

AMINOSYREBEHOV TIL MAKSIMAL PROTEINUDNYTTELSE HOS SMÅGRISE

Niels Morten Sloth, Per Tybirk, Sabine Stoltenberg Grove, Anne Sofie Hougesen og Helle Mølgaard Sommer

SEGES Gris, Den rullende Afprøvning

STØTTET AF

Svineafgiftsfonden

Hovedkonklusion

Afprøvningen viste, at proteinudnyttelsen forbedres, når indholdet af protein og aminosyrerne; isoleucin, leucin, histidin og valin sænkes i forhold til lysin. Lavere proteintildeling kan reducere diarréforekomsten.

Sammendrag

Proteinudnyttelsen kan forbedres, ved at proteinniveauet og indhold af aminosyrerne; isoleucin, leucin, histidin og valin sænkes i forhold til lysin. Denne afprøvning har vist, at de klassiske forsøg bag den såkaldte "idealproteinprofil" har estimeret behovet for isoleucin, leucin, histidin og valin for højt i forhold til lysin.

Den maksimale produktionsværdi blev opnået, hvor niveauerne af isoleucin, leucin, histidin og valin var cirka 88 % af deres hidtidige normniveauer i forhold til lysin. Det betyder, at maksimal produktivitet kan opnås ved lavere proteinniveau og dermed opnås lavere risiko for diarré.

Afprøvningen blev gennemført som et dosisresponsforsøg med stigende tildeling af lysin, methionin, treonin og tryptofan ved to proteinniveauer til smågrise fra cirka to uger efter fravæning (7 kg) til afgang (cirka 29 kg). Afprøvningen omfattede 12 forsøgsgrupper, hvor gruppe 1 til 6 fik tildelt foder med et lavt proteinniveau (cirka 127 gram fordøjeligt protein pr. FEsv), mens gruppe 7 til 12 fik tildelt foder med et normalt proteinniveau (cirka 143 gram fordøjeligt protein pr. FEsv).

Der indgik 28.303 grise i afprøvningen fordelt på 40–44 gentagelser for hver af de 12 grupper. Højeste produktivitet blev opnået ved henholdsvis 10,3 og 11,4 gram fordøjeligt lysin pr. FEsv ved lavt og normalt proteinniveau. Tilvækst og foderudnyttelse var cirka 6 % bedre ved 11,4 gram lysin og 144 gram protein end ved 10,3 gram lysin og 128 gram protein.

Forskellen mellem lavt og normalt proteinniveau blev opnået ved øget tilskud af sojaproteinkoncentrat i hele perioden 7-29 kg, hvilket betød, at merprisen på normalprotein-foderet oversteg værdien af

forbedret tilvækst og foderudnyttelse. Når priserne på aminosyrer og ekstra protein medregnes, var der maksimalt dækningsbidrag ved lavprotein med 10,0 gram fordøjeligt lysin, hvilket var marginalt højere i forhold til normalt proteinniveau, hvor dækningsbidraget stort set var konstant fra 10,2 til 11,5 gram fordøjeligt lysin pr. FEsv.

Da andre forsøg har vist, at det relativt billige sojaskrå sagtens kan være eneste proteinfodermiddel til grise fra cirka 15 til 30 kg, er ovenstående sammenligning af dækningsbidrag mellem lav- og normalproteingrupperne faktisk misvisende for griseproducenter, der vælger sojaskrå som eneste proteinkilde i denne vækstfase. Normerne til smågrise er fastsat under antagelse af, at ekstra protein til grise under 15 kg primært kommer fra dyre proteinkilder, mens mere protein efter 15 kg primært kommer fra sojaskrå.

Denne afprøvnings resultater har - sammen med resultaterne fra en afprøvning med slagtegrise med et tilsvarende forsøgsdesign - givet basis for at oprette nye aminosyreprofiler i det reviderede normsæt, hvor de aminosyrer, vi indtil efteråret 2020 ikke kunne tilsætte grisefoder (isoleucin, leucin og histidin), reduceres, hvilket fører til en reduktion af proteinniveauet. De nye aminosyreprofiler kan bruges i foder til smågrise og unggrise i de perioder af væksten, hvor højt proteinindhold i foderet kan give ekstra diarrerisiko.

Baggrund

Det er vist i forsøg, at høj aminosyrekoncentration øger produktiviteten (11,5 gram i forhold til 10,6 gram standard fordøjeligt lysin pr. FEsv samt tilhørende normprofil for de øvrige essentielle aminosyrer i foder til smågrise fra 15 til 30 kg) [1]. Normprofilen er forholdet imellem aminosyrerne. For at følge normprofilen i forhold til lysin for de aminosyrer, der ikke kan tilsættes som frie aminosyrer, må man ofte acceptere en høj proteinkoncentration og/eller meget dyre proteinkilder, f.eks. mælkeprodukter.

