

Udpegning af de mest begrænsende aminosyrer til slagtegrise

Niels Morten Sloth, Sally Veronika Hansen og Jeanett Snitgaard Pelck

SEGES Innovation P/S, Den rullende Afprøvning

STØTTET AF

Svineafgiftsfonden

Hovedkonklusion

Ekstradosering af lysin og treonin i foderet til slagtegrise i forhold til idealproteinforholdet resulterede i samme produktionsresultater som ekstradosering af alle fem aminosyrer (lysin, methionin, treonin, tryptofan og valin). Ekstradosering af methionin, tryptofan og valin kan derfor undlades.

Sammendrag

Tidligere undersøgelser har vist, at målrettet tilsætning af udvalgte aminosyrer kan kompensere for lavere proteinniveauer og samtidig sikre gode produktionsresultater.

Der er for nylig gennemført en afprøvningen med det formål at afklare, hvilke aminosyrer, der er mest begrænsende i foder til slagtegrise. Der indgik i alt 6.852 slagtegrise fra ca. 31 til 115 kg på Forsøgsstation Grønhøj, hvor de blev fordelt på ni forsøgsgrupper og ca. 85 gentagelser pr. gruppe.

Gruppe	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Lysin-ekstradosering		Lys	Lys	Lys	Lys	Lys		Lys	½ Lys
Methionin-ekstradosering		Met	Met	Met	Met		Met	Met	½ Met
Treonin-ekstradosering		Tre	Tre	Tre		Tre	Tre	Tre	½ Tre
Tryptofan-ekstradosering			Try		Try	Try	Try	Try	½ Try
Valin-ekstradosering				Val	Val	Val	Val	Val	½ Val
Ammoniumklorid (NH ₄ Cl)									0,4%
Produktionsværdi, indeks ¹	100	104	105	106	105	109	101	105	106

¹ Produktionsværdi er angivet som % af resultatet i gruppe 1. Mindste sikre forskel: 4 indekspoint.

Ekstradosering af lysin, methionin, treonin, tryptofan og valin i 125 % af idealproteinforholdet, som gennemført i gruppe 8, gav en højere produktionsværdi i forhold til gruppe 1 "negativ kontrol", hvor der ikke blev ekstradoseret aminosyrer i forhold til idealproteinforholdet. Samme niveau i produktionsværdi kunne opnås med ekstradosering blot med lysin, methionin og treonin (gruppe 2) eller de kombinationer,

der ses i tabellen ovenfor i gruppe 3, 4, 5 og 9. Der var tendens til, at gruppe 6 (uden ekstra methionin) klarede sig bedst, hvilket indikerer, at ekstradoseringen af methionin i de andre grupper var for høj.

I gruppe 9 blev de fem aminosyrer kun ekstradoseret til 112,5 % af idealproteinforholdet (f.eks. benævnt som "½ Lys" i tabellen ovenfor, dvs. halv ekstradosis af lysin). Gruppe 9 blev desuden tilført 0,4 % ammoniumklorid som ekstra kvælstoftilskud. Den anvendte ekstradosering med methionin var tilsyneladende for høj, fordi undladt ekstradosering med methionin, som gennemført i gruppe 6, gav tendens til højere produktionsværdi end i gruppe 8.

Det kunne endda tyde på, at det kunne være tilstrækkeligt at ekstradosere med lysin alene (gruppe 2, 5 og 6 kombineret) for at opnå resultater på samme niveau som ekstradosering med alle fem tilsatte aminosyrer (gruppe 8). Det er sandsynligt, at det kun er nødvendigt at ekstradosere lysin ca. 5-9 % fordi det tidligere er vist, at behovsestimatet for en aminosyre i forhold til lysin bliver ca. 9 % højere end nødvendigt ved de traditionelle aminosyreforsøg. Vi kan dog ikke svare på dette spørgsmål direkte ud fra nærværende afprøvning, men en opfølgende afprøvning kan svare på dette senere i 2026 sammen med behovet for methionin plus cystin i forhold til lysin. Der er også iværksat en afprøvning til bestemmelse af behov for treonin i forhold til lysin.

Produktionsværdi er en sammenvejning af daglig tilvækst, foderudnyttelse og kødprocent med et gennemsnit af de seneste fem års priser med anvendelse af samme foderpris i alle forsøgsgrupper.

Kødprocenten var ikke statistisk forskellig mellem gruppe 1 "negativ kontrol", hvor der ikke var tilsat ekstra aminosyrer udover idealproteinforholdet og grupperne med høj ekstradosering af aminosyrer (gruppe 2 til 8). Derimod forbedrede tilsætningen af ammoniumklorid (gruppe 9) kødprocenten med 0,3 procentpoint set i forhold til både gruppe 1 og 8, hvilket formodentlig skyldes højere indhold af kvælstof/protein og numerisk lavere foderoptagelse.

Der blev ikke fundet statistisk sikre effekter på sandsynligheden for halebid eller diarréforekomst.

Der er ikke beregnet dækningsbidrag på resultaterne af denne afprøvning, fordi den med markant ekstradosering – over det økonomisk aktuelle niveau – af de fem oftest tilsatte aminosyrer, havde til hensigt at udpege undersøgelsesrækkefølgen af disse aminosyrer i en efterfølgende række af afprøvninger.

Baggrund

Produktionsoptimering hos slagtegrise har i de seneste år været præget af en stigende interesse for at reducere proteinindholdet i foderet uden at gå på kompromis med tilvækst, foderudnyttelse og kødprocent. Dette skyldes både økonomiske hensyn og miljømæssige krav om reduceret kvælstofudledning. Tidligere afprøvninger har vist, at øget tilsætning af de tre mest begrænsende aminosyrer (lysin, methionin og treonin) kan kompensere for lavere proteinniveauer og samtidig forbedre produktionsresultaterne [1,2]. Dermed blev der ved tilsætning af disse tre aminosyrer opnået en bedre proteinudnyttelse og dermed reduceret kvælstofudledning pr. kg tilvækst.

I forlængelse af disse resultater, blev der gennemført et omfattende forsøg med syv proteinniveauer kombineret med fem niveauer af de fem mest begrænsende aminosyrer (lysin, methionin, treonin, tryptofan og valin) i et fast forhold til hinanden. Formålet var at undersøge, om produktiviteten kunne forbedres yderligere ved en mere præcis og differentieret aminosyretilsætning samt om det var muligt at reducere proteinindholdet uden negative effekter på dyrenes vækst og sundhed [3]. Resultaterne viste, at højere niveauer af både protein og aminosyrer gav højere produktionsværdi i form af bedre foderudnyttelse og kødprocent, og indtil ca. 124 g fordøjeligt råprotein pr. FEsV også højere daglig

tilvækst, hvorefter effekten på daglig tilvækst aftog. Effekten på foderudnyttelse og kødprocent af mere protein og tilsætning af aminosyrer fortsatte til toppen af det undersøgte område: 154 g fordøjeligt råprotein pr. FESv og 124 % ekstradosering. Dækningsbidraget toppede ved ca. 119 g fordøjeligt råprotein pr. FESv og en ekstradosering af de fem aminosyrer på 107 % i forhold til idealproteinforholdet. I samme afprøvning blev der observeret en øget forekomst af hale- og ørebid ved de laveste proteinniveauer (95-96 g/FESv) med laveste aminosyreniveauer (6,0-6,4 g lysin /FESv), som kunne afhjælpes med ekstra aminosyretilsætning fra 111 % dvs. 6,8 g lysin pr. FESv og op, hvilket også giver lidt ekstra råprotein.

Disse forsøg har holdt lysin, methionin og treonin [1,2], samt tryptofan og valin [3] i et fast indbyrdes forhold, som stammer fra idealproteinkonceptet. Dette koncept blev introduceret og foreslået af Mitchell i 1964 [4] og sat i praktisk anvendelse af ARC (Agricultural Research Council) i 1981 [5] og sammenlignet med andre bud i 1997 [6] og i 2015 [7], hvilket har medført småjusteringer. Idealproteinkonceptet beskriver forholdet mellem de essentielle aminosyrer og lysin henholdsvis protein, herefter kaldet "idealproteinforholdet". Dette forhold mellem aminosyrerne (udtrykt som procent af lysin) er et fornuftigt udgangspunkt, men har dog den udfordring, at de fleste aminosyrer tilsyneladende er estimeret 5-10 % for højt i forhold til lysin som følge af den gængse forsøgsmetode til aminosyreforsøg. Det er sandsynliggjort i ovennævnte to undersøgelser [2,3] samt to tidligere undersøgelser [11,12] og påvist med hensyn til treonin:lysin-forholdet i 2022 [13]. Overestimering af behov for meget dyre eller ikke-tilsætbare aminosyrer medfører unødigt højt proteinniveau i foderet. Proteinudnyttelsen kan forbedres ved fortsat at optimere balancen mellem aminosyrerne i foderet i forhold til idealproteinforholdet således, at proteinniveauet i foderet ikke er højere end nødvendigt.

