i kassestier – enten i tre nyere sektioner med fuldspalter og inventar fra Jyden med dimensionerne 170×260 cm (b×l), i to ældre sektioner med fuldspalter og Jyden-inventar med stidimensionerne 160×250 cm eller i en sektion med delvist spaltegulv og Egebjerg-inventar med stidimension 160×255 cm. I alle farestier var der i pattegrisehulen monteret en Intelligent Varmelampe fra VengSystem A/S. Varmelampen var indstillet til automatisk at sikre en temperatur i hulen på 34°C ved faring, hvorefter temperaturen løbende blev reduceret automatisk, så den var 22°C 15 dage efter faring. Søerne blev flyttet til farestalden cirka syv dage før forventet faring.

## Grupper

Der indgik seks grupper i afprøvningen, og 1.-5. kuldssøer blev tilfældigt fordelt på grupperne før indsættelse i farestalden, således at det gennemsnitlige kuldnummer var ens i grupperne (2,6 ± 0,1). Der indgik 18 søer pr. uge, hvilket vil sige tre søer pr. gruppe pr. uge, og indsættelsen skete i blokke á seks søer med samme kuldnummer. Der indgik 27 % 1. kuldssøer, 23 % 2. kuldssøer, 21 % 3. kuldssøer, 16 % 4. kuldssøer og 13 % 5. kuldssøer. Søerne blev udvalgt tilfældigt af en tekniker fra SEGES Svineproduktion, hvilket skete alene på baggrund af kuldnummer og forventet faringsdato. Det var tilladt for besætningens personale at vælge en anden so, hvis den udvalgte so havde et eksteriør, f.eks. pattesæt, der blev vurderet til at være for dårligt til at kunne passe 14 grise. Afprøvningen omfattede kun søer, der kom direkte fra drægtighedsstalden, hvorfor søer fra sygestier var udelukkede. Afprøvningen var dimensioneret, så der skulle indgå 69 søer pr. gruppe.

## Standardisering af kuld

Standardisering af kuldene blev udført cirka tre dage efter faring (2,8 ± 0,1 dage), og alle søer blev standardiseret, så de skulle passe 14 mellemstore eller store grise (1,74 ± 0,02 kg). Der indgik kun mellemstore og store grise, idet dette ville medføre, at søernes mælkeydelse ville blive maksimeret [19,20]. Efter standardiseringen af kuldet blev der ikke flyttet rundt på grise mellem kuld, og der blev kun taget grise fra kuldet, hvis det blev vurderet, at der var fare for grisenes liv eller velfærd.

## Foderblandinger og fodring

Fra indsættelse i farestalden og frem til faring fik søerne hjemmeblandet overgangsfoder, idet dette var normal praksis i besætningen, og sammensætningen var den samme, som blev anvendt til søer uden for forsøg. For grupperne 1 til 6 blev der anvendt forsøgsfoder (Tabel 1) fra dagen efter faring og frem til fravænning. De seks foderblandinger blev lavet ud fra to Færdigfoderblandinger (Færdigfoder 1 og 2), som blev blandet i de, i tabellen, angivne forhold. Færdigfoderet blev produceret i ekspandatform hos Vestjyllands Andel, Fabrik Hee.

**Tabel 1.** Råvaresammensætning af forsøgsfoder for gruppe 1 til 6.

| Indhold | Gruppe | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Blandingssammensætning, % | | | | | | |
| Færdigfoder 1 | 100 | 80 | 60 | 40 | 20 | 0 |
| Færdigfoder 2 | 0 | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 |
| Råvareindhold, % | | | | | | |
| Byg | 35,0 | 35,0 | 35,0 | 35,0 | 35,0 | 35,0 |
| Hvede | 35,0 | 34,9 | 34,7 | 34,6 | 34,5 | 34,4 |
| Havre | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 |
| Roesnitter, tørrede | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 |
| Afskallet sojaskråfoder | 16,7 | 16,7 | 16,7 | 16,7 | 16,7 | 16,7 |
| Leci E Basis (fedt) | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| Palmefedt | 1,31 | 1,30 | 1,30 | 1,29 | 1,28 | 1,28 |
| L-Lysin | 0,02 | 0,13 | 0,24 | 0,35 | 0,46 | 0,57 |
| DL-Methionin | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 |
| L-Treonin | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,11 |
| Øvrige råvarer og tilsætningsstoffer[1] | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,3 |

[1] Øvrige råvarer og tilsætningsstoffer omfatter mikro- og makromineraler, vitaminer, fytase og tilsætningsstoffer.

Råvaresammensætningen var ens i de to færdigfoderblandinger, på nær marginale nedjusteringer i hvede og palmefedt, der muliggjorde det øgede indhold af L-Lysin (lysin hydrochlorid) fra gruppe 1 til 6. Dette skyldtes, at forsøgsfoderet for gruppe 1 til 6 var optimeret, så alle aminosyrer med undtagelse af lysin var ens på tværs af grupperne og overholdt gældende normer [17], således at effekten af en øget lysinkoncentration i foderet kunne bestemmes ved samme niveau af alle øvrige aminosyrer. Tabel 2 viser den planlagte næringsstofsammensætning for gruppe 1 til 6.

**Tabel 2.** Planlagte næringsstofsammensætning for forsøgsfoder for gruppe 1 til 6.

| Indhold | Gruppe | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Kemisk indhold, % | | | | | | |
| Protein | 15,3 | 15,4 | 15,5 | 15,6 | 15,7 | 15,8 |
| Vand | 13,4 | 13,4 | 13,3 | 13,3 | 13,3 | 13,3 |
| Tørstof | 86,6 | 86,6 | 86,7 | 86,7 | 86,7 | 86,7 |
| Fedt | 4,9 | 4,9 | 4,9 | 4,9 | 4,9 | 4,9 |
| Aske | 5,3 | 5,3 | 5,3 | 5,3 | 5,3 | 5,3 |
| Energiindhold | | | | | | |
| Foderenheder, FEso pr. kg | 1,08 | 1,08 | 1,08 | 1,08 | 1,08 | 1,08 |
| Aminosyreindhold, fordøjeligt g pr. FEso | | | | | | |
| Protein | 119 | 120 | 121 | 122 | 123 | 124 |
| Lysin | 6,0 | 6,8 | 7,6 | 8,4 | 9,2 | 10,0 |

Fra gruppe 1 til gruppe 6 var det planlagt, at koncentrationen af fordøjeligt lysin i diegivningsfoderet gradvist skulle øges fra 6,0-10,0 g pr. FEso (Tabel 2). Intervallet var fastlagt ud fra en forventning om, at man kunne opnå en væsentlig underforsyning i gruppe 1 og en markant overforsyning i gruppe 6 [5]. Som følge af stigningen i lysin var den eneste forskel i næringsstofsammensætningen derudover, at indholdet af fordøjeligt protein pr. FEso blev øget marginalt fra 119 g i gruppe 1 til 124 g i gruppe 6. Indholdet af alle øvrige aminosyrer fremgår af Appendiks 1, hvor det ved sammenligning med gældende norm fremgår, at alle fordøjelige aminosyrer, ud over fordøjeligt lysin, var planlagt til at være mindst 2 % over norm [17] for at mindske risikoen for underforsyning.

Foderkurverne til søer, som skulle passe standardiserede kuld, fulgte erfaringer fra besætningens normale praksis og tidligere gennemførte afprøvninger i besætningen [5,6,21,22]. Desuden blev foderkurvernes slutfoderstyrke fastlagt lidt under søernes maksimale appetit, så søerne ikke kunne kompensere en eventuel lysinunderforsyning med øget foderoptagelse. Da foderoptagelsen hos 1. kuldssøer er lavere end hos øvrige søer, blev der anvendt en foderkurve til 1. kuldssøer og en anden foderkurve til øvrige søer. Foderstyrken var for 1. og 2.-5.kuldssøer henholdsvis 5,3 FEso pr. dag og 5,5 FEso pr. dag på dag 7, og fra dag 17 efter faring var foderstyrken henholdsvis 8,0 FEso pr. dag og 9,0 FEso pr. dag (Appendiks 2). Det blev tilstræbt, at søerne fulgte foderkurverne, dog var det tilladt at nedjustere foderstyrken, hvis den enkelte so ikke kunne optage den tildelte mængde foder, men der måtte aldrig tildeles foder ud over hvad foderkurven forudsagde. Fra indsættelse i farestalden og frem til fravænning blev alle søer fodret tre gange dagligt.

Pattegrisene blev fodret fra cirka ti dage efter faring, og mængden blev løbende tilpasset efter besætningens normale procedurer.

## Udtagning af foderprøver til analyse

Der blev produceret foder fire gange, og ved hver produktion deltog en tekniker for at overvåge produktionen af de enkelte batch på foderfabrikken. Alle aminosyrer til hver batch blev afvejet manuelt og doseret direkte i foderblanderen. I forbindelse med foderproduktionen blev der udtaget stikprøver af hele produktionen ved, at der løbende blev udtaget foder ved at åbne et bundspjæld i en redler før færdigvaresiloen. Prøven blev herefter grundigt sammenblandet og neddelt efter Theory of sampling-principperne [23,24] ved hjælp af en neddeler med 34 spalter (Rationel Kornservice A/S, Esbjerg). Alle prøver blev neddelt til 12 delprøver, som blev opbevaret på frost indtil indsendelse til analyse.

I løbet af afprøvningsperioden blev der fire gange udtaget prøver af de to færdigfoderblandinger ved udfodring direkte fra Spotmix-anlægget. Udtagningen skete ved at der blev udfodret 5 kg af gruppe 1 foderet (Færdigfoder 1) ved en foderventil, hvor dette blev opsamlet. Herefter blev dette gentaget for gruppe 6 (Færdigfoder 2).

## Analyse af foderprøver

Fire færdigfoderprøver fra hver foderproduktion blev analyseret hos Eurofins Steins Laboratorium A/S. Alle prøver blev analyseret for kemisk sammensætning (tørstof, protein, fedt, aske), EFOS, EFOSi, FEso og for indhold af alle aminosyrer, ekskl. tryptofan. Desuden blev to af prøverne pr. foderproduktion analyseret for indhold af tryptofan, mineraler (calcium, fosfor, natrium, magnesium, kalium, zink, kobber og mangan) samt fytaseaktivitet. Én prøve pr. færdigfoderblanding blev desuden analyseret hos Evonik for tørstofindhold, proteinindhold, indhold af alle aminosyrer, inkl. tryptofan, samt indholdet af frie aminosyrer. I alt blev der analyseret 16 prøver pr. blanding hos Eurofins Steins Laboratorium A/S og fire prøver pr. blanding hos Evonik. Da der kun er analyseret én prøve pr. blanding pr. produktion hos Evonik, indgik analyseresultaterne ikke i de videre beregninger. Analyseresultaterne blev dog brugt til at vurdere eventuelle udsving i analyseresultaterne samt genfindelse af frie aminosyrer i forhold til det manuel doserede.

De udtagne foderprøver fra Spotmix-anlægget blev kun analyseret for indhold af tørstof, protein, lysin, methionin, cystin, treonin og valin. Disse analyser blev udført hos Eurofins Steins Laboratorium A/S. I alt blev der udført fire analyser pr. udfodret færdigfoderblanding.

## Beregning af realiseret næringsstoftildeling

Den samlede foderoptagelse pr. so i diegivningsperioden blev beregnet ud fra den loggede tildeling pr. fodring i Spotmix-anlægget af henholdsvis Færdigfoder 1 og Færdigfoder 2. Ved mindre daglige afvigelser for den enkelte so indgik disse således i beregningen af den akkumulerede foderoptagelse og den realiserede daglige næringsstoftildeling for den enkelte so. Der blev til enhver tid anvendt de analyserede næringsstofværdier fra den anvendte leverance af henholdsvis Færdigfoder 1 og Færdigfoder 2 for hver enkelt udfodring. Den gennemsnitlige realiserede næringsstofsammensætning inden for hver gruppe er derfor gennemsnittet af den realiserede næringsstoftildeling for alle søer i den pågældende gruppe.