De hidtidige aminosyreforsøg er gennemført og tolket, så der gives svar på, hvor høj koncentrationen af de øvrige aminosyrer skal være for, at give maksimal udnyttelse af lysin. Det skyldes, at traditionelle dosisresponsforsøg med en essentiel aminosyre gennemføres under forhold, hvor grisenes lysinbehov til maksimal produktivitet med sikkerhed ikke er opfyldt, fordi man derved kan tillade sig at udtrykke behovet for den undersøgte aminosyre i forhold til lysin. Når grise tildeles en aminosyre under behov, udnytter de denne aminosyre bedre [15]. I nogle aminosyreforsøg er lysinniveauet sat ret lavt, for at være helt sikker på at niveauet var under de testede grises behov i forsøg, hvor de aktuelle grises lysinbehov ikke er undersøgt. Det er der givet eksempler på i en metaanalyse vedrørende behovet for valin i forhold til lysin [9]. Det har den konsekvens, at niveauet for de undersøgte aminosyrer bliver sat for højt i forhold til lysin. På den måde bliver niveauet for de undersøgte aminosyrer sat højere i forhold til modsatte tilgang, hvor niveauet af den aminosyre, der undersøges, holdes passende lavt, og lysin tilsættes i stigende doser, samtidigt med at de øvrige aminosyrer ikke er begrænsende.

Tidligere undersøgelser har derfor svaret på, hvor meget af de øvrige aminosyrer der skal til for at udnytte (den førhen dyre) tilsatte lysin bedst muligt. Prisrelationerne i nyere tid er imidlertid, at protein og øvrige essentielle aminosyrer er relativt dyrere end frit (krystallinsk) lysin, methionin, treonin og tryptofan. Spørgsmålet, der blev stillet med prisrelationer som ved afprøvningens begyndelse, var: Hvor stor koncentration af de billige aminosyrer skal der til for at få fuld udnyttelse af det samlede proteinindhold?

Udover at protein er dyrt, har protein også en anden produktionsmæssig konsekvens, idet høj proteinkoncentration i smågrisefoderet øger diarrerisikoen [1, 10, 11 og 12]. Nuværende hjælpemidler til at reducere diarré ved høj proteintildeling er antibiotika, medicinsk zink og høj kobbertildeling, men alle disse værktøjer vil fremtidigt blive udelukket eller begrænset. Derfor er en reduktion af diarrerisiko ved en bedre udnyttelse af proteinet ønskværdig.

Hypotesen er, at der kan opnås højere produktivitet ved et lavt proteinniveau, blot ved at tilsætte mere frit lysin, methionin, treonin og tryptofan i smågrisefoderet relativt til det niveau for de øvrige aminosyrer, der er angivet i normprofilen. Hypotesen underbygges af resultater fra en afprøvning hos slagtegrise, hvor der var markant effekt af at tilsætte 30 % ekstra frit lysin, methionin og treonin ud over normniveau uden at hæve niveauet af de øvrige aminosyrer [2a]. Det ses også af en anden afprøvning hos slagtegrise, hvor der blev gennemført et dosisresponsforsøg med tilsætning af frit lysin, methionin og treonin til en foderblanding med lavt proteinindhold og en foderblanding med normalt proteinindhold (henholdsvis 115 og 130 gram fordøjeligt protein pr. FEsv) [2b]. Resultatet af begge afprøvninger viste maksimal produktivitet i unggriseperioden opnået ved følgende niveauer af isoleucin, leucin, histidin og valin: 47 % isoleucin:lysin, 85 % leucin:lysin, 31 % histidin:lysin og 62 % valin:lysin. Det svarer til 85-97 % af niveauerne i den hidtidige normprofil, som er fastsat ud fra traditionelle aminosyreforsøg som omtalt ovenfor. Det kunne dog ikke afgøres, hvilken eller hvilke af disse aminosyre(r), der var begrænsende (se Tabel 4a i [Meddelelse nr. 1135 \[2b\]](#)).

Dette understøttes yderligere af modelberegninger på baggrund af tidligere dosisresponsforsøg for forskellige aminosyrer, hvor det ses, at 10 % mangel på lysin giver langt større tab i daglig tilvækst og foderudnyttelse end f.eks. 10 % valinmangel. Grafer for underforsyning af forskellige aminosyrer ses i Appendiks 4. Disse modelberegninger viser, at det kan betale sig at dosere cirka 12 % mere lysin, methionin, treonin og tryptofan uden at hæve niveauet af hverken protein eller de øvrige aminosyrer [3, 4, 5, 6, 7, 8 og 9] - i forhold til skånenorm til smågrise ved afprøvningens påbegyndelse [13, (ses i Appendiks 6)].