I de forrige forsøg var de fire af de fem tilsatte aminosyrer, methionin, treonin, tryptofan og valin, sat i et fast forhold til lysin ud fra idealproteinforholdet og ekstradoseret op til 124 % i forhold til de øvrige aminosyrer og protein. Derved er det ikke muligt at identificere, hvilke(n) af disse fem tilsatte aminosyrer, der var mest begrænsende aminosyrer i forhold til produktiviteten. Ved at undlade at ekstradosere med én eller flere af disse aminosyrer, er det muligt at opnå en besparelse på foderprisen på 2-7 kr. pr. slagtegris.

Selvom grisen ikke selv er i stand til at danne de essentielle aminosyrer, så har et forsøg i 2003 vist, at grisens mikrobiom i tarmsystemet er i stand til at danne essentielle aminosyrer ud fra ammoniumklorid (15N-mærket) og polyglukose (14C-mærket) i foderet, og disse nydannede aminosyrer blev absorberet og udnyttet til grisens proteinsyntese [8]. Hvorvidt mikrobielle aminosyrer yder et nettobidrag til grisens aminosyrebehov, vil afhænge af omfanget af mikrobiel aminosyresyntese, syntesestedet (øvre vs. nedre del af tarmen) og kilden af nitrogen til aminosyresyntese, såvel som i hvilket omfang, aminosyrer af foder- og endogenoprindelse går tabt på grund af aminosyrenedbrydning ved fermentering. Kvælstofoptaget fra tyktarmen kan bidrage til proteinaflejring i kroppen dels via direkte indbygning i ikke-essentielle aminosyrer og dels fordi lidt overskudskvælstof udskilles som urinstof i tyndtarmen og kan genbruges til mikrobiel aminosyreproduktion i den øvre del af tarmen [9]. I 2017 viste et canadisk forsøg, at ikke-proteinkvælstof på ammoniumform er lige så effektiv som kvælstof fra krystallinske aminosyrer eller kasein til at forbedre daglig tilvækst og foderudnyttelse ved et meget lavt proteinniveau (ca. 8-11 % totalt råprotein) [10].

Disse resultater kan formodentlig være en forklaring på, at foderudnyttelsen fortsatte med at stige med aminosyredosering indtil ca. 121 % lysin:leucin hos smågrise [12] og 124 % lysin:leucin hos slagtegrise [3], hvor der ud fra en afprøvning af forskellige metoder til fastlæggelse af indbyrdes forhold mellem aminosyrer ikke forventes væsentlig produktivetsmæssig effekt over ca. 110 % lysin:leucin [13].

Formålet med denne afprøvning var at undersøge, om ekstratilsætning af en eller flere af de fem mest begrænsende aminosyrer (lysin, methionin, treonin, tryptofan og valin) i forhold til idealproteinforholdet

til slagtegrise kan spares væk samtidigt med, at den ekstra produktivitet kan fastholdes. Dernæst skulle det undersøges, om tilskud af en kvælstofkilde (ammoniumklorid) kunne minimere det produktionstab, der ses ved brug af lavproteinføder, men samtidig fastholde den diarrébegrænsende effekt.

Materialer og metoder

Besætningsbeskrivelse

Afprøvningen blev gennemført på Forsøgsstation Grønhøj i slagtegrisestalde med 8-20 stier pr. sektion og 8-20 grise pr. sti samt registrering på stiniveau. Hver sti har en tørfoderautomat med vandforsyning og én drikkekop. Der blev anvendt pelleteret foder efter ædelyst, og foderet blev udfodret via et computerstyret fodringsanlæg, hvor foderet blev blæst ud til foderautomaten i hver sti.

Forsøgsdesign

Der indgik i alt 6.852 grise i afprøvningen, og de vejede ved indsættelse i gennemsnit 31,2 kg. Ved indsættelse i slagtegrisestaldene blev de fordelt til en af ni grupper (Tabel 1) efter gennemsnitsvægt pr. sti. Der var planlagt 85 gentagelser pr. gruppe.

Tabel 1. Planlagt indhold af aminosyre og protein til de ni grupper.

Gruppe	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Lysin-ekstradosering		Lys	Lys	Lys	Lys	Lys		Lys	½ Lys
Methionin-ekstradosering		Met	Met	Met	Met		Met	Met	½ Met
Treonin-ekstradosering		Tre	Tre	Tre		Tre	Tre	Tre	½ Tre
Tryptofan-ekstradosering			Try		Try	Try	Try	Try	½ Try
Valin-ekstradosering				Val	Val	Val	Val	Val	½ Val
Ammoniumklorid (NH ₄ Cl)									0,4%
Råprotein, %	14,0	14,4	14,5	14,5	14,5	14,5	14,3	14,6	14,7
FEsv/100 kg	109	109	109	109	109	109	109	109	109
Fordøjeligt indhold, g/FEsv									
Råprotein	108	112	112	113	112	112	110	113	113
Lysin	7,4	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	7,4	9,2	8,5
Methionin	2,5	3,4	3,4	3,4	3,4	2,5	3,4	3,4	3,1
Cystin	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
Methionin + Cystin	4,4	5,3	5,3	5,3	5,3	4,4	5,3	5,3	5,0
Treonin	4,9	6,1	6,1	6,1	4,9	6,1	6,1	6,1	5,6
Tryptofan	1,50	1,50	1,85	1,50	1,85	1,85	1,85	1,85	1,70
Valin	5,0	5,0	5,0	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	5,8

De forhøjede aminosyreniveauer i gruppe 2 til 8 er markeret med rød og fed skrifttype og i gruppe 9 med blå og fed skrifttype. I gruppe 9 blev de fem aminosyrer kun ekstradoseret til 112,5 % af idealproteinforholdet (f.eks. benævnt som "½ Lys" i tabellen ovenfor, dvs. halv ekstradosis af lysin). Gruppe 9 blev desuden tilført 0,4 % ammoniumklorid som ekstra kvælstoftilskud.

Af de ni grupper, indgik der en negativ kontrol (gruppe 1), der afspejlede det internationalt anvendte idealproteinforhold, og en positiv kontrol (gruppe 8), hvor der blev ekstradoseret med 125 % lysin, methionin, treonin, tryptofan og valin af idealproteinforholdet. I foderet til gruppe 9 blev der ekstradoseret med 112,5 % af disse fem aminosyrer, og der blev tildelt et tilskud af en kvælstofkilde (ammoniumklorid) som et supplement til denne "halve" ekstradosering af aminosyrer. De resterende seks forsøgsgrupper blev tildelt lysin, methionin, treonin, tryptofan og valin i 125 % af idealproteinforholdet, men hvoraf en eller flere af de nævnte aminosyrer blev undladt.

Afprøvningen blev gennemført ved et lavt proteinniveau for at sikre tydeligere effekt af ekstra aminosyretilsætning. Et lavt proteinniveau kan desuden være relevant som et kosteffektivt virkemiddel, når klimaaftryk fra grisefoder skal reduceres.

Der blev produceret otte pelletterede foderblandinger af Danish Agro i Vrå, formalet med 3,5 mm sold. Disse foderblandinger benævnes her som grundblanding og forblandinger og deres sammensætning af centrale fodermidler ses i Appendiks 1. På Forsøgsstation Grønhøj blev disse otte grund- og forblandinger sammensat til de ni grupper ud fra de blandeforhold, der ses i Tabel 2.

Tabel 2. Planlagte blandeforhold af grundblandingen og de syv forblandinger til de ni grupper.

Gruppe	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Grundblanding, %	75	75	75	75	75	75	75	75	75
Neutral forblanding, %	25	10	5	5	5	5	5	0	0
Lysin-forblanding, %	0	5	5	5	5	5	0	5	0
Methionin-forblanding, %	0	5	5	5	5	0	5	5	0
Treonin-forblanding, %	0	5	5	5	0	5	5	5	0
Tryptofan-forblanding, %	0	0	5	0	5	5	5	5	0
Valin-forblanding, %	0	0	0	5	5	5	5	5	0
Ammoniumklorid-forblanding, %	0	0	0	0	0	0	0	0	25

Der blev udtaget foderprøver af de otte blandinger (grundblanding samt syv forblandinger) på foderfabrikken efter Theory of Sampling (TOS) principperne. Disse prøver blev indsendt til analyse ved Eurofins Steins Laboratorium A/S. Grundblandingen blev analyseret for FEsv, alle aminosyrer, råprotein, fedt, aske, fytase, zink, kobber, calcium og fosfor, mens forblandingerne blev analyseret for FEsv, råprotein, lysin, methionin, cystein + cystin, treonin, tryptofan og valin. Der blev udtaget stikprøver af de ni forsøgsblandinger fra foderventilerne over syv perioder á ca. otte uger igennem forsøget, disse blev analyseret for FEsv, vand, råprotein, alle aminosyrer samt zink, kobber, calcium og fosfor.

Registreringer

Grisene blev vejlet stivis ved indsættelse og fire uger efter indsættelse, og de blev leveret til slagtning ved en vægt så tæt på optimal slagtevægt som muligt for den enkelte gris. Hvert staldafsnit (sektion) blev således tømt over to-tre leveringer til slagteriet. Ved slagtning blev kødprocenten på grisene registreret. Foderoptagelse blev målt i kg og derefter multipliceret med gennemsnit af analyseret energikoncentration (FEsv pr. kg) pr. foderlevering. Ud fra dette kunne foderudnyttelse og daglig tilvækst beregnes i de enkelte grupper, hvilket blev anvendt til at beregne produktionsværdi. Sygdomsbehandling blev registreret på enkeltdyrsniveau, og grise blev vejlet ud af afprøvningen, hvis de blev taget ud pga. sygdom eller aflivning.