## Registreringer

Alle registreringer blev udført af besætningens personale. Søerne blev vejet og rygspæktykkelsen i P2 (P2 findes på den lodrette linje fra bagerste del af bagerste ribben, 7 cm ud fra rygsøjlen) målt med Leanmeter (Renco Corporation, MN, USA) ved indsættelse i farestalden, ved standardisering af kuldet og ved fravænning. Ved faring blev dato, antal levendefødte grise og antal dødfødte grise registreret. Kuldvægt og antal grise i kuldet blev registreret ved standardisering af kuldet og ved fravænning. I løbet af diegivningsperioden blev der for døde pattegrise registreret dato og vægt. Endvidere blev der ved flokbehandling af hele kuld for diarré registreret dato for førstegangsbehandlinger. Ved at kombinere registreringerne på standardiserede kuld med data indlæst fra Cloudfarms (Cloudfarms s.r.o, Bratislava, Slovakiet) blev antallet af dage fra fravænning til løbning, omløbninger, faringsprocent samt antallet af totalfødte i efterfølgende kuld beregnet.

## Statistik

Alle statistiske analyser blev udført i SAS Enterprise Guide 7.1 med den enkelte so som forsøgsenheden. Forsøget var designet som et dosis-responsforsøg med seks grupper, hvilket samtidig gjorde det muligt at analysere forsøget som et simpelt fuldstændigt blokforsøg. Da der trods manuel dosering af L-lysin i foderet ved al foderproduktion blev konstateret variation i foderets lysinindhold mellem de forskellige foderleverancer, blev der foretaget en re-gruppering af søerne. Re-grupperingen blev baseret på det lysinniveau den enkelte so reelt havde fået, og i praksis betød det, at de oprindelige gruppenumre blev erstattet med det gruppenummer der svarede til det lysinniveau som soen reelt havde modtaget.

De primære forsøgsparametre var gennemsnitlig daglig kuldtilvækst i diegivningsperioden (beregnet ud fra kuldvægt ved fravænning, tillagt vægten af døde grise i perioden fra standardisering til fravænning, fratrukket kuldvægten ved kuldstandardisering, divideret med antallet af dage fra standardisering til fravænning) og soens gennemsnitlige daglige vægttab i diegivningsperioden (beregnes ud fra soens vægt ved standardisering fratrukket soens vægt ved fravænning, divideret med antallet af dage fra standardisering til fravænning).

Forud for estimering af dosis-responskurverne blev effekten af stigende lysinkoncentration på den gennemsnitlige daglige kuldtilvækst og soens daglige vægttab i diegivningsperioden analyseret ved hjælp af proceduren Mixed i SAS med faktoren ”Gruppe” som systematisk effekt og ”Hold” som tilfældig effekt. I modellerne for kuldtilvækst, fravænningsvægt pr. gris og kuldets fravænningsvægt blev der korrigeret for kuldets vægt ved standardisering ved at lade denne indgå som en kovariat i modellen, mens der i modellerne for soens vægt- og rygspæktab blev korrigeret for henholdsvis soens vægt eller rygspæk ved standardisering. For alle kuld- og so-variable indgik desuden soens paritet som en forklarende faktor, opdelt i enten 1. eller 2.-5. kuldssøer. Disse analyser havde til formål at undersøge, om der var en behandlingseffekt samt at prædiktere korrigerede middelværdier (LSmeans). Den statistiske analyse er lig den udført af Strathe et al. (2017) [25]. Ved signifikant effekt af ”Gruppe” afrapporteres med parvise sammenligninger mellem grupperne. De parvise sammenligninger blev, ved et Tukey korrigeret signifikansniveau på $P<0,05$, vurderet som statistisk forskellige.

Variablene ”Andel af kuld flokbehandlet for diarré fra standardisering til fravænning” blev analyseret som logistisk regression med proceduren Glimmix i SAS ved at antage en underliggende binær fordeling, mens ”Andel pattegrise under fem kg ved fravænning” og ”Faringsprocent” blev analyseret som logistisk regression med proceduren Glimmix i SAS ved at antage en underliggende binomialfordeling. Faktoren ”Gruppe” indgik som systematisk effekt og ”Hold” som tilfældig effekt. Ved signifikant effekt af ”Gruppe” afrapporteres med parvise sammenligninger mellem grupperne. Hvis Tukey justerede P-værdier for de parvise sammenligninger, var mindre end 0,05, blev forskelle mellem de korrigerede middelværdier vurderet som statistisk forskellige.

Efterfølgende blev proceduren Nlmixed i SAS anvendt til at estimere forløbet af dosis-responskurverne for effekten af lysinkoncentrationen på de primære parametre daglig kuldtilvækst og soens daglige vægttab. Ved modellering af dosis-responskurverne, hvor der ikke var tale om gruppevise gennemsnitsbetragtninger, blev der automatisk taget højde for det aktuelle lysinniveau for hver enkelt so, da det realiserede lysinniveau for den enkelte so indgik som et datapunkt, der blev brugt til at prædiktere kurven. I samtlige analyser indgik paritet som forklarende faktor og hold som tilfældig effekt. Kurveforløbene blev estimeret både med to broken-line modeller (model 1: ret linje med positiv hældning indtil et knækpunkt, og som i knækpunktet ændredes til en vandret linje; model 2: ret linje med positiv hældning indtil et knækpunkt, og som i knækpunktet ændredes til en linje med en negativ hældning) og med to kurvelineære modeller (model 3: kurvet linje med positiv hældning indtil et knækpunkt, og som i knækpunktet ændredes til en vandret linje; model 4: kurvet linje med positiv hældning indtil et knækpunkt, og som i knækpunktet ændredes til en linje med negativ hældning). Vurderingerne af de estimerede forløb af dosis-responskurverne skete ud fra tre kriterier. Første kriterie var en sammenligning af, hvor godt modellerne passede til de givne data. Dette skete ud fra en sammenligning af Bayesian Information Criterion (BIC) og -2 log likelihood, hvor lavere værdier i begge tilfælde indikerede, at modellen beskrev data bedre. For at karakterisere en model som bedre end en anden var det et krav, at BIC værdien skulle falde med mindst 2 enheder [26]. Det andet kriterie var, at modellens knækpunkt skulle findes inden for det afprøvede interval af fordøjeligt lysin pr. FEso, da et knækpunkt uden for det undersøgte interval ville indikere, at modellen ikke beskrev data med tilstrækkelig præcision. Det sidste kriterie var en visuel vurdering af, hvordan modellen passede på data [27]. Kun de bedst beskrivende modeller skulle indgå i resultatafsnittet, dvs. modeller med lavest BIC værdier med forskelle mindre end eller lig 2 enheder. I dette tilfælde viste det sig at være model 1 og model 3.

# Resultater og diskussion

## Foderanalyser, foderoptagelse og dagligt næringsstofindtag

Tabel 3 angiver det realiserede protein- og aminosyreindhold for gruppe 1-6. For øvrige næringsstoffer, energiindhold samt den kemiske sammensætning, henvises til Appendiks 3, hvor planlagt og analyseret indhold i Færdigfoder 1 og Færdigfoder 2 fremgår.

**Tabel 3.** Realiseret protein- og aminosyreindhold for gruppe 1-6.[1,2]

| Indhold, fordøjeligt g pr. FEso [3] | Gruppe 1 | Gruppe 2 | Gruppe 3 | Gruppe 4 | Gruppe 5 | Gruppe 6 | Norm [4] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Protein | 119 | 120 | 120 | 121 | 121 | 122 | 118 |
| Aminosyreindhold | | | | | | | |
| Lysin | 5,7 | 6,3 | 6,9 | 7,6 | 8,2 | 9,1 | 7,7 |
| Methionin | 2,3 | 2,3 | 2,3 | 2,3 | 2,3 | 2,4 | 2,4 |
| Methionin + cystin | 4,3 | 4,3 | 4,3 | 4,3 | 4,3 | 4,4 | 4,5 |
| Treonin | 4,7 | 4,7 | 4,7 | 4,7 | 4,7 | 4,7 | 5,0 |
| Tryptofan | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,5 |
| Isoleucin | 4,4 | 4,4 | 4,4 | 4,4 | 4,4 | 4,4 | 4,3 |
| Leucin | 8,3 | 8,3 | 8,3 | 8,3 | 8,2 | 8,3 | 8,3 |
| Histidin | 2,8 | 2,8 | 2,8 | 2,8 | 2,8 | 2,8 | 2,8 |
| Fenylalanin | 5,8 | 5,8 | 5,7 | 5,7 | 5,7 | 5,7 | 4,2 |
| Fenylalanin + Tyrosin | 10,2 | 10,2 | 10,1 | 10,1 | 10,1 | 10,1 | 8,7 |
| Valin | 5,2 | 5,2 | 5,2 | 5,2 | 5,2 | 5,2 | 5,3 |

[1] Ved beregning af det realiserede næringsstofindhold blev de analyserede næringsstofværdier fra den anvendte leverance af henholdsvis Færdigfoder 1 og Færdigfoder 2 for hver enkelt udfodring benyttet. Det gennemsnitlige realiserede næringsstofindhold inden for hver gruppe er derfor gennemsnittet af den realiserede næringsstoftildeling pr. so for alle søer i den pågældende gruppe.

[2] I gennemsnittet af analyseresultaterne for alle analyseparametre indgik 16 analyser af hver færdigfoderblanding (fire analyser pr. blanding pr. leverance), alle foretaget hos Eurofins Steins Laboratorium A/S.

[3] Ved omregning fra det totale aminosyreindhold i g pr. kg til fordøjelige indhold i g pr. FEso anvendtes det analyserede indhold af FEso i Færdigfoder 1 og Færdigfoder 2 samt fordøjelighedskoefficienter fra tabelværdier fra SEGES Fodermiddeldatabase.

[4] Normer for næringsstoffer. 26. udgave [17].

På basis af 16 analyser af hver af de to færdigfoderblandinger kunne det konstateres, at foderets energiindhold lå 0,9 % højere end planlagt (Appendiks 3), men at energiindholdet i både Færdigfoder 1 og 2 var 1,09 FEso pr. kg. Af Tabel 3 fremgår det, at gennemsnitsværdier for fordøjeligt lysin i Gruppe 1-6 lå i intervallet 5,7-9,1 g pr. FEso, hvilket var et mere snævert interval end det planlagte interval på 6,0-10,0 g pr. FEso. Dette skyldtes, at fordøjeligt lysin lå 4,1 % lavere end planlagt i Færdigfoder 1 og 9,6 % lavere end planlagt i Færdigfoder 2 (Appendiks 3). Dette markante underindhold af lysin i Færdigfoder 2 var i overensstemmelse med, at der ved analyse hos Evonik kun blev genfundet omkring 50 % af det tilsatte frie lysin i leverancerne 2,3 og 4 for Færdigfoder 2. Begrundelsen for denne lave genfindelse af frit lysin er ukendt, da lysin hydrochlorid blev afvejet manuelt og doseret direkte i foderblanderen ved hver produceret batch. Til trods for afvigelser var fordøjeligt lysin som planlagt den eneste aminosyre, der varierede og som følge deraf varierede fordøjeligt protein fra 119 g pr. FEso i gruppe 1 til 122 g pr. FEso i gruppe 6. Desuden blev afprøvningen, som planlagt, gennemført ved et konstant niveau af alle øvrige aminosyrer på tværs af forsøgsgrupperne (Tabel 3). Indholdet af fordøjeligt tryptofan, isoleucin, leucin, histidin og fenylalanin+tyrosin overholdt normen [17], mens det blev fundet, at fordøjeligt methionin, methionin + cystin, threonin og valin lå henholdsvis 0,1, 0,2, 0,3 og 0,1 g pr. FEso under gældende norm [17], svarende til en underforsyning på henholdsvis 4 %, 4 %, 6 % og 2 %. Disse underindhold var dog ens i alle grupper.

Gruppe for gruppe giver Tabel 4 et overblik over søernes samlede og daglige foderoptagelse fordelt på henholdsvis 1. og 2.-5 kuldssøer. Endvidere fremgår den gennemsnitlige daglige indtagelse af fordøjeligt protein og fordøjeligt lysin af Tabel 4.