Formålet med denne afprøvning var derfor at undersøge, om produktiviteten ved smågrise op til cirka 30 kg kunne forbedres ved at hæve niveauet af de billigste aminosyrer (lysin, methionin, treonin og tryptofan) uden at hæve niveauet af protein og derved risikoen for diarré. Dette blev gjort ved at tilsætte lysin, methionin, treonin og tryptofan til foder med to forskellige proteinniveauer for at opnå maksimal produktivitet med minimal diarrerisiko.

Materialer og metoder

Afprøvningen blev gennemført som et dosisresponsforsøg i én besætning med stigende tildeling af lysin, methionin, treonin og tryptofan ved to proteinniveauer til smågrise fra cirka to uger efter fravæning (gns. 7 kg) til afgang (gns. 29 kg). Afprøvningen omfattede 12 forsøgsgrupper, hvor gruppe 1 til 6 fik tildelt et lavt proteinniveau (cirka 127 gram fordøjeligt protein pr. FEsv), mens gruppe 7 til 12 fik tildelt et normalt proteinniveau (cirka 143 gram fordøjeligt protein pr. FEsv). Der indgik 28.303 grise i afprøvningen fordelt på 12 grupper hver med 40-44 gentagelser svarende til 40-44 dobbeltstier pr. gruppe.

Forsøgsenheden var en dobbeltsti ved en foderventil med 34-64 grise pr. ventil. Der blev fodret med én foderblanding fra to uger efter fravæning frem til afgang.

Foderproduktion og foderanalyser

Der blev produceret fire hjemmeblandede færdigfoderblandinger i besætningen. Foderblandingerne bestod af cirka 10 % byg, 46-50 % hvede, 15-16 % rug, 15 % afskallet sojaskrå, 2 % kartoffelprotein (Langholt), 0-5 % sojaproteinkoncentrat (HP 200) og 2 % teknisk fedt samt mineralfoderblandinger indeholdende kartoffel- og sojaproteinkoncentrat, som blev produceret hos Nutrimin. Disse færdigfoderblandinger blev herefter kaldt "grundblandinger", da de via det computerstyrede fodringsanlæg blev blandet i forskellige forhold, for at opnå de 12 foderblandinger med forskelligt indhold af protein og aminosyrer (Tabel 1b).

De to forskellige proteinniveauer blev opnået ved at have forskelligt indhold af sojaproteinkoncentrat (Appendiks 1).

Ved det ugentlige teknikerbesøg blev repræsentative foderprøver pr. grundfoderblanding udtaget ved "tværsnitsprøver" af en lodret faldende varestrom i foderladen. Disse stikprøver blev samlet pr. grundblanding over en periode på fire uger til i alt 11 samleprøver pr. grundfoderblanding, hvorefter de blev indsendt til analyse for indhold af energi (FEsv), ftaseaktivitet, mineraler samt totalt indhold af aminosyrer og indhold af frie aminosyrer. På samme måde blev der udtaget stikprøver for hver af de 12 forsøgsfoderblandinger inde i stalden før nedløb i foderautomaterne. Disse stikprøver blev samlet pr. gruppe over en periode på seks uger til i alt fem samleprøver pr. forsøgsfoderblanding og derefter indsendt til analyse for tørstof, protein, mineraler og aminosyrer. Ved prøveudtagning og prøveneddeling blev principperne i *Teorien Om Sampling* [17] overholdt. Alle foderanalyser blev foretaget hos Eurofins Steins Laboratorium A/S. Resultatet af alle kemiske prøver er fremkommet ved dobbeltbestemmelse (Appendiks 2).

Forsøgsdesign

Forsøget var designet som et dobbelt dosisresponsforsøg med stigende tildeling af frit lysin, methionin, treonin og tryptofan i en lavproteinfoderblanding (Grundblanding A) og i en foderblanding med et normalt proteinindhold (Grundblanding C). Tildeling af frit lysin, methionin, treonin og tryptofan skete i et fast indbyrdes forhold: Grundblanding B var en kopi af Grundblanding A blot med ekstra tilsat aminosyre, Grundblanding D var en kopi af Grundblanding C blot med ekstra tilsat aminosyre. De planlagte aminosyre- og proteinniveauer kan ses i Tabel 1a og de analyserede niveauer ses i Appendiks 3a og 3b. Som vist begge steder var der 7–8 gram ekstra fordøjeligt protein pr. foderenhed i Grundblanding B og D i forhold til henholdsvis Grundblanding A og C, hvilket alene skyldes det kvælstofbidrag, der kommer fra de frie aminosyrer. Registreringer, beregning af produktionsværdi og dækningsbidrag samt statistiske metoder er beskrevet i Appendiks 5.