Produktionsværdi og dækningsbidrag

Ud fra de opnåede produktionsresultater (daglig tilvækst, foderforbrug og kødprocent) blev der beregnet en produktionsværdi, som er baseret på et gennemsnit af de seneste fem års priser for notering og foder (september 2020 til september 2025).

Produktionsværdien (PV) blev beregnet pr. foderventil på følgende måde:

$$PV \text{ pr. gris} = \text{salgspris} - \text{købspris} - \text{foderomkostninger} - \text{diverse omkostninger}$$

$$PV \text{ pr. stiplads pr. år} = PV \text{ pr. gris} * \frac{365 \text{ dage}}{\text{Antal foderdage pr. gris}} * \text{staldudnyttelse}$$

Produktionsværdi pr. stiplads pr. år forkortes i det følgende af pladshensyn nogle steder til: Produktionsværdi pr. stiplads.

Ved beregning af produktionsværdien blev følgende værdier anvendt:

- Foderomkostninger i form af et femårs prissæt på foder

- Gennemsnitlig notering for 30 kg's grise på 445 kr. pr. gris med kg-reguleringer på -6,45 kr./kg (25-30 kg) og +6,66 kr./kg (30-40 kg)
- Gennemsnitlig notering for slagtegrise, inkl. efterbetaling på 12,61 kr. pr. kg
- Slagtegrisefoder (30-110 kg): 2,07 kr. pr. FESv, som er anvendt for alle grupper
- Diverse omkostninger: 20 kr. pr. gris
- Staldudnyttelse: 95 %.

Der er ikke planlagt beregning af dækningsbidrag på resultaterne af denne afprøvning, fordi den med markant ekstradosering – over det økonomisk aktuelle niveau – af de fem oftest tilsatte aminosyrer, havde til hensigt at udpege undersøgelsesrækkefølgen af disse aminosyrer i en efterfølgende række af afprøvninger.

Statistiske modeller

Hypoteser

- 1) Ekstradosering af en eller flere af de fem førnævnte aminosyrer kan undlades - uden at de tidligere fundne effekter på produktivitet og diarréforekomst kompromitteres.
- 2) Tilskud med en alternativ kvælstofkilde kan give et produktivitetsmæssigt løft svarende til et højere proteinniveau opnået via traditionelle proteinfodermidler.

Alle analyser blev foretaget i R version 4.4.1 (2024-06-14 ucrt). Hvor intet andet er nævnt, er der brugt lineære mixede modeller (LMM) estimeret med pakken lme4 (version 1.1.35.5) ved brug af funktionen lmer. Logistiske regressioner er foretaget med funktionen glmer. Poisson modeller er blevet brugt til analyse af antal observerede halebid. T-fordelte modeller blev brugt til analyse af foderudnyttelsen for hele perioden og kødprocenten; disse modeller er estimeret ved at anvende pakken glmmTMB (1.1.10). I alle modeller er der korrigeret for en tilfældig hold/stald effekt.

Der er foretaget diverse modelkontroller bestående af QQ-plots, residual plots, Shapiro-Wilk's test for normalitet af residualer samt modelsimulationer ved brug af pakken DHARMA (0.4.6). Modeller er sammenlignet ved at foretage likelihood ratio tests. LSmeans eller estimerede marginale middelværdier (EMM) er beregnet ved at anvende pakken emmeans (1.10.4) der anvender en test baseret på (asymptotiske) fordelingsegenskaber af de estimerede værdier.

Alle modellerne havde gruppe som hovedeffekt og medtog køn, antal ved indsættelse, og indsættelsesvægt som kovariabel.

Resultater og diskussion

Foderanalyser

Analyserne af foderprøverne fra grundblandingen, som udgjorde 75 % af foderet til alle grupper (se Tabel 2) - samt den neutrale forblanding uden tilsat aminosyrer og forblandingen med tilsat lysinsulfat - viste rimelig god overensstemmelse mellem det forventede og analyserede næringsstofniveau. Dog manglede der ifølge analyserne mellem 2 og 9 % methionin i forhold til det forventede, hvilket er set i adskillige afprøvninger. Metoden anvendt til analyse af methionin er muligvis skyldig i dette fænomen. I forblandingerne med de øvrige fire tilsatte aminosyrer manglede der ifølge analyserne 10 % methionin, 6 % treonin, 21 % tryptofan og 10 % valin. Analyseresultaterne af de indkøbte grund- og forblandinger er vist i Appendiks 2.

Resultaterne af de sammenvejede analyser pr. gruppe af grund- og forblandingerne og foderautomatprøverne fra de ni grupper er vist i Appendiks 3. Som gennemsnit mellem gruppe 2 til 8, hvor der er planlagt ekstradoseringer, er der ifølge analyserne doseret til 122 % lysin, 129 % methionin, 123 % treonin, 117 % tryptofan og 122 % valin i forhold til idealproteinforholdet. Der var planlagt 125 %

ekstradosering af fire aminosyrer (lysin, treonin, tryptofan og valin) og 135 % af methionin således, at summen af methionin og cystin kunne ramme 120 % af idealproteinniveauet.

Produktionsresultater

Resultater frem til mellemvejning

Foderoptagelse i forhold til gruppe 1 var øget i gruppe 3 (uden ekstra valin), 6 (uden ekstra methionin), og 8 (ekstra af de fem tilsatte aminosyrer). Fælles for disse tre grupper var ekstradosering af lysin, treonin og tryptofan. Tilsætningen af ammoniumklorid i gruppe 9 gav en lavere foderoptagelse i forhold til gruppe 8. Det vil sige, at foderoptagelsen ikke blev øget af ekstra valin, methionin eller ammoniumklorid i de anvendte doser.

Daglig tilvækst i forhold til gruppe 1 var øget i alle grupper, der fik ekstradosering af lysin (gruppe 2, 3, 4, 5, 6, 8 og 9). Daglig tilvækst i forhold til gruppe 8 var lavere for alle grupper undtagen gruppe 3 (uden ekstra valin) og 6 (uden ekstra methionin), som begge havde ekstradosering af lysin, treonin og tryptofan. Det vil sige, at daglig tilvækst ikke blev øget af ekstra valin eller methionin i de anvendte doser.

Foderudnyttelsen i forhold til gruppe 1 blev forbedret med 0,08 til 0,19 FEs pr. kg tilvækst ved at ekstradosere lysin (gruppe 2, 3, 4, 5, 6, 8 og 9) sammen med de forskellige kombinationer af de andre fire aminosyrer. Foderudnyttelsen i forhold til gruppe 8 - med ekstradoseringen af alle aminosyrer - var ringere for alle grupper undtagen gruppe 4, som havde ekstradosering af lysin, methionin, treonin, og valin. Undladt ekstradosering af lysin og treonin gik hårdest ud over foderudnyttelsen før mellemvejning.

Resultater for hele perioden

Foderoptagelse i forhold til gruppe 1 blev øget statistisk sikkert i gruppe 6 og 8. Disse to grupper havde ekstra tildeling af lysin, treonin, tryptofan, og valin. Grisene i gruppe 3 og 7 uden ekstra valin og uden ekstra lysin havde tendens til højere foderoptagelse i forhold til gruppe 1. Tilsætningen af ammoniumklorid i gruppe 9 gav en lavere foderoptagelse i forhold til gruppe 8. Det vil sige, at foderoptagelsen blev øget i forhold til gruppe 1 ved at udelade ekstra methionin (gruppe 6) eller ved at ekstradosere med alle fem aminosyrer (gruppe 8). Der er vist en grafisk fremstilling af disse resultater i Appendiks 4.

Daglig tilvækst i forhold til gruppe 1 blev øget med 21-30 g/dag ved ekstradosering af lysin, treonin og tryptofan (gruppe 3, 6, og 8). Daglig tilvækst var i gruppe 2-7 ikke statistisk forskellig i forhold til gruppe 8. Det vil sige, at der kan undlades ekstradosering af valin (gruppe 3) og methionin (gruppe 6) i de anvendte doser. Der er vist en grafisk fremstilling af disse resultater i Appendiks 5.

Foderudnyttelsen i forhold til gruppe 1 blev forbedret med ekstradosering af lysin, men ved undladelse af ekstradosering af treonin (gruppe 5) blev foderudnyttelsen ikke forbedret set i forhold til gruppe 1. Gruppe 5 havde dog ikke en ringere foderudnyttelse sammenlignet med gruppe 8. Undladelse af ekstradosering af lysin (gruppe 7) gav dårligere foderudnyttelse end gruppe 8, tilsvarende blev set i gruppe 1 uden ekstradosering af nogen af de fem aminosyrer. Gruppe 9 med halv ekstradosering af de fem aminosyrer og tilsætning af ammoniumklorid klarede sig på samme niveau som gruppe 8 med fuld ekstradosering af de fem aminosyrer. Det vil sige, at ekstradosering af lysin var nødvendig for at opnå bedre foderudnyttelse i forhold til gruppe 1 og at ca. 112 % ekstradosering af fem aminosyrer kombineret med et kvælstoftilskud klarede sig på niveau med 125 % ekstradosering af fem aminosyrer. Der er vist en grafisk fremstilling af disse resultater i Appendiks 6.