**Tabel 4.** Opnået samlet og daglig foderstyrke samt daglig indtagelse af fordøjeligt protein og lysin for søer i gruppe 1-6 fra dagen efter faring til fravænning.[1]

| Gruppe | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | SE[2] | P-værdi |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Fordøjeligt lysin, g pr. FEso | 5,7 | 6,3 | 6,9 | 7,6 | 8,2 | 9,1 | | |
| Foderstyrke alle søer | | | | | | | | |
| Antal søer, stk. | 65 | 64 | 66 | 66 | 63 | 66 | | |
| Samlet foderoptagelse, FEso | 170 | 172 | 173 | 174 | 172 | 173 | 1,56 | 0,565 |
| Gns. daglig foderstyrke, FEso pr. dag | 6,9 | 7,0 | 7,0 | 7,1 | 7,1 | 7,0 | 0,05 | 0,275 |
| Dagligt indtag af protein og aminosyrer, fordøjeligt | | | | | | | | |
| Antal søer, stk. | 65 | 64 | 66 | 66 | 63 | 66 | | |
| Protein, g | 824[a] | 838[ab] | 845[ab] | 853[b] | 857[b] | 861[b] | 6,20 | <0,001 |
| Lysin, g | 39,4[a] | 44,2[b] | 48,8[c] | 53,5[d] | 58,1[e] | 63,9[f] | 0,46 | <0,001 |
| Foderstyrke 1. kuldssøer | | | | | | | | |
| Antal søer, stk. | 18 | 17 | 19 | 18 | 16 | 18 | | |
| Samlet foderoptagelse, FEso | 158 | 164 | 161 | 165 | 165 | 164 | 2,92 | 0,325 |
| Gns. daglig foderstyrke, FEso pr. dag | 6,2 | 6,4 | 6,4 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 0,09 | 0,126 |
| Foderstyrke 2.-5. kuldssøer | | | | | | | | |
| Antal søer, stk. | 47 | 47 | 47 | 48 | 47 | 48 | | |
| Samlet foderoptagelse, FEso | 175 | 175 | 177 | 177 | 175 | 177 | 1,78 | 0,760 |
| Gns. daglig foderstyrke, FEso pr. dag | 7,2 | 7,2 | 7,3 | 7,3 | 7,3 | 7,3 | 0,06 | 0,859 |

[1] Alle værdier er korrigerede middelværdier (LSMEANS).

[2] SE udtrykker den største standardafvigelse på de korrigerede middelværdier (LSMEANS).

[a, b, c, d, e, f] Værdier inden for en række med forskellige bogstaver er signifikant forskellige med P<0,05.

Hverken hos 1. kuldssøer eller øvrige søer var der forskelle mellem grupperne i daglig eller samlet foderoptagelse (P>0,05; Tabel 4). Den gennemsnitlige samlede og daglige foderoptagelse for både 1. kuldssøer (163 FEso totalt og 6,4 FEso pr. dag) og 2.-5. kuldssøer (176 FEso totalt og 7,3 FEso pr. dag) i gruppe 1-6 vidnede om, at de anvendte foderkurver (Appendiks 2) var i god overensstemmelse med de reelle mængder, som søerne var i stand til at æde, og svarede stort set til det niveau, der blev fundet i seneste afprøvning gennemført i samme besætning [9].

Som forventet blev søernes gennemsnitlige daglige indtagelse af fordøjeligt protein øget minimalt fra gruppe 1 til gruppe 6 (P<0,001), og denne forøgelse skyldtes udelukkende stigningen i det daglige indtag af fordøjeligt lysin, som fra gruppe 1 til gruppe 6 steg fra 39,4 g pr. dag til 63,9 g pr. dag (P<0,001; Tabel 4).

## Opnåede produktionsresultater

Af Tabel 5 fremgår opnåede kuldresultater. Alle søer fik ved standardisering af kuldet 14 mellemstore eller store grise og fravænnede i gennemsnit 13,0±0,06 grise pr. kuld, hvilket svarede stort set til det niveau, der var i de seneste afprøvninger med aminosyrenormer til diegivende søer [5,6,9]. Dette vidnede om en høj produktivitet og god pasningsevne hos søerne. 36 % af søerne fravænnede 14 grise pr. fravænning, mens 35 %, 21 %, 6 % og 2 % af søerne fravænnede henholdsvis 13, 12, 11 og 10 grise pr. fravænning.

**Tabel 5.** Opnåede kuldresultater for søer i gruppe 1-6[1].

| Gruppe | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | SE[2] | P-værdi |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Fordøjeligt lysin, g pr. FEso | 5,7 | 6,3 | 6,9 | 7,6 | 8,2 | 9,1 | | |
| Antal kuld, stk. | 65 | 64 | 66 | 66 | 63 | 66 | | |
| Antal grise ved standardisering, stk. | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | | |
| Kuldvægt ved standardisering, kg | 24,0 | 24,8 | 25,1 | 24,5 | 24,0 | 23,7 | 0,53 | 0,199 |
| Antal fravænnede grise pr. kuld, stk. | 13,1 | 12,8 | 13,0 | 13,1 | 12,9 | 12,8 | 0,13 | 0,279 |
| Kuldvægt ved fravænning, kg | 91,6$^{a}$ | 94,4$^{ab}$ | 94,3$^{ab}$ | 97,8$^{b}$ | 95,5$^{ab}$ | 94,3$^{ab}$ | 1,49 | <0,05 |
| Fravænningsvægt pr, gris, kg | 6,97$^{a}$ | 7,37$^{b}$ | 7,29$^{ab}$ | 7,50$^{b}$ | 7,35$^{b}$ | 7,35$^{b}$ | 0,09 | <0,01 |
| Kuldtilvækst pr. dag, kg[3] | 3,03$^{a}$ | 3,16$^{ab}$ | 3,14$^{ab}$ | 3,32$^{b}$ | 3,23$^{b}$ | 3,20$^{ab}$ | 0,05 | <0,01 |
| Grise under 5 kg pr. kuld ved fravænning, % | 5,4 | 2,6 | 2,4 | 1,9 | 4,5 | 2,8 | -[4] | 0,063 |

[1] Alle værdier er korrigerede middelværdier (LSMEANS).

[2] SE udtrykker den største standardafvigelse på de korrigerede middelværdier (LSMEANS).

[3] Kuldtilvæksten pr. dag er korrigeret for kuldvægt ved standardisering.

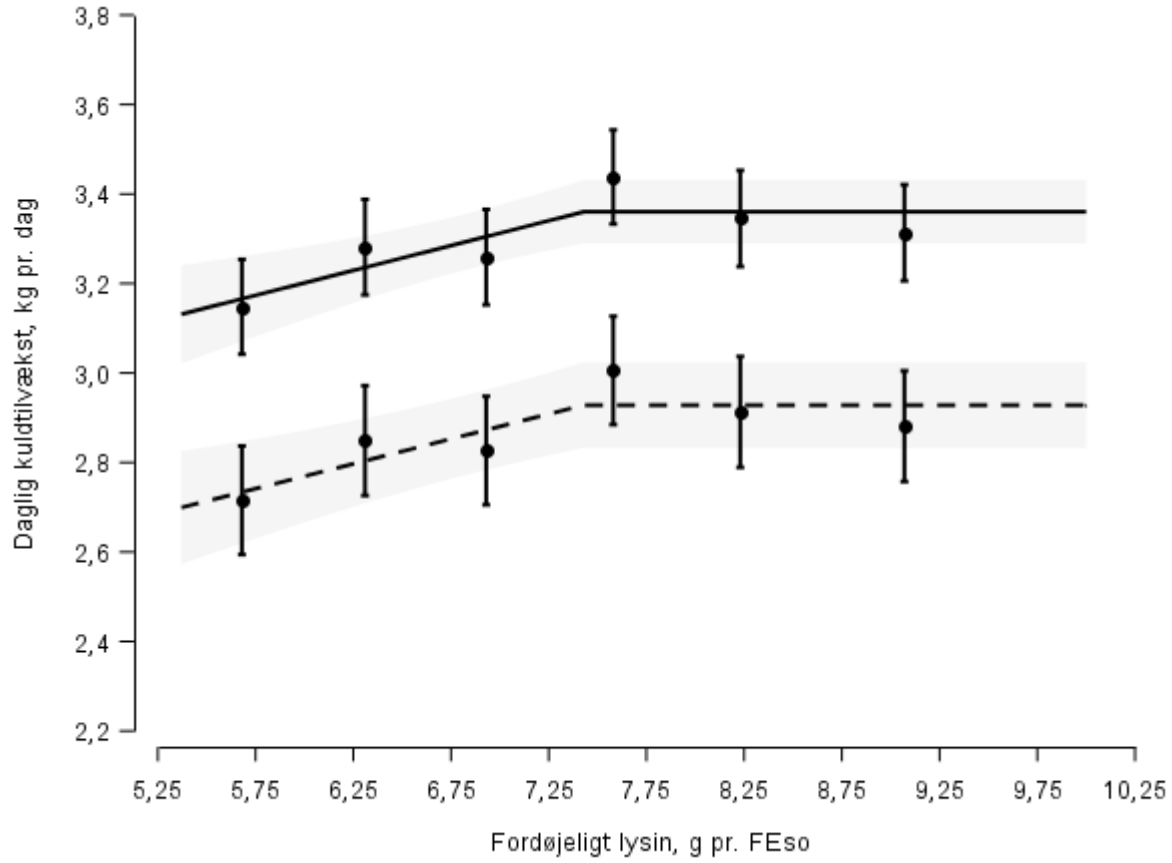
[4] Data er analyseret under en model, hvor der antages binomialfordelte data, hvorfor det ikke er muligt at angive SE værdi.

[a, b] Tal med forskellige bogstaver inden for rækken er statistisk sikkert forskellige, P<0,05.

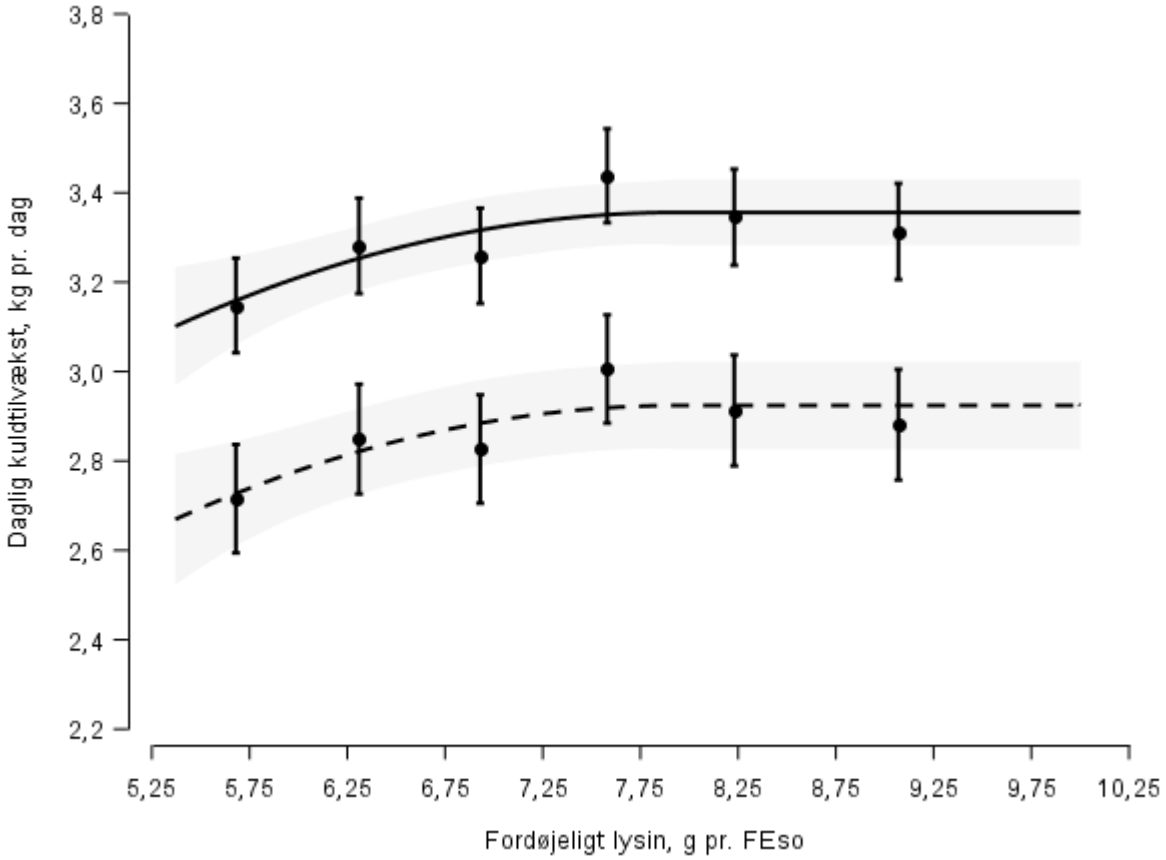
Kuldvægten ved standardisering af kuldene og antallet af fravænnede grise pr. kuld var ikke forskellig mellem grupperne (P=0,199; P=0,279; Tabel 5). Foderets lysinindhold påvirkede kuldtilvæksten statistisk sikkert (P<0,01; Tabel 5). Baseret på de korrigerede middelværdier steg den gennemsnitlige daglige kuldtilvækst fra gruppe 1 (3,03 kg pr. dag) til gruppe 4 (3,32 kg pr. dag). og faldt derefter numerisk i gruppe 6 (3,16 kg pr. dag). Effekten på kuldtilvæksten blev også genfundet i en højere fravænningsvægt pr. gris og fravænningsvægt pr. kuld (P<0,01 og P<0,05; Tabel 5). Udviklingen i den daglige kuldtilvækst stemmer godt overens med, at andelen af undervægtige grise (<5 kg) tenderer (P=0,063) til at være højest i gruppe 1, hvor andelen udgjorde 5,4 % til at være lavest i gruppe 4, hvor andelen udgjorde 1,9 % (Tabel 5).

## Effekt af øget lysinkoncentration i foderet på gennemsnitlig daglig kuldtilvækst

Dosis-responssammenhængen mellem foderets indhold af fordøjeligt lysin pr. FEso og daglig kuldtilvækst blev estimeret bedst med en broken-line model (model 1) og en kurvelineær model (model 3) og fremgår af henholdsvis Figur 1 og Figur 2. Niveauet af fordøjeligt lysin blev afprøvet i intervallet 5,4-10,0 g pr. FEso.




Figur 1. Gennemsnitlig daglig kuldtilvækst ved stigende indhold af fordøjeligt lysin pr. FEso i diegivningsfoderet estimeret med broken-line (model 1: ret linje med positiv hældning indtil et knækpunkt, og som i knækpunktet ændredes til en vandret linje). I figuren repræsenterer det nederste kurveforløb (– - –) 1. kuldssøerne, mens det øverste kurveforløb (▬) repræsenterer 2.-5. kuldssøer, som havde en højere gennemsnitlig daglig kuldtilvækst (P<0,001). Cirklerne (•) angiver de korrigerede middelværdier (LSMEANS) for hver enkelt gruppe på x-aksen, og de lodrette streger (|) angiver 95 % konfidensintervallet for de korrigerede middelværdier på y-aksen. Båndet omkring kurven angiver 95 % konfidensintervallet om den prædikterede kurve. Det fundne knækpunkt for broken-line modellen var 7,4 [6,2;8,7] g fordøjeligt lysin pr. FEso (-2 Log Likelihood: 378,0; AIC: 394,0; BIC: 403,0). Det vandrette niveau ved knækpunkterne (2,9 kg pr. dag og 3,4 kg pr. dag) angiver den maksimale kuldtilvækst for henholdsvis 1. kuldssøer og 2.-5. kuldssøer.




Figur 2. Gennemsnitlig daglig kuldtilvækst ved stigende indhold af fordøjeligt lysin pr. FEso i diegivningsfoderet estimeret med en kurvelineær model (model 3: kurvet linje med positiv hældning indtil et knækpunkt, og som i knækpunktet ændredes til en vandret linje I figuren repræsenterer det nederste kurveforløb (– – –) 1. kuldssøerne, mens det øverste kurveforløb (▬) repræsenterer 2.-5. kuldssøer, som havde en højere gennemsnitlig daglig kuldtilvækst (P<0,001). Cirklerne (•) angiver de korrigerede middelværdier (LSMEANS) for hver enkelt gruppe på x-aksen, og de lodrette streger (|) angiver 95 % konfidensintervallet for de korrigerede middelværdier på y-aksen. Båndet omkring kurven angiver 95 % konfidensintervallet om den prædikterede kurve. Det fundne knækpunkt for den kurvelineære model var 7,9 [6,7;9,2] g fordøjeligt lysin pr. FEso (-2 Log Likelihood: 378,3; AIC: 294,3; BIC: 403,4). Det vandrette niveau ved knækpunkterne (2,9 kg pr. dag og 3,4 kg pr. dag) angiver den maksimale kuldtilvækst for henholdsvis 1. kuldssøer og 2.-5. kuldssøer.

Den gennemsnitlige daglige kuldtilvækst hos 1. kuldssøerne var statistisk sikkert lavere end hos 2.-5. kuldssøerne (P<0,001), hvorfor kurveforløbene for henholdsvis broken-line (Figur 1) og den kurvelineære model (Figur 2) blev estimeret særskilt for 1. kuldssøer og for øvrige søer. Ved hjælp af modellen for broken-line blev der fundet et knækpunkt ved 7,4 g fordøjeligt lysin pr. FEso med et 95 % konfidensinterval på 6,2-8,7. For den kurvelineære model fandtes knækpunktet ved 7,9 g fordøjeligt lysin pr. FEso med et konfidensinterval på 6,7-9,2. Disse knækpunkter var ens for både 1. kuldssøer og ældre søer, idet der ikke var nogen vekselvirkning mellem lysinindholdet og kuldnummer. Ved og over knækpunktet for begge modeller var den estimerede gennemsnitlige daglige kuldtilvækst 2,9 kg pr. dag for 1. kuldssøerne og 3,4 kg pr. dag for 2.-5. kuldssøer. Baseret på vurderingskriterierne var knækpunktet for begge kurveforløb inden for det undersøgte interval af fordøjeligt lysin pr. FEso. Baseret på BIC værdierne (403,0 vs. 403,4) var der ingen forskel på modellerne, idet afvigelsen for BIC kun var 0,4 enhed til fordel for broken-line modellen, hvilket viste, at den højeste gennemsnitlige

kuldtilvækst blev opnået mellem de to knækpunkter på henholdsvis 7,4 og 7,9 g fordøjeligt lysin pr. FEso. Resultatet skal ses i forhold til, at methionin, methionin + cystin, threonin og valin lå hendholdsvis 0,1, 0,2, 0,3 og 0,1 g pr. FEso under normen. Samlet tydede responset på, at den i normen angivne aminosyreprofil relativt til lysin er korrekt, når denne blev vurderet på baggrund af den daglige kuldtilvækst.

I indeværende afprøvning var den gennemsnitlige daglige kuldtilvækst på niveau med den seneste gennemførte afprøvning i samme besætning, hvor den lå på 3,0 kg pr. dag for 1. kuldssøer og 3,3 kg pr. dag for øvrige søer [9]. Med denne sammenligning kan det konstateres, at søernes produktivitet var i top men ikke øget ud over det niveau af kuldtilvækst, der senest blev fundet i samme besætning [9].

## Effekt af øget lysinkoncentration i foderet på soens gennemsnitlige daglige vægttab og tab af rygspæk

Gennemsnitligt kuldnummer og sovægt ved indsættelse i farestalden adskilte sig ikke statistisk sikkert på tværs af grupper (P=0,998 og P=946; Tabel 6). Derimod havde søerne i gruppe 6 generelt en anelse lavere rygspæktykkelse ved indsættelse til farestalden og ved udjævning end søerne i de øvrige grupper (P=0,015 og P<0,01; Tabel 6). Ved analyse af soens rygspækændring fra udjævning til fravænning, korrigeres dog for rygspæktykkelse ved udjævning, hvorfor dette ikke har betydning for vurderingen af behandlingseffekten. Ved indsættelse i farestalden vejede 1. kuldssøer og øvrige søer henholdsvis 228 og 289 kg og havde en rygspæktykkelse på henholdsvis 16 og 17 mm.

Diegivningstiden var i gennemsnit 26±0,1 dage pr. kuld, og der var ikke forskel mellem grupperne (P=0,826).

**Tabel 6.** Karakteristika vedrørende søer samt ændringer i vægt og rygspæk i diegivningsperioden for søer i gruppe 1-6[1].

| Gruppe | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | SE[2] | P-værdi |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Fordøjeligt lysin, g pr. FEso | 5,7 | 6,3 | 6,9 | 7,6 | 8,2 | 9,1 | | |
| Antal søer, stk. | 65 | 64 | 66 | 66 | 63 | 66 | - | - |
| Gennemsnitligt kuldnummer | 2,6 | 2,7 | 2,6 | 2,6 | 2,7 | 2,7 | 0,19 | 0,998 |
| Diegivningsdage | 25,6 | 25,7 | 25,6 | 25,6 | 25,4 | 25,6 | 0,14 | 0,826 |
| Antal grise ved kuldudjævning, stk. | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | - | - |
| Sovægt ved indsættelse i farestald, kg | 272,0 | 272,8 | 269,8 | 274,1 | 272,1 | 272,0 | 3,42 | 0,946 |
| Sovægt ved kuldstandardisering, kg | 249,1 | 249,8 | 245,4 | 250,8 | 247,4 | 247,9 | 3,39 | 0,786 |
| Sovægt ved fravænning, kg | 235,8[a] | 239,4[a] | 239,2[a] | 240,8[a] | 244,4[b] | 244,2[b] | 1,32 | <0,001 |
| Vægtændring (indsættelse til kuldstandardisering), kg | -22,6 | -24,2 | -24,4 | -23,9 | -24,2 | -24,3 | 1,21 | 0,825 |
| Vægtændring (kuldstandardisering til fravænning), kg | -12,3[a] | -8,7[a] | -8,7[a] | -7,4[a] | -3,6[b] | -3,8[b] | 1,34 | <0,001 |
| Vægtændring pr. dag (kuldstandardisering til fravænning), kg | -0,54[a] | -0,38[a] | -0,38[a] | -0,32[a] | -0,15[b] | -0,16[b] | 0,06 | <0,001 |
| Rygspæk ved indsættelse i farestald, mm | 17,2[ab] | 17,2[ab] | 16,5[ab] | 17,8[a] | 17,0[ab] | 16,1[b] | 0,39 | 0,015 |
| Rygspæk ved kuldstandardisering, mm | 16,2[ab] | 16,1[ab] | 15,6[b] | 17,0[a] | 16,0[ab] | 15,1[b] | 0,38 | 0,005 |
| Rygspæk ved fravænning, mm | 12,4 | 12,6 | 12,3 | 12,2 | 12,2 | 12,6 | 0,18 | 0,362 |
| Ændring i rygspæk (indsættelse til kuldstandardisering), mm | -1,0 | -1,0 | -1,0 | -0,8 | -1,0 | -1,1 | 0,11 | 0,600 |
| Ændring i rygspæk (kuldstandardisering til fravænning), mm | -3,6 | -3,4 | -3,7 | -3,8 | -3,8 | -3,4 | 0,18 | 0,362 |
| Ændring i rygspæk pr. dag (kuldstandardisering til fravænning), mm | -0,16 | -0,15 | -0,16 | -0,17 | -0,16 | -0,15 | 0,01 | 0,288 |