Tabel 3. Produktionsresultater for de ni grupper.

Gruppe	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Lysin		+	+	+	+	+		+	½
Methionin		+	+	+	+		+	+	½
Treonin		+	+	+		+	+	+	½
Tryptofan			+		+	+	+	+	½
Valin				+	+	+	+	+	½
Ammoniumklorid									+
Indtil mellemvejning (31,2-58,9 kg) ¹									
Foderoptagelse, FESv/dag	2,00 bB	2,02 abB	2,06 aAB	2,00 abB	2,03 bAB	2,06 aAB	2,02 abB	2,06 aA	2,00 abB
Daglig tilvækst, g/dag	871 bB	951 aB	971 aAB	945 aB	919 aB	969 aAB	886 abB	977 aA	934 aB
Foderudnyttelse, FESv/kg	2,30 bB	2,13 aB	2,13 aB	2,12 aAB	2,22 aB	2,13 aB	2,28 abB	2,11 aA	2,15 aB
Hele perioden (31,2-115,2 kg) ¹									
Foderoptagelse, FESv/dag	2,89 bB	2,88 abB	2,91 abAB	2,88 abB	2,89 abAB	2,92 aAB	2,92 abAB	2,93 aA	2,87 abB
Daglig tilvækst, g/dag	1089 bB	1100 abAB	1110 aAB	1103 abAB	1102 abAB	1118 aAB	1101 abAB	1114 aA	1094 abB
Foderudnyttelse, FESv/kg	2,65 bB	2,62 aAB	2,62 aAB	2,61 aAB	2,63 abAB	2,61 aAB	2,65 abB	2,61 aA	2,61 aAB
Kødprocent, %	58,6 aAB	58,7 abAB	58,6 abAB	58,8 abAB	58,7 abAB	58,9 abAB	58,6 abAB	58,6 aA	59,0 aB
Produktionsværdi stiplads, indeks	100 bB	104 aAB	105 aAB	106 aAB	105 aAB	109 aAB	101 abAB	105 aA	106 aAB
¹ Små bogstaver angiver sammenligning til gruppe 1, mens store bogstaver angiver sammenligning til gruppe 8. Der sammenlignes indenfor række, og der var ikke statistisk sikker forskel med tilknytning af samme bogstav.									

Kødprocent var ikke statistisk forskellig mellem gruppe 1 og grupperne med høj ekstradosering af aminosyrer. Derimod forbedrede tilsætningen af ammoniumklorid kødprocenten med 0,3 procentpoint set både i forhold til gruppe 1 og 8, hvilket formodentlig skyldes højere kvælstof/proteinindhold og den numerisk laveste foderoptagelse. Der er vist en grafisk fremstilling af disse resultater i Appendiks 7.

Produktionsværdi pr. stiplads pr. år blev i forhold til gruppe 1 forbedret i samtlige grupper på nær gruppe 7, hvilket er alle grupper med tilsat lysin. Der var tendens til, at gruppe 6 (uden ekstra methionin) klarede sig bedre end gruppe 8 (p-værdi = 0,06), hvilket indikerer, at ekstradoseringen af methionin i de andre grupper var for høj. Der er iværksat en undersøgelse af behovet for methionin og methionin+cystin i forhold til lysin hos slagtegrise og en tilsvarende undersøgelse hos smågrise. Nærværende afprøvningsresultater viser, at det er tilstrækkeligt at ekstradosere med lysin og treonin (gruppe 2 og 6 kombineret) for at opnå resultater på samme niveau som ekstradosering med alle fem tilsatte aminosyrer (gruppe 8).

Det kunne endda tyde på, at det kunne være tilstrækkeligt at ekstradosere med lysin alene, da resultaterne fra gruppe 2, 5 og 6 indikerer, at ekstradosering med henholdsvis valin, treonin og methionin kan undlades og at der stadig kan opnås resultater på samme niveau som ekstradosering med alle fem tilsatte aminosyrer (gruppe 8). Det er sandsynligt, at det kun er nødvendigt at ekstradosere lysin ca. 5-9 % fordi det i Meddelelse nr. 1272 er vist, at behovsestimatet for en aminosyre i forhold til lysin bliver ca. 9 % højere end nødvendigt ved de traditionelle aminosyreforsøg [13]. Vi kan dog ikke svare på dette spørgsmål direkte ud fra nærværende afprøvning, men en opfølgende afprøvning kan svare på dette i 2026. Der er vist en grafisk fremstilling af produktionsværdiresultaterne i Appendiks 8.

Sundhed

Der var lav forekomst af halebid og diarrétilfælde igennem afprøvningen. Der blev ikke fundet signifikante effekter på sandsynligheden for halebid eller forekomst af diarré som følge af forsøgsbehandlingerne.

Konklusion

Ekstradosering af lysin, methionin, treonin, tryptofan og valin i 125 % af idealproteinforholdet gav en højere produktionsværdi sammenlignet med gruppe 1, hvor aminosyreindholdet fulgte idealproteinforholdet.

Samme produktivitetsniveau kunne opnås med samme niveau af ekstradosering blot med lysin og treonin. Den anvendte ekstradosering med methionin var sandsynligvis for høj og reducerede måske produktiviteten i de grupper, hvor denne blev tilsat til ca. 125 % af idealproteinforholdet.

Det kunne endda tyde på, at det kunne være tilstrækkeligt at ekstradosere med lysin alene, da ekstradosering gruppe 2, 5 og 6 hver især indikerede, at ekstradosering af henholdsvis valin, treonin og methionin kan undlades og der stadig kan opnås resultater på samme niveau som ekstradosering med alle fem tilsatte aminosyrer (gruppe 8). Det er sandsynligt, at det kun er nødvendigt at ekstradosere lysin ca. 5-9 % fordi det tidligere er vist, at behovsestimatet for en aminosyre i forhold til lysin bliver ca. 9 % højere end nødvendigt ved de traditionelle aminosyreforsøg. Vi kan dog ikke svare på dette spørgsmål direkte ud fra nærværende afprøvning, men en opfølgende afprøvning kan svare på dette senere i 2026 sammen med behovet for methionin plus cystin i forhold til lysin. Der er også iværksat en afprøvning til bestemmelse af behov for treonin i forhold til lysin.

Kødprocent var ikke statistisk forskellig mellem gruppe 1 og grupperne med høj ekstradosering af aminosyrer. Derimod forbedrede tilsætningen af ammoniumklorid kødprocenten med 0,3 procentpoint set både i forhold til gruppe 1 og 8, hvilket formodentlig skyldes højere kvælstof/proteinindhold og numerisk lavere foderoptagelse.

Der blev ikke fundet statistisk sikre effekter på sandsynligheden for halebid eller diarréforekomst.

Der er ikke beregnet dækningsbidrag på resultaterne af denne afprøvning, fordi den med markant ekstradosering – over det økonomisk aktuelle niveau – af de fem oftest tilsatte aminosyrer, havde til hensigt at udpege undersøgelsesrækkefølgen af disse aminosyrer i en efterfølgende række af afprøvninger.

Referencer

- [1] Sloth, N.M., J. Vinther, P. Tybirk, S.E. Kozialar, 2018. Effekt at ekstra protein eller frie aminosyrer i foder til slagtesvin. [Meddelelse nr. 1134](#). SEGES Svineproduktion, Den rullende afprøvning.
- [2] Sloth, N.M., P. Tybirk, J. Krogsdahl og S.E. Koziaara, 2018. Aminosyrebehov til slagtesvin ved to proteinniveauer. [Meddelelse nr. 1135](#), [Den rullende Afprøvning](#)
- [3] Sloth, N.M., J. Poulsen, P. Tybirk, S.S. Grove, M.B.F. Nielsen og M. Willkan, 2022. Syv protein- og fem aminosyreniveauer i foder til slagtegrise. [Meddelelse nr. 1262](#), Den rullende Afprøvning, SEGES Innovation.
- [4] Mitchell HH., 1964. Comparative nutrition of man and domestic animals. New York: Academic Press
- [5] ARC (Agricultural Research Council), 1981. The Nutrient Requirement of Pigs. Commonwealth Agricultural Bureaux, Slough, UK.
- [6] Boisen, S., 1997. Ideal protein - and its suitability to characterize protein quality in pig feeds - A review. Acta Agriculturae Scandinavica, Section A - Animal Science, 47, 31-38.