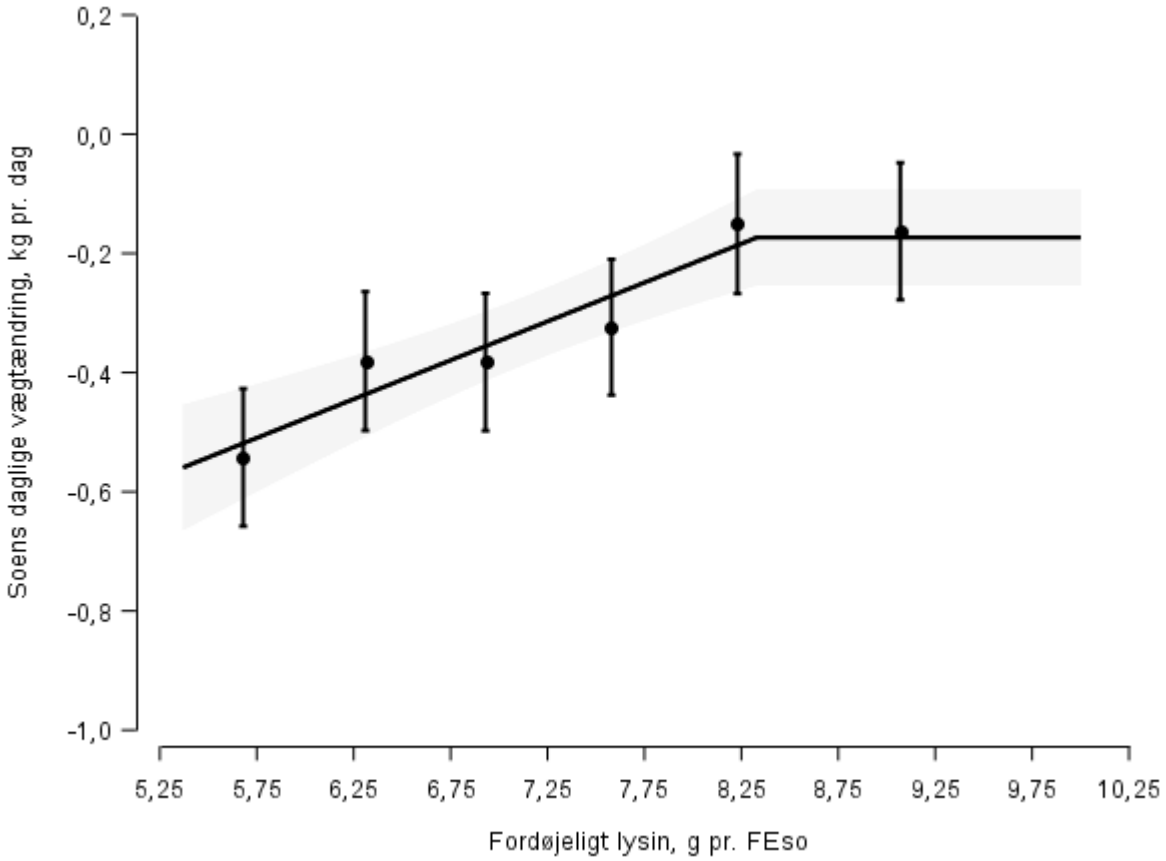
[1] Alle værdier er korrigerede middelværdier (LSMEANS).

[2] SE udtrykker den største standardafvigelse på de korrigerede middelværdier (LSMEANS).

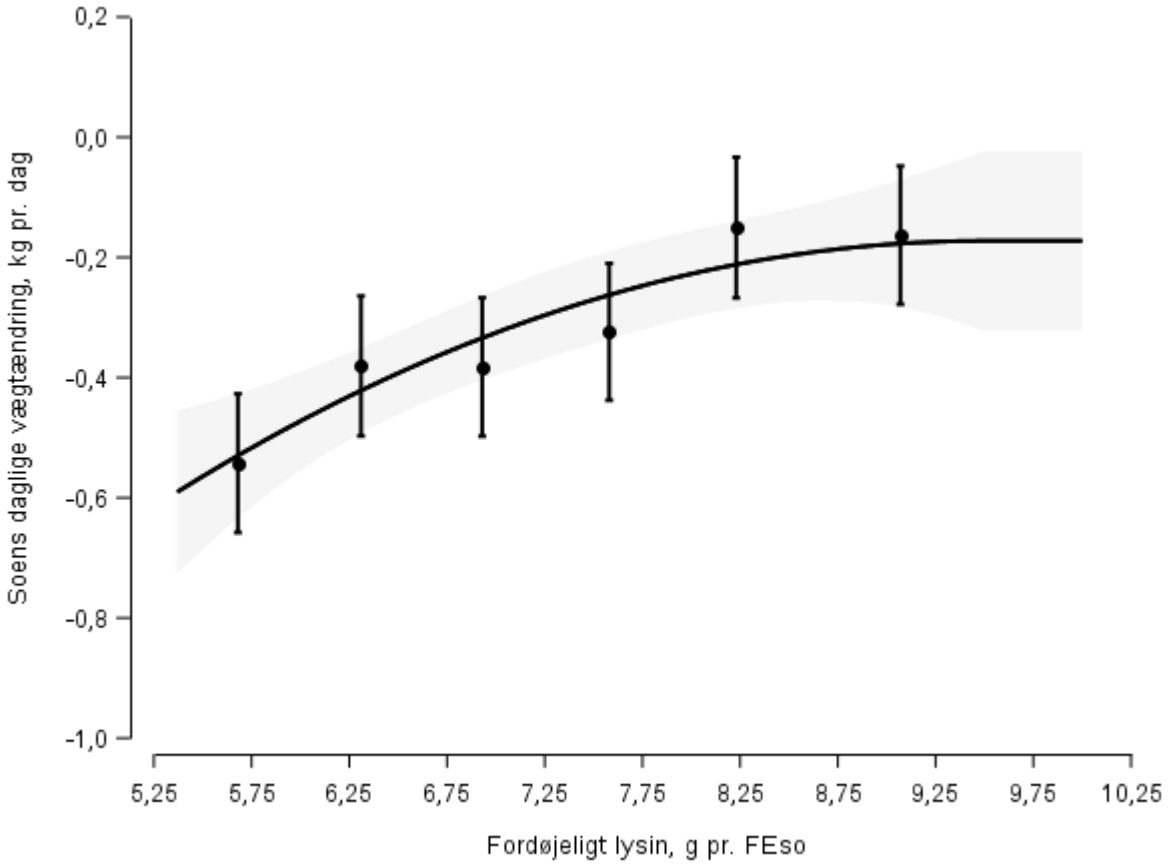
[a, b] Tal med forskellige bogstaver inden for rækken er statistisk sikkert forskellige, P<0,05.

Der blev fundet en statistisk sikker reduktion af søernes daglige vægttab (P<0,001; Tabel 6), når foderets lysinindhold blev øget. Generelt var søernes vægttab i diegivningsperioden lavt og på niveau med den seneste gennemførte afprøvning i besætningen [9] men væsentligt lavere end i tidligere afprøvninger i besætningen [5,6], på trods af at kuldtilvæksten har været på niveau med – eller højere – og at der blev anvendt de samme foderkurver i afprøvningerne.

Soens daglige vægtændringer blev desuden vurderet ud fra dosisresponskurver (Figur 3 og Figur 4). Der var ingen forskel i det daglige vægttab mellem 1. kuldssøer og 2.-5. kuldssøer, hvilket medførte, at data i lighed med tidligere afprøvninger [5,9,21,28] blev samlet forud for estimering af modellen for broken-line (Figur 3) og den kurvelineære model (Figur 4).




Figur 3. Soens gennemsnitlige daglige vægtændring ved stigende indhold af fordøjeligt lysin pr. FEso i diegivningsfoderet estimeret med broken-line (model 1: ret linje med positiv hældning indtil et knækpunkt, og som i knækpunktet ændredes til en vandret linje). Da der ikke var statistisk sikker forskel på vægttabet mellem 1. kuldssøer og 2.-5. kuldssøer (P>0,05), er disse slået sammen ved modelestimeringen. Cirklerne (•) angiver de korrigerede middelværdier (LSMEANS) for hver enkelt gruppe på x-aksen, og de lodrette streger (|) angiver 95 % konfidensintervallet for de korrigerede middelværdier på y-aksen. Båndet omkring kurven angiver 95 % konfidensintervallet om den prædikterede kurve. Det fundne knækpunkt for broken-line modellen var 8,3 [7,1;9,5] g fordøjeligt lysin pr. FEso (-2 Log Likelihood: 487,6; AIC: 497,6; BIC: 503,3). Det vandrette niveau ved knækpunktet på -0,17 kg pr. dag angiver gennemsnitlig daglig vægtændring pr. so for 1.-5. kuldssøer, når søernes vægttab var minimeret.




Figur 4. Soens gennemsnitlige daglige vægtændring ved stigende indhold af fordøjeligt lysin pr. FEso i diegivningsfoderet estimeret med en kurvelineær model (model 3: kurvet linje med positiv hældning indtil et knækpunkt, og som i knækpunktet ændredes til en vandret linje). Da der ikke var statistisk sikker forskel på vægttabet mellem 1. kuldssøer og 2.-5. kuldssøer (P>0,05), er disse slået sammen ved modelestimeringen Cirklerne (•) angiver de korrigerede middelværdier (LSMEANS) for hver enkelt gruppe på x-aksen, og de lodrette streger (|) angiver 95 % konfidensintervallet for de korrigerede middelværdier på y-aksen. Båndet omkring kurven angiver 95 % konfidensintervallet om den prædikterede kurve. Det fundne knækpunkt for den kurvelineære model var 9,5 [6,6;12,4] g fordøjeligt lysin pr. FEso (-2 Log Likelihood: 489,4; AIC: 499,4; BIC: 505,1). Det vandrette niveau ved knækpunktet på -0,17 kg pr. dag angiver gennemsnitlig daglig vægtændring pr. so for 1.-5. kuldssøer, når søernes vægttab var minimeret.

Estimeret med broken-line modellen (Figur 3) blev søernes daglige vægttab minimeret ved 8,3 g fordøjeligt lysin pr. FEso. Estimeret med den kurvelineære model (Figur 4), blev søernes daglige vægttab minimeret ved 9,5 g fordøjeligt lysin pr. FEso med et bredt 95 % konfidensinterval på 6,6-12,4. Baseret på BIC værdierne (503,3 for broken-line modellen vs. 505,1 for den kurvelineære model) var broken-line modellen 1,8 enheder lavere sammenlignet med værdien for den kurvelineære model, og værdien af det øvre konfidensinterval for den kurvelineære model var desuden uden for det undersøgte niveau af fordøjeligt lysin. Broken-line modellen gav derfor det bedste fit til data, og søernes vægttab blev minimeret til 0,17 kg pr. dag, når foderets indhold af fordøjeligt lysin var på minimum 8,3 [7,1;9,5] g pr. FEso.

Søernes rygspæktab, opgjort som en sum over hele diegivningsperioden eller pr. dag, lå på henholdsvis 3,6 mm eller alternativt 0,16 mm pr. dag, og der var ingen forskel mellem grupperne

(P=0,362 og P=0,288; Tabel 6). Rygspæktabet var omtrent det samme som i en tidligere afprøvning, hvor det lå på 3,2 mm [9].

## Effekt af lysinkoncentration i foderet på spædgrisediarré

Ligesom i tidligere afprøvninger, hvor foderets proteinkoncentration blev varieret i et bredt interval [5,6,9], blev der ved stigende lysinkoncentration i foderet og stort set uændret proteinkoncentration ikke fundet en effekt på andelen af kuld, som blev flokbehandlet for diarré (Tabel 7, P=0,924). Generelt var andelen af kuld flokbehandlet mod diarré markant lavere end tidligere fundet i besætningen [9], og det er nærliggende, at dette kunne være en del af forklaringen på den høje daglige kuldtilvækst opnået hos 1. kuldssøer sammenlignet med tidligere afprøvninger i besætningen [5,6].

**Tabel 7.** Andel af kuld flokbehandlet for diarré fra standardisering til fravænning for gruppe 1-6[1,2].

| Gruppe | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | P-værdi |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Fordøjeligt lysin pr. FEso | 5,7 | 6,3 | 6,9 | 7,6 | 8,2 | 9,1 | |
| Antal kuld, stk. | 65 | 64 | 66 | 66 | 63 | 66 | |
| Andel af kuld flokbehandlet for diarré fra standardisering til fravænning, % | 2,6 | 3,7 | 3,6 | 4,3 | 2,6 | 3,8 | 0,980 |

[1] Alle værdier er korrigerede middelværdier (LSMEANS).

[2] Data er analyseret under en model, hvor der antages binomialfordelte data, hvorfor det ikke er muligt at angive en SE værdi.