- [7] van Milgen, J. og Dourmad, J.Y., 2015. Concept and application of ideal protein for pigs. Journal of Animal Science and Biotechnology. Apr 11;6(1):15. doi: 10.1186/s40104-015-0016-1. PMID: 25937926; PMCID: PMC4416387.
- [8] Torrallardona, D., C.I. Harris, og M.F. Fuller, 2003. Pigs' gastrointestinal microflora provide them with essential amino acids. Journal of Nutrition. 133:1127-1131.
- [9] Columbus, D.A., 2012. Enteral Nitrogen Metabolism in the Growing Pig. Ph.d.-afhandling, The University of Guelph, Canada.
- [10] Mansilla, W.D., J.K. Htoo og C.F.M. de Lange, 2017. Nitrogen from ammonia is as efficient as that from free amino acids or protein for improving growth performance of pigs fed diets deficient in nonessential amino acid nitrogen. Journal of Animal Science 2017.95:3093–3102 doi:10.2527/jas2016.0959
- [11] Sloth, N.M., Tybirk, P., Grove, S.S., Hougesen, A.S. og Sommer, H.M., 2021. Aminosyrebehov til maksimal proteinudnyttelse hos smågrise. [Meddelelse nr. 1244](#). SEGES Gris, Den rullende afprøvning.
- [12] Sloth, N.M., Krstrup, A.K., Grove, S.S., Rønving, E., Tybirk, P., Bache, J.K., og Wilken, M., 2022. Fire protein- og fem aminosyreniveauer i foder til smågrise. [Meddelelse nr. 1263](#). SEGES Innovation, Den rullende Afprøvning.
- [13] Sloth, N.M., J.K. Bache, J. Vinther, P. Tybirk, M.C.N. Engelsmann, S.S. Grove og B. Nielsen, 2022. Treonin:Lysin-behovet overestimeres ved den traditionelle forsøgsmetode. [Meddelelse nr. 1272](#), Den rullende Afprøvning, SEGES Innovation.

Deltagere

Tekniker: Per Mark Hagelskjær

Øvrig information

Afprøvning nr. 1799

Projektnr.: 101463

//TSOE//

Appendiks 1. Foderblandingerne fodermiddelsammensætning

Indhold af udvalgte fodermidler (udover mineraler, vitaminer og enzymer) i grundblandingen og de syv forblandinger.

	Grundblanding	Forblanding						
		Neutral	Lysin	Methionin	Treonin	Tryptofan	Valin	Ammoniumklorid
Fodermiddel	Iblandingsprocent							
Byg	46,5	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0
Hvede	32,1	41,0	34,6	39,1	38,3	40,2	38,1	37,7
Rug	-	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0
Sojaskrå	16,2	-	-	-	-	-	-	-
Roepiller	-	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
Palmeolie	1,5	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Lysin sulfat	0,610	-	6,421	-	-	-	-	0,762
DL-Methionin	0,123	-	-	1,946	-	-	-	0,275
L-Treonin	0,202	-	-	-	2,744	-	-	0,314
L-Tryptofan	0,018	-	-	-	-	0,778	-	0,089
L-Valin	0,035	-	-	-	-	-	2,937	0,363
Ammoniumklorid	-	-	-	-	-	-	-	1,5
Næringsindhold, fra foderoptimeringerne:								
FEsv pr. kg	1,07	1,10	1,11	1,11	1,11	1,10	1,10	1,10
F. protein, g pr. FEsv	125,4	58,1	107,9	66,6	73,6	63,5	75,4	91,4
F. lysin, g pr. FEsv	9,3	1,9	38,3	1,9	1,9	1,9	1,9	6,2
F. methionin, g pr. FEsv	3,0	1,0	1,0	18,3	1,0	1,0	1,0	3,4
F. treonin, g pr. FEsv	6,0	1,7	1,8	1,6	25,8	1,7	1,6	4,4
F. tryptofan, g pr. FEsv	1,8	0,7	0,7	0,7	0,7	7,6	0,7	1,5
F. valin, g pr. FEsv	5,8	2,6	2,7	2,5	2,5	2,6	28,3	5,7

Appendiks 2. Analyseret indhold, leverede foderblandinger (grund- og forblandinger)

Analyseret indhold af grundblandingen (101) og de syv forblandinger (102-108) hos Eurofins Steins Laboratorium samt analyseret i forhold til det forventede indhold.

Blanding:	Enhed	Grundblanding				Neutral				Lysin				Methionin				Treonin				Tryptofan				Valin				Ammoniumklorid				
		Forven- tet	Analy- seret	A:F,%	n	Forven- tet	Analy- seret	A:F,%	n	Forven- tet	Analy- seret	A:F,%	n	Forven- tet	Analy- seret	A:F,%	n	Forven- tet	Analy- seret	A:F,%	n	Forven- tet	Analy- seret	A:F,%	n	Forven- tet	Analy- seret	A:F,%	n					
Råprotein	pct	15,9	16,4	103%	25	8,5	8,7	103%	4	14,0	12,9	93%	5	9,5	10,0	105%	4	10,2	10,5	103%	4	9,1	9,5	104%	5	10,3	10,5	102%	5	12,1	14,1	116%	6	
Råfedt	pct	3,7	3,6	98%	25	4,9				4,7				4,8				4,8				4,9				4,8				4,8				
Aske	pct	4,9	4,7	97%	25	4,0				4,0				4,0				4,0				4,0				4,0				4,2				
Vand	pct	12,6	13,3	105%	25	13,3	13,9	104%	4	12,4	13,4	108%	5	13,0	13,6	105%	4	12,9	13,6	106%	4	13,2	13,7	104%	5	12,9	13,5	105%	5	12,8	13,7	107%	6	
EFOS	pct	88,3	88,1	100%	25	88,5				89,2				88,8				88,8				88,6				88,9				88,8				
EFOSi	pct	81,8	81,6	100%	25	78,9				80,0				79,3				79,4				79,0				79,4				79,2				
FEsv	100 kg	108,5	107,2	99%	25	109,8				111,0				110,4				110,5				109,9				109,7				109,7				
Fytaseaktivitet	FTU/kg	1040	1587	153%	13	199				199				199				199				199				199				199				
Mineraler																																		
Calcium	g/kg	6,8	7,8	115%	13	4,9				4,9				4,9				4,9				4,9				4,9				4,9				
Fosfor	g/kg	4,7	4,9	106%	13	2,2				2,1				2,1				2,1				2,2				2,1				2,1				
Kobber	mg/kg	6,4	19,0	296%	13	3,2				2,9				3,1				3,1				3,1				3,1				3,0				
Zink	mg/kg	33,3	111,1	334%	13	23,2				21,5				22,7				22,5				23,0				22,4				22,3				
Totalt aminosyreindhold																																		
Lysin	g/kg	11,2	11,5	103%	25	3,0	3,1	102%	4	43,5	44,0	101%	5	3,0	3,2	108%	4	2,9	3,2	108%	4	3,0	3,3	109%	5	2,9	3,1	107%	5	7,7	8,1	105%	5	
Methionin	g/kg	3,5	3,4	97%	25	1,4	1,3	91%	4	1,4	1,3	94%	5	21,2	19,1	90%	4	1,3	1,5	112%	4	1,4	1,4	106%	5	1,3	1,4	101%	5	4,2	3,1	74%	5	
Cystin	g/kg	2,9	2,9	103%	25	1,9	2,1	111%	4	1,8	2,0	110%	5	1,8	2,1	112%	4	1,8	2,1	112%	4	1,9	2,1	114%	5	1,8	2,0	107%	5	1,8	2,0	108%	5	
Threonin	g/kg	7,5	7,5	100%	25	2,7	2,8	102%	4	2,8	2,8	101%	5	2,7	2,9	108%	4	29,6	27,7	94%	4	2,7	3,3	120%	5	2,7	2,9	110%	5	5,7	6,0	104%	5	
Tryptofan	g/kg	2,2	2,3	102%	13	1,1	1,1	107%	4	1,1	1,1	100%	5	1,0	1,2	114%	4	1,0	1,1	107%	4	8,7	6,9	79%	5	1,0	1,2	117%	5	1,9	1,9	102%	5	
Isoleucin	g/kg	5,9	5,9	99%	13	2,9				3,0				2,9				2,9				2,9				2,9				2,9				
Leucin	g/kg	11,0	11,1	101%	13	5,6				5,5				5,4				5,4				5,5				5,4				5,4				
Histidin	g/kg	3,8	3,7	99%	13	2,0				2,2				2,0				2,0				2,0				2,0				2,0				
Fenylalanin	g/kg	7,4	7,5	102%	13	3,7				3,8				3,6				3,6				3,7				3,6				3,6				
Tyrosin	g/kg	5,1				2,6				2,6				2,5				2,5				2,5				2,5				2,5				
Valin	g/kg	7,6	7,4	98%	25	4,0	4,0	99%	4	4,1	3,8	93%	5	3,9	3,9	100%	4	3,9	3,8	98%	4	4,0	4,7	117%	5	32,3	29,1	90%	5	7,4	7,3	98%	5	
Alanin	g/kg		6,4		13																													
Arginin	g/kg		9,4		13																													
Asparaginsyre	g/kg		13,8		13																													
Glutaminsyre	g/kg		32,8		13																													
Glycin	g/kg		6,5		13																													
Prolin	g/kg		11,1		13																													
Serin	g/kg		7,5		13																													
Ford. indhold pr. FEsv. Beregnet ud fra analyserne og beregnede fordøjeligheder pr. foderblanding																																		
F. råprotein	g/FEsv	124	130	105%	25	59	61	103%	4	109	101	93%	5	68	72	105%	4	75	77	103%	4	65	68	104%	5	77	78	102%	5	93	108	116%	6	
F. lysin	g/FEsv	9,2	9,6	104%	25	2,0	2,0	102%	4	38,4	38,9	101%	5	1,9	2,1	108%	4	1,9	2,0	108%	4	1,9	2,1	109%	5	1,9	2,0	107%	5	6,3	6,6	105%	5	
F. methionin	g/FEsv	2,9	2,9	98%	25	1,0	0,9	91%	4	1,0	0,9	94%	5	18,9	17,1	90%	4	1,0	1,1	112%	4	1,0	1,1	106%	5	1,0	1,0	101%	5	3,6	2,6	74%	5	
F. met+cyst	g/FEsv	5,1	5,1	100%	25	2,3	2,4	102%	4	2,3	2,3	103%	5	20,2	18,6	92%	4	2,2	2,5	112%	4	2,3	2,5	111%	5	2,2	2,4	105%	5	4,8	4,0	83%	5	
F. treonin	g/FEsv	6,0	6,1	101%	25	1,7	1,8	102%	4	1,8	1,8	101%	5	1,7	1,8	108%	4	26,0	24,3	94%	4	1,7	2,0	120%	5	1,7	1,8	110%	5	4,5	4,7	104%	5	
F. tryptofan	g/FEsv	1,8	1,8	103%	13	0,7	0,8	107%	4	0,7	0,7	100%	5	0,7	0,8	114%	4	0,7	0,7	107%	4	7,7	6,1	79%	5	0,7	0,8	117%	5	1,5	1,5	102%	5	
F. isoleucin	g/FEsv	4,7	4,7	101%	13	2,1				2,1				2,0				2,0				2,1				2,0				2,0				
F. leucin	g/FEsv	8,7	8,9	102%	13	4,0				3,9				3,8				3,8				3,9				3,9				3,9				
F. histidin	g/FEsv	3,0	3,0	101%	13	1,4				1,6				1,4				1,4				1,4				1,4				1,4				
F. fenylalan	g/FEsv	5,9	6,1	103%	13	2,7				2,8				2,6				2,6				2,7				2,6				2,7				
F. fenyl+tyr	g/FEsv	9,9			13	4,5				4,6				4,4				4,4				4,5				4,4				4,4				
F. valin	g/FEsv	5,8	5,7	99%	25	2,7	2,6	99%	4	2,7	2,5	93%	5	2,6	2,6	100%	4	2,6	2,5	98%	4	2,6	3,1	117%	5	28,4	25,6	90%	5	5,8	5,7	98%	5	