Gennemsnitligt blev 3,4 % af kuldene flokbehandlet for spædgrisediarré, og fordelingen var afhængig af søernes kuldnummer, idet 14,4 % af kuldene ved 1. kuldssøerne blev behandlet for spædgrisediarré, mens 1,9 % af kuldene ved de øvrige søer blev behandlet for spædgrisediarré. Resultaterne understregede endnu engang, at forekomsten af spædgrisediarré har været varierende over tid i besætningen, og at hverken foderets indhold af fordøjeligt protein pr. FEso eller indholdet af fordøjeligt lysin pr. FEso har haft indflydelse på forekomsten af behandlingskrævende diarré. Afprøvningen var dog ikke dimensioneret til at påvise forskelle i forekomsten af behandlingskrævende diarré mellem grupper eller effekter af soens kuldnummer på diarréforekomst.

## Effekt af diegivningsfoderets lysinkoncentration på efterfølgende reproduktion

Foderets indhold af fordøjeligt lysin pr. FEso havde ingen betydning for efterfølgende reproduktion, idet der hverken blev fundet statistisk sikre forskelle i antallet af dage fra fravænning til løbning (P=0,793; Tabel 8), faringsprocent (P=0,116; Tabel 8) eller på antallet af totalfødte grise (P=0,485; Tabel 8). Da søernes mobilisering var på et absolut lavt niveau i diegivningsperioden (Tabel 6) var det heller ikke forventeligt, at den efterfølgende reproduktion ville blive påvirket negativt. Det begrundes med, at forsøg har vist, at der først ved relativt stort vægttab ville være i risiko for at efterfølgende reproduktion påvirkes negativt [29-34]. Afprøvningen blev imidlertid ikke dimensioneret med det primære formål at undersøge, om totalfødte i efterfølgende kuld blev påvirket af foderets lysinkoncentration. I givet fald skulle der have været mindst ti gange så mange søer pr. gruppe for at

kunne påvise forskelle på under 0,5 totalfødte grise pr. kuld. Totalfødte grise pr. kuld i efterfølgende cyklus var for 1. og 2.-5. kuldssøer henholdsvis 18,8 og 20,4 stk.

**Tabel 8.** Opnåede reproduktionsresultater i efterfølgende kuld for gruppe 1-6[1].

| Gruppe | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | SE[2] | P-værdi |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Fordøjeligt lysin pr. FEso | 5,7 | 6,3 | 6,9 | 7,6 | 8,2 | 9,1 | | |
| Antal løbninger, stk. | 64 | 63 | 64 | 66 | 63 | 64 | | |
| Dage fra fravænning til løbning, dage | 5,3 | 5,4 | 6,1 | 6,0 | 5,0 | 5,0 | 0,76 | 0,793 |
| Faringsprocent, % | 88,4 | 95,6 | 86,5 | 97,2 | 86,3 | 89,6 | - | 0,175 |
| Totalfødte grise pr. kuld, stk. | 19,7 | 20,2 | 19,1 | 19,9 | 19,8 | 20,4 | 0,49 | 0,485 |

[1] Alle værdier er korrigerede middelværdier (LSMEANS).

[2] SE udtrykker den største standardafvigelse på de korrigerede middelværdier (LSMEANS).

## Samlet vurdering af opnåede resultater

Afprøvningen viste, at den daglige kuldtilvækst blev maksimeret ved 7,4-7,9 g fordøjeligt lysin pr. FEso, og at kuldtilvæksten faldt, når indholdet af lysin lå under knækpunktet ved de estimerede dosis-responskurver. Desuden viste resultaterne, at søernes daglige vægttab blev minimeret, når foderet indeholdt 8,3 g fordøjeligt lysin pr. FEso. Da alle aminosyrer med undtagelse af lysin blev holdt konstant i alle grupper, var det nødvendigt at se på forholdet mellem lysin og de øvrige aminosyrer ved de fundne knækpunkter for dosis-respons kurverne. I Tabel 9 fremgår de opnåede aminosyreprofiler i knækpunkterne for kuldtilvækst, estimeret med henholdsvis broken-line og kurvelineære modeller, samt knækpunktet for søernes daglige vægttab estimeret med broken-line.

**Tabel 9.** Opnået aminosyreprofil (i procent af lysin) ved maksimal kuldtilvækst og ved minimeret dagligt vægttab hos soen estimeret med de bedst beskrivende modeller. Til sammenligning ses aminosyreprofilen i gældende norm.

| Parameter | Maksimal daglig kuldtilvækst[1] | Maksimal daglig kuldtilvækst[2] | Minimalt dagligt vægttab hos so[3] | Gældende norm [17] |
|---|---|---|---|---|
| Lysin, g fordøjeligt pr. FEso | 7,4 | 7,9 | 8,3 | 7,7 |
| Methionin i % af lysin | 31 | 29 | 28 | 31 |
| Methionin+cystin i % af lysin | 58 | 54 | 52 | 58 |
| Treonin i % af lysin | 63 | 59 | 56 | 65 |
| Tryptofan i % af lysin | 21 | 20 | 19 | 20 |
| Isoleucin i % af lysin | 59 | 56 | 53 | 56 |
| Leucin i % af lysin | 112 | 105 | 99 | 108 |
| Histidin i % af lysin | 37 | 35 | 33 | 36 |
| Fenylalanin i % af lysin | 77 | 72 | 68 | 55 |
| Fenylalanin+tyrosin i % af lysin | 136 | 127 | 121 | 113 |
| Valin i % af lysin | 70 | 66 | 62 | 69 |

[1] Estimeret med broken-line model.

[2] Estimeret med kurvelineær model.

[3] Estimeret med broken-line model.

Afvigelserne på indholdet af fordøjeligt methionin, methionin + cystin, threonin og valin medførte, at gældende norm [17] ikke blev overholdt. Ved 7,4 g fordøjeligt lysin pr. FEso lå forholdet mellem treonin og lysin på 63 %, hvilket var under gældende norm (65 %). Ved 7,9 g fordøjeligt lysin pr. FEso lå både forholdet mellem methionin+cystin (54 %), treonin (59 %) og valin (66 %) i forhold til lysin lavere end gældende norm. Et kig på Tabel 9 viser dog overordnet set, at den opnåede aminosyreprofil i mellem de to knækpunkter for kuldtilvækst stort set svarer til gældende norm og understreger dermed, at justeringen af aminosyreprofilen til diegivende søer i 2017 [9] har medført, at den i normen anbefalede aminosyreprofil netop sikrer maksimal daglig kuldtilvækst og dermed højest mulig mælkeydelse [4]. De opnåede resultater kan også tolkes således, at når foderets lysinindhold lå under knækpunktet for daglig kuldtilvækst, var foderets indhold af fordøjeligt lysin begrænsende, mens der ved niveauer af fordøjeligt lysin over knækpunktet var tale om, at det indbyrdes forhold mellem lysin og én eller flere aminosyrer (sandsynligvis treonin, methionin + cystin, methionin eller valin, i nævnte rækkefølge) begrænsede den daglige kuldtilvækst. Afprøvningens design gav ikke mulighed for at afgøre, hvilken eller hvilke aminosyrer der i givet fald var begrænsende ved et højere lysinindhold, men hvis ikke der havde været et underindhold af treonin og sekundært methionin + cystin samt valin, kan det ikke udelukkes, at der kunne have været fundet et øget respons af mere lysin. Under den antagelse, at underindholdet i treonin havde betydning for søernes udnyttelse af lysin, så kan det ikke udelukkes, at knækpunktet ville blive forskudt, således at der ved foder som overholdt normen ville være et respons indtil et indhold på: 7,4 × 100% / 94 % = 7,9 g fordøjeligt lysin pr. FEso. NRC (2012) anbefaler, at forholdet mellem fordøjeligt treonin og fordøjeligt lysin burde være 63 % [18], men denne vurdering er lige som den danske norm for treonin (65% af lysin) [17] baseret

på et spinkelt datagrundlag [35-37]. Afprøvningens resultater kunne dog også stille spørgsmålstegn ved, om de 65 % treonin i forhold til lysin er en nødvendighed. Desuden er det påvist, at treoninbehovet øges ved høje koncentrationer af fibre i foderet [38], og da der i indeværende afprøvning er anvendt et forholdsvist fiberholdigt diegivningsfoder (35 % byg + 5 % havre + 2 % roepiller), kunne dette være et argument for at nedjustere treonin:lysin. Det vurderes dog, at forholdet treonin:lysin ikke bør ændres, før der ligger flere forsøg, som begrunder dette.

Ved normændringen i 2015 blev det konstateret, at søernes daglige vægttab blev minimeret, når foderets lysinindhold var 7,9 g fordøjeligt lysin pr. FEso [5]. Det bekræftedes i nærværende afprøvning, at vægttabet igen blev minimeret ved et højere niveau af lysin i foderet end det, der var krævet til at maksimere kuldtilvæksten. Aktuelt blev søernes vægttab minimeret til 0,17 kg pr. dag (~ 6 kg over fire ugers diegivningsperiode) ved 8,3 g fordøjeligt lysin pr. FEso.

En øget kuldtilvækst vil som oftest øge søernes tab af rygspæk [5,39], og det blev tidligere påvist, at søens rygspæktab blev maksimeret, når diegivningsfoderets indhold af lysin lå på 6,6 g fordøjeligt lysin pr. FEso eller derover (samlet rygspæktab i diegivningsperioden lå på 2,2 til 3,3 mm) [5]. Dette må absolut ikke tolkes sådan, at det var ønskeligt at maksimere søernes rygspæktab, men det skal ses i lyset af, at søerne havde et lavt vægttab, samtidigt med at de havde et relativt højt tab af rygspæk. Siden har flere afprøvninger vist, at søernes tab af rygspæk i diegivningsperioden oftest ligger i intervallet 2-4 mm [6,9,39], og nærværende afprøvning var ingen undtagelse, idet søerne tabte 3,4-3,9 mm over en diegivningsperiode på 26 dage (Tabel 6), og det samlede rygspæktab var uafhængigt af foderets lysinindhold (P=0,362; Tabel 6). Disse resultater tyder dermed kraftigt på, at højtydende søer malker en del fedt fra kroppen, selvom deres samlede vægttab er minimalt.

Når der i nyere amerikansk forskning [40,41] blev fundet, at en forsyning med fordøjeligt lysin på helt op til 71 g pr. dag øgede kuldtilvæksten til 3,45 kg/d, skal dette ses i forhold til foderets råvaresammensætning. Ikke kun i forsøget, men generelt i USA, anvendes en meget høj andel majs i foderet, som bidrager til et højt indhold af leucin. Forskning har vist, at optagelsen af de forgrenede aminosyrer (isoleucin, leucin og valin) og lysin i yveret sker via de samme transportmekanismer [42,43], og en for høj koncentration af de forgrenede aminosyrer i blodet kan derfor hæmme optagelsen af lysin til yveret. Særligt høj koncentration af leucin i blodet har vist sig at hæmme optaget af lysin til yveret [44]. Med ovenstående in mente kan der argumenteres for, at lysinbehovet i daværende studie var overestimeret på grund af et højt leucinindhold i foderet. Dette underbygger, hvor væsentligt det er at vurdere aminosyreprofilen samt brugen af råvarer ved sammenligning af studier. Da normerne for både fordøjeligt leucin og valin samt fordøjeligt protein i Danmark er reduceret de seneste tre år [5,7], vil det i teorien øge udnyttelsen af foderets lysin- og proteinindhold [10].

### Implementering af afprøvningens resultater i praksis

Samlet set viste resultaterne, at aminosyreprofilen i gældende norm maksimerer den daglige kuldtilvækst. I knækpunktet for daglig kuldtilvækst indeholdt foderet 7,4-7,9 g fordøjeligt lysin pr. FEso, hvilket resulterede i en aminosyreprofil, som stort set afspejlede gældende norm [17].

Sammenholdes de fundne resultater med, at Normudvalget tidligere har vurderet, at normen for lysin skulle være 7,7 g fordøjeligt pr. FEso for at vægte maksimal kuldtilvækst samt prioritere et reduceret vægttab [7], vurderedes det, at en fastholdelse af nuværende normer for aminosyrer til diegivende søer [17] vil sikre søerne en optimal forsyning med lysin.