Forkortelser: A:F,% = Analyseret i % af Forventet. n = Antal analyser

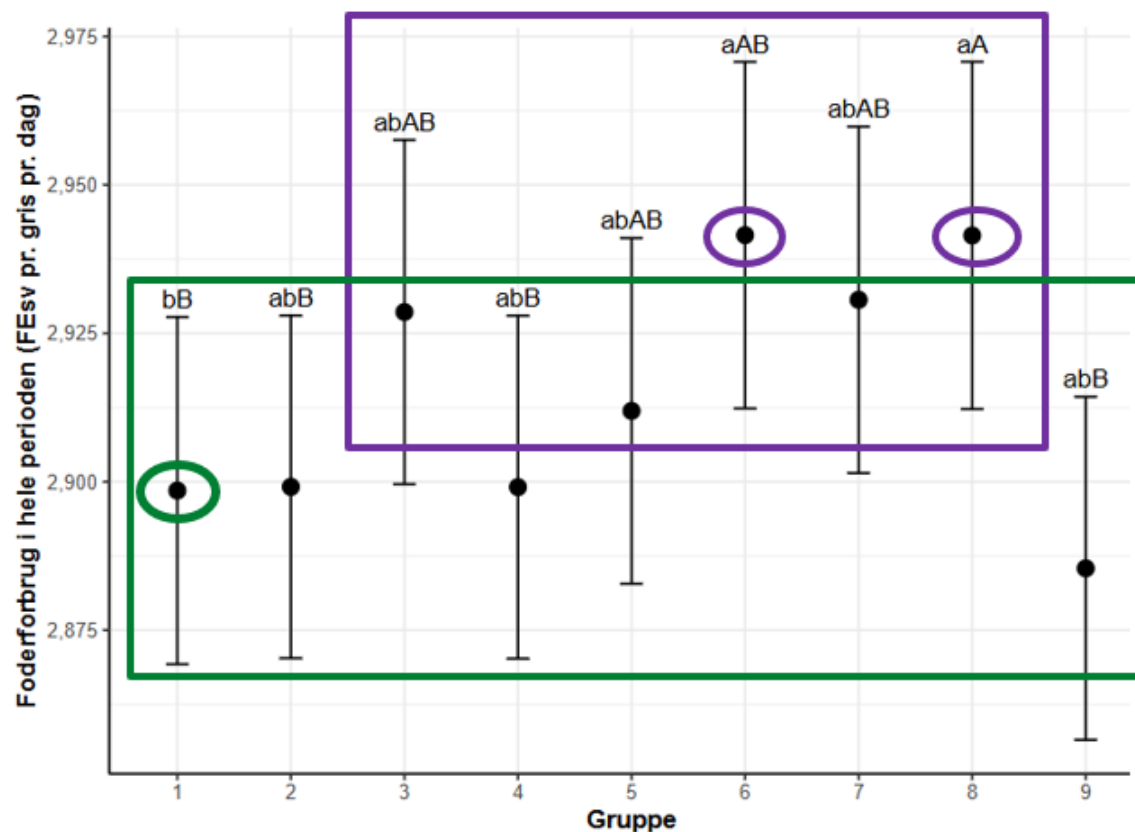
Appendiks 3. Fordøjeligt indhold i foderet pr. gruppe

Gruppe	1	2	% af gr.1	3	% af gr.1	4	% af gr.1	5	% af gr.1	6	% af gr.1	7	% af gr.1	8	% af gr.1	9	% af gr.1
Fordøjeligt indhold, gram pr. FEsv																	
F råprotein	113	116		117		117		116		117		116		117		124	
F Lys:Leu, %	102	126		123		126		122		125		101		125		115	
F lysin	7,8	9,6	123%	9,4	121%	9,6	123%	9,3	120%	9,6	123%	7,7	99%	9,5	122%	8,7	112%
F methionin	2,4	3,1	129%	3,1	129%	3,1	127%	3,2	132%	2,4	99%	3,1	130%	3,1	127%	2,8	115%
F methionin+cystin	4,5	5,1	115%	5,1	115%	5,1	114%	5,3	118%	4,4	99%	5,2	116%	5,1	114%	4,8	108%
F treonin	5,0	6,2	124%	6,1	122%	6,1	121%	5,0	100%	6,2	123%	6,2	124%	6,1	122%	5,6	112%
F tryptofan	1,6	1,6	100%	1,8	117%	1,6	100%	1,8	117%	1,8	117%	1,8	117%	1,8	117%	1,7	112%
F isoleucin	4,0	4,0	100%	4,0	100%	4,0	100%	4,0	100%	4,0	100%	4,0	100%	4,0	100%	4,0	100%
F leucin	7,6	7,6	100%	7,6	100%	7,6	100%	7,6	100%	7,6	100%	7,6	100%	7,6	100%	7,6	100%
F histidin	2,6	2,6	100%	2,6	100%	2,6	100%	2,6	100%	2,6	100%	2,6	100%	2,6	100%	2,6	100%
F fenylalanin	5,2	5,2	100%	5,2	100%	5,2	100%	5,2	100%	5,2	100%	5,2	100%	5,2	100%	5,2	100%
F fenylalanin+tyrosin	8,5	8,5	100%	8,5	100%	8,5	100%	8,5	100%	8,5	100%	8,5	100%	8,5	100%	8,5	100%
F valin	5,0	4,9	98%	5,0	99%	6,1	122%	6,1	122%	6,2	123%	6,2	123%	6,1	121%	5,7	114%
FEsv, 100 kg	108	108	100%	108	100%	108	100%	108	100%	108	100%	108	100%	108	100%	108	100%
Kr. / 100 FEsv	218,75	224,79	103%	227,37	104%	229,14	105%	229,97	105%	229,87	105%	229,29	105%	231,72	106%	236,29	108%
Næringsstoffer i forhold til lysin (fordøjeligt indhold)																	
g F Råprotein/10 g Lysin ¹	146	121		124		122		125		123		150		123		142	
F Methionin:Lysin	31%	33%		33%		32%		34%		25%		41%		32%		32%	
F Met+Cys:Lysin	58%	54%		55%		53%		56%		46%		67%		54%		55%	
F Threonin:Lysin	65%	65%		65%		64%		54%		65%		80%		65%		65%	
F Tryptofan:Lysin	20%	16%		19%		16%		20%		19%		24%		19%		20%	
F Isoleucin:Lysin	52%	42%		43%		42%		43%		42%		52%		42%		46%	
F Leucin:Lysin	98%	80%		81%		79%		82%		80%		99%		80%		87%	
F Histidin:Lysin	33%	27%		28%		27%		28%		27%		33%		27%		30%	
F Fenylalanin:Lysin	67%	55%		56%		54%		56%		55%		68%		55%		60%	
F Fen+Tyr:Lysin	110%	89%		91%		89%		92%		89%		110%		90%		98%	
F Valin:Lysin	65%	51%		53%		64%		66%		65%		80%		64%		66%	
¹ Når udtrykket "gram fordøjeligt råprotein pr. 10 gram fordøjeligt lysin" er på ca. 145 gram eller derover, er niveauet af lysin på niveau med det såkaldte idealproteinforhold, som de danske vækstgrisenormer fulgte indtil 2019.																	