Resultaterne fra nærværende afprøvning bør således ikke tages i brug under praktiske forhold, idet det i stedet anbefales at anvende foder, som overholder gældende normer, idet der i normerne indgår en produktionsøkonomisk vurdering. Da resultaterne fra afprøvningen blev forelagt Normudvalget i september 2018, blev det besluttet at fastholde gældende norm, idet der til stadighed er et ønske om at maksimere daglig kuldtilvækst og fravænningsvægt pr. gris under hensyntagen til økonomien [45]. Derfor bør alt foder til diegivende søer overholde gældende norm.

# Konklusion

Afprøvningen blev gennemført med seks grupper i et dosis-responsdesign, hvor niveauet af fordøjeligt lysin blev afprøvet i intervallet 5,4-10,0 g pr. FEso, mens alle øvrige aminosyrer blev holdt på et fast niveau. Kuldets daglige tilvækst blev maksimeret ved 7,4-7,9 g fordøjeligt lysin pr. FEso, mens soens daglige vægttab blev minimeret ved 8,3 g fordøjeligt lysin pr. FEso. Ved 7,4-7,9 g fordøjeligt lysin var der dermed tilstrækkeligt med lysin til at opnå maksimal udnyttelse af de øvrige aminosyrer til kuldtilvækst. Samlet set viste afprøvningen, at der ikke blev opnået en øget daglig kuldtilvækst, når foderets indhold af fordøjeligt lysin blev øget ud over den aminosyreprofil, som normen foreskriver.

Afprøvningens resultater blev forelagt Normudvalget, som på baggrund af dette valgte at fastholde gældende norm til diegivende søer, og resultaterne fra nærværende afprøvning bør således ikke tages direkte i anvendelse, idet der i stedet henvises til Normer for Næringsstoffer.

# Referencer


[1] Jessen, O. (2016): Landsgennemsnit for produktivitet i svineproduktionen 2016. Notat nr. 1716. SEGES Svineproduktion.

[2] Vinther, J. Landsgennemsnit for produktivitet i svineproduktionen 2010 Notat nr. 1114. Videncenter for Svineproduktion.

[3] Nielsen, N.O.; Jultved, C.R. (2000): Rapport over E-kontrollens resultater oktober 2000. Notat nr. 0054. Landsudvalget for Svin.

[4] Hansen, A.V.; Strathe, A.B.; Kebreab, E.; France, J.; Theil, P.K. (2012): Predicting milk yield and composition in lactating sows: A Bayesian approach. *Journal of Animal Science*. 90:2285-2298.

[5] Bruun, T.S.; Strathe, A.V.; Vinther, J.; Tybirk, P.; Hansen, C.F. (2017): Mere protein og aminosyrer til diegivende søer øger kuldtilvæksten. Meddelelse nr. 1098. SEGES Svineproduktion, Den Rullende Afprøvning.

[6] Højgaard, C.K.; Bruun, T.S.; Hansen, C.F. (2017): Ændring af aminosyreprofil sparer protein til diegivende søer. Meddelelse nr. 1110. SEGES Svineproduktion, Den Rullende Afprøvning.

[7] Bruun, T.S.; Tybirk, P. (2017): Baggrund for revision af normer for aminosyrer og protein til diegivende søer. Notat nr. 1738. SEGES Svineproduktion.

[8] Kim, S.W.; Hurley, W.L.; Wu, G.; Ji, F. (2009): Ideal amino acid balance for sows during gestation and lactation. *Journal of Animal Science*. 87: E123-E132.

[9] Højgaard, C.K.; Theil, P.K.; Bruun, T.S. (2017): Ny aminosyreprofil til diegivende søer reducerer behovet for protein. Meddelelse nr. 1122. SEGES Svineproduktion, Den Rullende Afprøvning.

[10] Huber, L.; de Lange, C.F.M.; Krogh, U.; Chamberlin, D.; Trottier, N.L. (2015): Impact of feeding reduced crude protein diets to lactating sows on nitrogen utilization. *Journal of Animal Science*. 93:5254-5264.

[11] Yang, H.; Pettigrew, J.E.; Johnston, L.J.; Shurson, G.C.; Walker, R.D. (2000): Lactational and subsequent reproductive responses of lactating sows to dietary lysine (protein) concentration. *Journal of Animal Science*. 78:348-357.

[12] Mejia-Guadarrama, C.A.; Pasquier, A.; Dourmad, J.Y.; Prunier, A.; Quesnel, H. (2002): Protein (lysine) restriction in primiparous lactating sows: Effects on metabolic state, somatotropic axis, and reproductive performance after weaning. *Journal of Animal Science*. 80:3286-3300.

[13] Touchette, K.J.; Allee, G.L.; Newcomb, M.D.; Boyd, R.D. (1998): The lysine requirement of lactating primiparous sows. *Journal of Animal Science*. 76:1091-1097.

[14] Richert, B.T.; Tokach, M.D.; Goodband, R.D.; Nelssen, J.L.; Campbell, R.G.; Kershaw, S. (1997): The effect of dietary lysine and valine fed during lactation on sow and litter performance. *Journal of Animal Science*. 75:1853-1860.

[15] NRC: (1998): Nutrient Requirements of Swine. 10. udgave, National Research Council, Subcommittee on Swine Nutrition, Committee on Animal Nutrition, pp. 189.

[16] Dourmad, J.Y.; Noblet, J.; Etienne, M. (1998): Effect of protein and lysine supply on performance, nitrogen balance, and body composition changes of sows during lactation. *Journal of Animal Science*. 76:542-550.

[17] Tybirk, P.; Sloth, N.M.; Kjeldsen, N.J.; Shooter, L. (2017): Normer for næringsstoffer. 26. udgave. SEGES Svineproduktion.

[18] NRC (2012): *Nutrient Requirements of Swine*. 11. udgave, National Research Council, Subcommittee on Swine Nutrition, Committee on Animal Nutrition, pp. 400.

[19] King, R.H. (2000): Factors that influence milk production in well-fed sows. *Journal of Animal Science*. 78:19-25.

[20] Vadmand, C.N.; Krogh, U.; Hansen, C.F.; Theil, P.K. (2015): Impact of sow and litter characteristics on colostrum yield, time for onset of lactation, and milk yield of sows*. Journal of Animal Science*. 93:2488-2500.

[21] Bruun, T.S.; Strathe, A.V.; Hansen, C.F.; Vinther, J.; Tybirk, P. (2015): Valin til højtydende diegivende søer. Meddelelse nr. 1059. Videncenter for Svineproduktion, Den Rullende Afprøvning.

[22] Strathe, A.V.; Bruun, T.S.; Zerrahn, J.-E.; Tauson, A.H.; Hansen, C.F. (2015): The effect of increasing dietary valine-to-lysine ratio on sow metabolism, milk production and litter growth. *Journal of Animal Science*. 94:155-164.

[23] Esbensen, K.H.; Dahl, C.K.; Petersen, L.; Friis-Pedersen, H.H.; Houmøller, L.P.; Ørnskov, A.; Johnsen, J.; Højbjerg, L. (2002): Sampling I, II, III, IV. *Dansk Kemi*. 83.

[24] Esbensen, K.H.; Dahl, C.K.; Petersen, L.; Friis-Pedersen, H.H.; Houmøller, L.P.; Ørnskov, A.; Johnsen, J.; Højbjerg, L. (2003): Sampling V. *Dansk Kemi*. 85.

[25] Strathe, A.V.; Bruun, T.S.; Geertsen, N.; Zerrahn, J.-E.; Hansen, C.F. (2017): Increased dietary protein levels during lactation improved sow and litter performance. *Animal Feed Science and Technology.* 232:169-181.

[26] Gonçalves, M.A.D.; Bello, N.M.; Dritz, S.S.; Tokach, M.D.; DeRouchey, J.M.; Woodworth, J.C.; Goodband, R.D. (2016): An update on modeling dose–response relationships: Accounting for correlated data structure and heterogeneous error variance in linear and nonlinear mixed models1,2. *Journal of Animal Science.* 94:1940-1950.

[27] Parr, T.M.; Kerr, B.J.; Baker, D.H. (2003): Isoleucine requirement of growing (25 to 45 kg) pigs1. *Journal of Animal Science.* 81:745-752.

[28] Strathe, A.V.; Bruun, T.S.; Zerrahn, J.-E.; Tauson, A.H.; Hansen, C.F. (2016): The effect of increasing dietary valine-to-lysine ratio on sow metabolism, milk production and litter growth. *Journal of Animal Science.* 94:155-164.

[29] Zak, L.J.; Cosgrove, J.R.; Aherne, F.X.; Foxcroft, G.R. (1997): Pattern of feed intake and associated metabolic and endocrine changes differentially affect postweaning fertility in primiparous lactating sows. *Journal of Animal Science.* 75:208-216.

[30] Koketsu, Y.; Dial, G.D.; Pettigrew, J.E.; King, V.L. (1997): Influence of feed intake during individual weeks of lactation on reproductive performance of sows on commercial farms. *Livestock Production Science.* 49:217-225.

[31] Koketsu, Y.; Dial, G.D.; Pettigrew, J.E.; King, V.L. (1996): Feed intake pattern during lactation and subsequent reproductive performance of sows. *Journal of Animal Science.* 74:2875-2884.

[32] Koketsu, Y.; Dial, G.D.; Pettigrew, J.E.; Marsh, W.E.; King, V.L. (1996): Influence of imposed feed intake patterns during lactation on reproductive performance and on circulating levels of glucose, insulin, and luteinizing hormone in primiparous sows. *Journal of Animal Science.* 74:1036-1046.

[33] Strathe, A.V.; Bruun, T.S.; Hansen, C.F. (2017): Sows with high milk production had both a high feed intake and high body mobilization. *Animal.* 11: 1913-1921.

[34] Baidoo, S.K.; Aherne, F.X.; Kirkwood, R.N.; Foxcroft, G.R. (1992): Effect of feed intake during lactation and after weaning on sow reproductive performance. *Canadian Journal of Animal Science.* 72:911-917.

[35] Cooper, D.R.; Patience, J.F.; Zijlstra, R.T.; Rademacher, M. (2001): Effect of nutrient intake in lactation on sow performance: determining the threonine requirement of the high-producing lactating sow. *Journal of Animal Science.* 79:2378-2387.

[36] Westermeier, C.; Paulicks, B.R.; Kirchgessner, M. (1998): Futteraufnahme und Lebendmasseentwicklung von Sauen und Ferkeln während der Laktation in Abhängigkeit von der Threoninversorgung der Sau 1. Mitteilung zum Threoninbedarf laktierender Sauen. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition.* 79:33-45.

[37] Lewis, A.J.; Speer, V.C. (1975): Threonine Requirement of the Lactating Sow. *Journal of Animal Science.* 40:892-899.

[38] Mathai, J.K. (2015): Effects of fiber on the optimum threonine:lysine ratio for 25 to 50 kg growing gilts. *Master thesis*. University of Illinois at Urbana-Champaign.

[39] Bruun, T.S.; Strathe, A.V.; Krogsdahl, J. (2017): Effekt af foderstyrke og kuldstørrelse på kuldtilvækst og søernes vægttab. Meddelelse nr. 1118. SEGES Svineproduktion, Den Rullende Afprøvning.

[40] Graham, A., Greiner, L., Goncalves, M. A. D., Orlando, U. A. D., & Touchette, K. J. (2018): Lysine Requirement of Lactating Sows-Revisited. *Journal of Animal Science*, *96*, 167-168.

[41] Bruder, E., Gourley, G., & Goncalves, M. (2018). Effects of Standardized Ileal Digestible Lysine Intake during Lactation on Litter and Reproductive Performance of Gilts. *Journal of Animal Science*, *96*, 168-168.

[42] Laspiur, J.P.; Burton, J.L.; Weber, P.S.D.; Moore, J.; Kirkwood, R.N.; Trottier, N.L. (2009): Dietary Protein Intake and Stage of Lactation Differentially Modulate Amino Acid Transporter mRNA Abundance in Porcine Mammary Tissue. *The Journal of Nutrition.* 139:1677-1684,

[43] Manjarin, R.; Steibel, J.P.; Zamora, V.; Am-In, N.; Kirkwood, R.N.; Ernst, C.W.; Weber, P.S.; Taylor, N.P.; Trottier, N.L. (2011): Transcript abundance of amino acid transporters, beta-casein, and alpha-lactalbumin in mammary tissue of periparturient, lactating, and postweaned sows. *Journal of Dairy Science.* 94:3467-3476.