Appendiks 4. Foderoptagelse, FEsv pr. gris pr. dag, hele perioden (31-115 kg)

Små bogstaver angiver sammenligninger med **gruppe 1** ("negativ kontrol").

Store bogstaver angiver sammenligninger med **gruppe 8** ("positiv kontrol").



Lysin -ekstradosering	Lys	Lys	Lys	Lys	Lys		Lys	½ Lys
Methionin -ekstradosering	Met	Met	Met	Met		Met	Met	½ Met
Treonin -ekstradosering	Tre	Tre	Tre		Tre	Tre	Tre	½ Tre
Tryptofan -ekstradosering		Try		Try	Try	Try	Try	½ Try
Valin -ekstradosering			Val	Val	Val	Val	Val	½ Val
Ammoniumklorid (NH ₄ Cl)								0,4% NH ₄ Cl

Grøn indramning af grupperne betyder, at de ikke adskiller sig fra gruppe 1 "negativ kontrol", uden ekstra aminosyreniveau ift. idealproteinforholdet

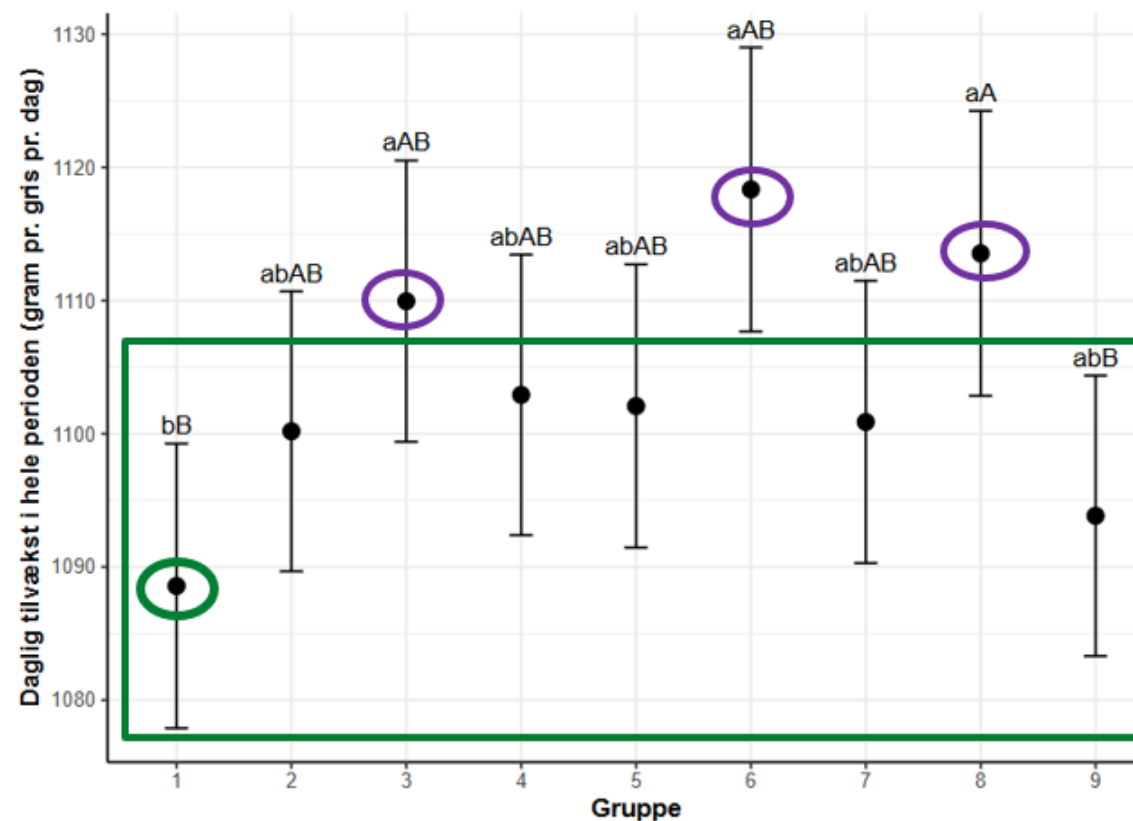
Lilla indramning af grupperne betyder, at de ikke adskiller sig fra gruppe 8 "positiv kontrol".

Grupper markeret med lilla ellipser: Statistisk sikkert forskellige fra gruppe 1.

Appendiks 5. Daglig tilvækst, gram (31-115 kg)

Små bogstaver angiver sammenligninger med **gruppe 1** ("negativ kontrol").

Store bogstaver angiver sammenligninger med **gruppe 8** ("positiv kontrol").



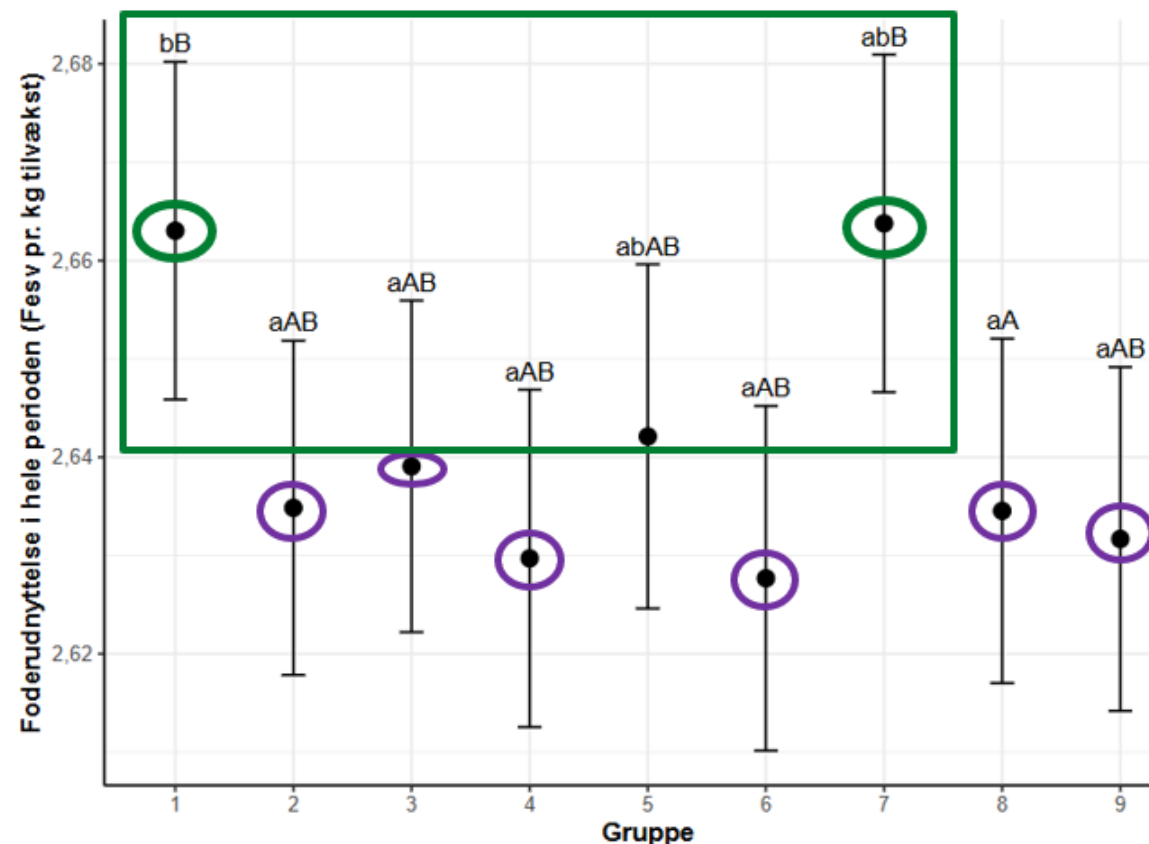
Gruppe								
Lysin -ekstradosering	Lys	Lys	Lys	Lys	Lys		Lys	½ Lys
Methionin -ekstradosering	Met	Met	Met	Met		Met	Met	½ Met
Treonin -ekstradosering	Tre	Tre	Tre		Tre	Tre	Tre	½ Tre
Tryptofan -ekstradosering		Try		Try	Try	Try	Try	½ Try
Valin -ekstradosering			Val	Val	Val	Val	Val	½ Val
Ammoniumklorid (NH ₄ Cl)								0,4% NH ₄ Cl

Grøn indramning af grupperne betyder, at de ikke adskiller sig fra gruppe 1 "negativ kontrol", uden ekstra aminosyreniveau ift. Idealproteinforholdet. Grupper markeret med lilla ellipser: Statistisk sikkert forskellige fra gruppe 1. Mindste sikre forskel: 18 gram daglig tilvækst.

Appendiks 6. Foderudnyttelse, FEsv pr. kg tilvækst (31-115 kg)

Små bogstaver angiver sammenligninger med **gruppe 1** ("negativ kontrol").

Store bogstaver angiver sammenligninger med **gruppe 8** ("positiv kontrol").