[44] Hurley, W.L.; Wang, H.; Bryson, J.M.; Shennan, D.B. (2000): Lysine uptake by mammary gland tissue from lactating sows. *Journal of Animal Science.* 78:391-395.

[45] Bruun, T.S.; Højgaard, C.K.; Tybirk, P. (2018): Baggrund for fastholdelse af normen for lysin og øvrige aminosyrertil diegivende søer. Notat nr. 1833. SEGES Svineproduktion.

## Anvendte forkortelser

| Forkortelse | Betydning |
|---|---|
| Fordøjeligt | Protein og aminosyrer: standardiseret ilealt fordøjeligt<br>Fosfor: tilsyneladende fækalt fordøjeligt |
| Aske | Råaske |
| Protein | Råprotein |
| Fedt | Råfedt |

## Deltagere

**Statistiker:** Julie Krogsdahl, SEGES Svineproduktion

**Teknikere:** Tommy Nielsen og Peter Nøddebo Hansen, SEGES Svineproduktion

**Andre deltagere:** Jens-Ove Hansen, JOH Consult & Jens-Erik Zerrahn, Evonik Nutrition & Care Gmbh Tyskland Filial Danmark

Afprøvning nr. 1478
Aktivitetsnr.: 093-202150
Øvrige tilskud: Evonik Nutrition & Care GmbH Tyskland Filial Danmark har ydet tilskud i form vådkemiske analyser af foderprøver.

//LISH//

# Appendiks 1

Planlagt protein- og aminosyreindhold i gruppe 1-6.

| Indhold | Gruppe | | | | | | Norm, g st. ford. pr. FEso[1] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| Aminosyreindhold, fordøjeligt g pr. FEso | | | | | | | |
| Protein | 119 | 120 | 121 | 122 | 123 | 124 | 118 |
| Lysin | 6,0 | 6,8 | 7,6 | 8,4 | 9,2 | 10,0 | 7,7 |
| Methionin | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,4 |
| Methionin + cystin | 4,7 | 4,7 | 4,7 | 4,7 | 4,7 | 4,7 | 4,5 |
| Treonin | 5,1 | 5,1 | 5,1 | 5,1 | 5,1 | 5,1 | 5,0 |
| Tryptofan | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,5 |
| Isoleucin | 4,8 | 4,8 | 4,8 | 4,8 | 4,8 | 4,8 | 4,3 |
| Leucin | 8,8 | 8,8 | 8,8 | 8,8 | 8,8 | 8,8 | 8,3 |
| Histidin | 2,9 | 2,9 | 2,9 | 2,9 | 2,9 | 2,9 | 2,8 |
| Fenylalanin | 5,9 | 5,9 | 5,9 | 5,9 | 5,9 | 5,9 | 4,2 |
| Fenylalanin + Tyrosin | 9,9 | 9,9 | 9,9 | 9,9 | 9,9 | 9,9 | 8,7 |
| Valin | 5,7 | 5,7 | 5,7 | 5,7 | 5,7 | 5,7 | 5,3 |

[1] Normer for næringsstoffer. 26. udgave [17].

# Appendiks 2

Foderkurve med maksimalt tilladte daglige foderstyrker anvendt til henholdsvis diegivende søer og gylte.

| Dage efter faring | Maksimal daglig foderstyrke, FEso pr. dag | |
|---|---|---|
| | 1. kuldssøer | 2.-5. kuldssøer |
| 1 | 2,50 | 2,50 |
| 2 | 3,00 | 3,00 |
| 3 | 3,40 | 3,50 |
| 4 | 3,90 | 4,00 |
| 5 | 4,30 | 4,50 |
| 6 | 4,80 | 5,00 |
| 7 | 5,25 | 5,50 |
| 8 | 5,50 | 5,90 |
| 9 | 5,75 | 6,20 |
| 10 | 6,00 | 6,60 |
| 11 | 6,25 | 6,90 |
| 12 | 6,50 | 7,30 |
| 13 | 6,75 | 7,60 |
| 14 | 7,00 | 8,00 |
| 15 | 7,30 | 8,30 |
| 16 | 7,70 | 8,70 |
| 17-27 | 8,00 | 9,00 |

# Appendiks 3

Planlagt og analyseret indhold i Færdigfoder 1 og Færdigfoder 2.[1]

| Indhold | Færdigfoder 1 | | | Færdigfoder 2 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Planlagt | Analyseret[3,4] | Afvigelse, % | Planlagt | Analyseret[3,4] | Afvigelse, % |
| Kemisk indhold, % | | | | | | |
| Protein | 15,3 | 15,4 | 0,7 | 15,8 | 15,7 | -0,5 |
| Vand | 13,4 | 12,6 | -5,7 | 13,3 | 12,6 | -4,9 |
| Tørstof | 86,6 | 87,4 | 0,9 | 86,7 | 87,4 | 0,8 |
| Fedt | 4,9 | 4,7 | -3,5 | 4,9 | 4,8 | -2,5 |
| Aske | 5,3 | 4,9 | -8,3 | 5,3 | 4,9 | -7,6 |
| Energiindhold | | | | | | |
| Foderenheder, FEso pr. kg | 1,08 | 1,09 | 0,9 | 1,08 | 1,09 | 0,9 |
| Aminosyreindhold, total g pr. kg | | | | | | |
| Lysin | 7,54 | 7,23 | -4,1 | 11,90 | 10,75 | -9,6 |
| Methionin | 3,00 | 2,73 | -9,0 | 3,00 | 2,79 | -7,0 |
| Cystin | 2,88 | 2,67 | -7,1 | 2,83 | 2,62 | -7,3 |
| Methionin + cystin | 5,88 | 5,41 | -7,9 | 5,83 | 5,41 | -7,1 |
| Treonin | 6,50 | 6,05 | -6,9 | 6,50 | 6,01 | -7,5 |
| Tryptofan | 2,02 | 2,02 | -0,1 | 2,02 | 2,01 | -0,5 |
| Isoleucin | 6,01 | 5,66 | -5,9 | 6,01 | 5,59 | -7,0 |
| Leucin | 10,94 | 10,48 | -4,2 | 10,93 | 10,37 | -5,2 |
| Histidin | 3,73 | 3,58 | -4,0 | 3,73 | 3,54 | -5,1 |
| Fenylalanin | 7,23 | 7,14 | -1,2 | 7,23 | 7,03 | -2,7 |
| Valin | 7,28 | 6,75 | -7,3 | 7,28 | 6,70 | -7,9 |
| Mineraler | | | | | | |
| Calcium, g pr. kg | 8,54 | 9,20 | 7,8 | 8,53 | 8,75 | 2,5 |
| Fosfor, g pr. kg | 5,63 | 5,86 | 4,2 | 5,60 | 5,71 | 2,0 |
| Fytaseaktivitet, FTU pr. kg | 1000 | 1779 | 77,9 | 1000 | 1758 | 75,8 |

[1] I gennemsnittet af analyseresultaterne for alle analyseparametre indgik 16 analyser af hver færdigfoderblanding (fire analyser pr. blanding pr. leverance), alle foretaget hos Eurofins Steins Laboratorium A/S.

# Appendiks 4

Planlagt og realiseret protein- og aminosyreprofil i forhold til normer for næringsstoffer [17] og i forhold til planlagt/realiseret lysin i de seks forsøgsblandinger.

| Aminosyrer og protein, fordøjelig | Norm, g st. ford. pr. FEso[1] | Planlagt indhold, i procent af norm | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Gruppe 1 | Gruppe 2 | Gruppe 3 | Gruppe 4 | Gruppe 5 | Gruppe 6 |
| Protein | 118 | 101 | 102 | 103 | 103 | 104 | 105 |
| Lysin | 7,70 | 77 | 88 | 98 | 109 | 119 | 130 |
| Methionin | 2,40 | 106 | 106 | 106 | 106 | 106 | 106 |
| Methionin+cystin | 4,50 | 105 | 105 | 105 | 104 | 104 | 104 |
| Treonin | 5,00 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 |
| Tryptofan | 1,54 | 104 | 104 | 104 | 104 | 104 | 104 |
| Isoleucin | 4,30 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 |
| Leucin | 8,30 | 106 | 106 | 106 | 106 | 106 | 106 |
| Histidin | 2,80 | 104 | 104 | 104 | 104 | 104 | 104 |
| Fenylalanin | 4,20 | 140 | 140 | 140 | 140 | 140 | 140 |
| Fenylalanin+tyrosin | 8,70 | 114 | 114 | 114 | 114 | 114 | 114 |
| Valin | 5,30 | 107 | 107 | 107 | 107 | 107 | 107 |

[1] Normer for næringsstoffer. 26. udgave [17].

| Aminosyrer og protein, fordøjelig | Norm, g fordøjeligt pr. FEso[1] | Realiseret indhold, i procent af norm | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Gruppe 1 | Gruppe 2 | Gruppe 3 | Gruppe 4 | Gruppe 5 | Gruppe 6 |
| Protein | 118 | 101 | 101 | 102 | 102 | 103 | 104 |
| Lysin | 7,70 | 74 | 82 | 90 | 98 | 107 | 118 |
| Methionin | 2,40 | 95 | 96 | 96 | 96 | 97 | 98 |
| Methionin+cystin | 4,50 | 96 | 96 | 96 | 95 | 96 | 97 |
| Treonin | 5,00 | 94 | 94 | 94 | 94 | 94 | 94 |
| Tryptofan | 1,54 | 103 | 103 | 103 | 103 | 103 | 103 |
| Isoleucin | 4,30 | 103 | 103 | 103 | 102 | 102 | 102 |
| Leucin | 8,30 | 100 | 100 | 100 | 100 | 99 | 100 |
| Histidin | 2,80 | 99 | 99 | 99 | 98 | 98 | 98 |
| Fenylalanin | 4,20 | 137 | 137 | 136 | 136 | 135 | 135 |
| Fenylalanin+tyrosin | 8,70 | 116 | 116 | 116 | 116 | 115 | 116 |
| Valin | 5,30 | 98 | 98 | 98 | 98 | 98 | 98 |

[1] Normer for næringsstoffer. 26. udgave [17].

| Aminosyrer, fordøjelige | Norm, % af lysin[1] | Realiseret indhold, i procent af realiseret lysin | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Gruppe 1 | Gruppe 2 | Gruppe 3 | Gruppe 4 | Gruppe 5 | Gruppe 6 |
| Methionin | 31 | 40 | 36 | 33 | 30 | 28 | 26 |
| Methionin+cystin | 58 | 76 | 68 | 62 | 57 | 52 | 48 |
| Treonin | 65 | 83 | 74 | 68 | 62 | 57 | 52 |
| Tryptofan | 20 | 28 | 25 | 23 | 21 | 19 | 17 |
| Isoleucin | 56 | 78 | 70 | 64 | 58 | 53 | 48 |
| Leucin | 108 | 147 | 132 | 120 | 109 | 100 | 91 |
| Histidin | 36 | 49 | 44 | 40 | 36 | 33 | 30 |
| Fenylalanin | 55 | 101 | 91 | 83 | 75 | 69 | 63 |
| Fenylalanin+tyrosin | 113 | 178 | 160 | 146 | 133 | 122 | 111 |
| Valin | 69 | 92 | 83 | 75 | 68 | 63 | 57 |

[1] Normer for næringsstoffer. 26. udgave [17].

SEGES

*Tlf.: 33 39 45 00*

*svineproduktion@seges.dk*

Ophavsretten tilhører SEGES. Informationerne fra denne hjemmeside må anvendes i anden sammenhæng med kildeangivelse.

Ansvar: Informationerne på denne side er af generel karakter og søger ikke at løse individuelle eller konkrete rådgivningsbehov.
SEGES er således i intet tilfælde ansvarlig for tab, direkte såvel som indirekte, som brugere måtte lide ved at anvende de indlagte informationer.