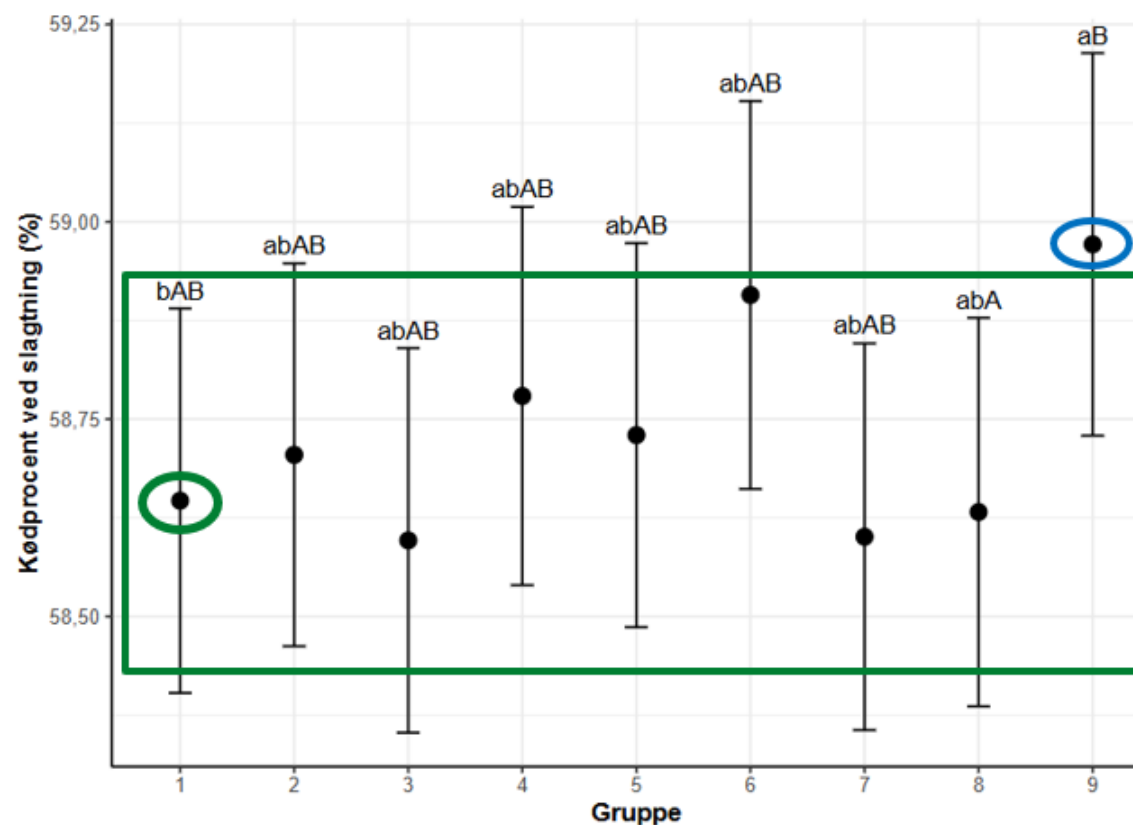
Lysin -ekstradoser		Lys	Lys	Lys	Lys	Lys		Lys	½ Lys
Methionin -ekstradoser		Met	Met	Met	Met		Met	Met	½ Met
Treonin -ekstradoser		Tre	Tre	Tre		Tre	Tre	Tre	½ Tre
Tryptofan -ekstradoser			Try		Try	Try	Try	Try	½ Try
Valin -ekstradoser				Val	Val	Val	Val	Val	½ Val
Ammoniumklorid (NH ₄ Cl)									0,4% NH ₄ Cl

Grøn indramning af grupperne betyder, at de ikke adskiller sig fra gruppe 1 "negativ kontrol", uden ekstra aminosyreniveau ift. Idealproteinforholdet. Grupper markeret med lilla ellipser: Statistisk sikkert forskellige fra gruppe 1. Mindste sikre forskel: 0,03 FEsv pr. kg tilvækst.

Appendiks 7. Kødprocent

Små bogstaver angiver sammenligninger med **gruppe 1** ("negativ kontrol").

Store bogstaver angiver sammenligninger med **gruppe 8** ("positiv kontrol").

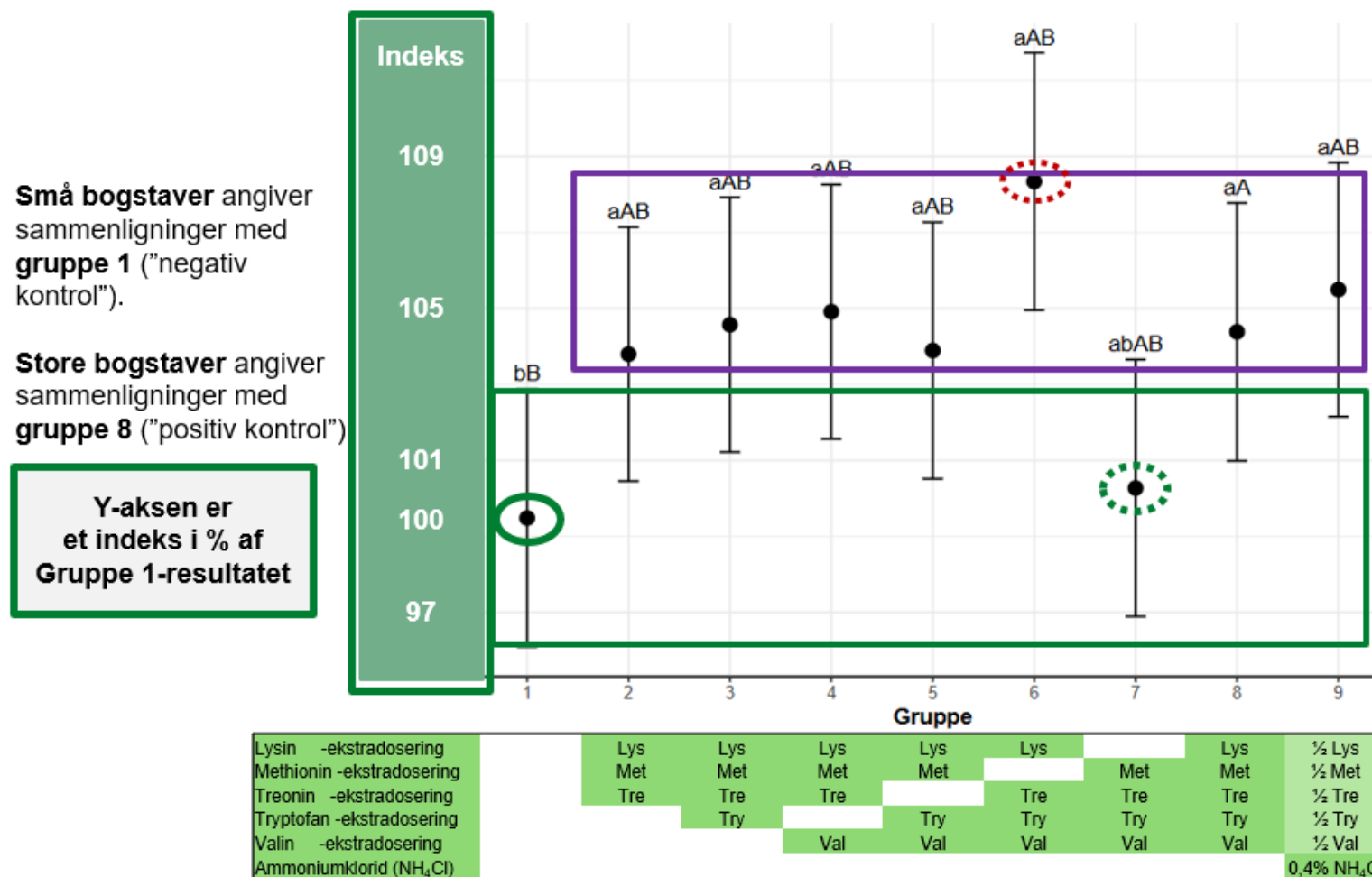


Lysin -ekstradosering	Lys	Lys	Lys	Lys	Lys		Lys	½ Lys
Methionin -ekstradosering	Met	Met	Met	Met		Met	Met	½ Met
Treonin -ekstradosering	Tre	Tre	Tre		Tre	Tre	Tre	½ Tre
Tryptofan -ekstradosering		Try		Try	Try	Try	Try	½ Try
Valin -ekstradosering			Val	Val	Val	Val	Val	½ Val
Ammoniumklorid (NH ₄ Cl)								0,4% NH ₄ Cl

Grøn indramning af grupperne betyder, at de ikke adskiller sig fra gruppe 1 "negativ kontrol", uden ekstra aminosyreniveau ift. idealproteinforholdet. Gruppe 9 markeret med en blå ellipse: Statistisk sikkert forskellige fra både gruppe 1 og gruppe 8.

Appendiks 8. Produktionsværdi pr. stiplads pr. år (31-115 kg), indeks

Produktionsværdi er en sammenvejning af daglig tilvækst, foderudnyttelse og kødprocent med samme foderpris i alle grupper.



Grøn indramning af grupperne betyder, at de ikke adskiller sig fra gruppe 1 "negativ kontrol", uden ekstra aminosyreniveau ift. idealproteinforholdet

Lilla indramning af grupperne betyder, at de ikke adskiller sig fra gruppe 8 "positiv kontrol".

Gruppe 6 markeret med stiplede rød ellipse: Statistisk sikkert forskellig fra gruppe 1 og tendens til højere produktionsværdi ift. gruppe 8.

Mindste sikre forskel: 4 indekspoint.