Tabel 1a. De fire planlagte grundblandinger

Grundblanding	A	B	C	D
Kr. pr. 100 FEsv	156,3	167,0	177,3	187,3
Råprotein, %	16,7	17,5	18,9	19,7
FEsv pr. 100 kg	111	111	111	111
F. protein, g/FEsv	120	127	138	145
F. lysin, g/FEsv	8,5	11,9	9,8	13,3
F. methionin, g/FEsv	2,7	3,8	3,1	4,3
F. methionin+cystin, g/FEsv	4,5	6,4	5,3	7,2
F. treonin, g/FEsv	5,1	7,3	6,0	8,1
F. tryptofan, g/FEsv	1,76	2,50	2,06	2,79
F. isoleucin, g/FEsv	4,8	4,8	5,6	5,6
F. leucin, g/FEsv	9,1	9,1	10,5	10,5
F. histidin, g/FEsv	2,9	2,9	3,4	3,4
F. fenylalanin, g/FEsv	4,9	4,9	5,7	5,7
F. fenylalanin+tyrosin, g/FEsv	9,1	9,1	10,5	10,5
F. valin, g/FEsv	6,1	6,1	7,0	7,0

Tabel 1b. Forsøgsdesign, de 12 forsøgsgrupper

Gruppe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Pct., grundblanding A	100 %	80 %	60 %	40 %	20 %	0 %						
Pct., grundblanding B	0 %	20 %	40 %	60 %	80 %	100 %						
Pct., grundblanding C							100 %	80 %	60 %	40 %	20 %	0 %
Pct., grundblanding D							0 %	20 %	40 %	60 %	80 %	100 %
Beregnet pr. gruppe ud fra ovenstående forhold mellem de fire grundblandinger												
Kr. pr. 100 FEsv	156,32	158,46	160,6	162,74	164,88	167,02	177,27	179,27	181,28	183,28	185,29	187,29
F. protein, g/FEsv	120	121	123	124	126	127	138	139	141	142	144	145
F. lysin ¹ , g/FEsv	8,4	9,1	9,8	10,5	11,2	11,9	9,8	10,5	11,2	11,9	12,6	13,3
F. leucin ¹ , g/FEsv	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5

¹ Fordøjeligt lysin som repræsentant for de fire tilsatte aminosyrer og fordøjeligt leucin som repræsentant for de fastholdte aminosyrer indenfor hvert af de to proteinniveauer

Resultater og diskussion

Forekomsten af enkelt dyrsbehandling for diarré var ikke signifikant forskellig mellem lav- og normalproteingrupperne (p-værdi: 0,33). Der var ikke statistisk forskel mellem grupperne, hvad angår dødelighed (p-værdi: 0,92) eller grise udtaget fra forsøg på grund af sygdom (p-værdi: 0,51).

Resultatet af foderanalyserne og de afledte beregninger af fordøjeligt indhold pr. foderenhed ses i detaljer i Appendiks 2, 3a og 3b. I Tabel 2 herunder ses de analyserede værdier omregnet til fordøjeligt indhold pr. foderenhed.

Tabel 2. Opnåede fordøjelige niveauer pr. FEsv på basis af analyseret indhold (se Appendiks 2 og 3a)

Gruppe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Råprotein (gns. gr. 1-6 henholdsvis 7-12)	127						143					
Lysin	8,3	8,8	9,4	10,0	10,6	11,2	9,4	10,0	10,7	11,3	12,0	12,7
Methionin	2,7	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	3,1	3,4	3,7	4,0	4,4	4,7
Met+cys	4,6	4,9	5,2	5,5	5,8	6,0	5,2	5,5	5,8	6,1	6,5	6,8
Treonin	5,1	5,4	5,8	6,1	6,4	6,8	5,9	6,3	6,7	7,0	7,4	7,8
Tryptofan	1,85	1,92	1,99	2,06	2,13	2,20	2,19	2,27	2,36	2,45	2,53	2,62
Isoleucin	4,8						5,6					
Leucin	8,9						10,2					
Histidin	2,9						3,3					
Fenylalanin	6,0						6,9					
Fen:+tyr	10,6						12,1					
Valin	6,0						6,9					
Lysin, % af leucin	92	99	105	112	118	125	92	98	105	111	118	124
Leucin, % af lysin (norm=100 %)	108	101	95	89	84	80	109	102	96	90	85	81

Normprofilen for aminosyrer i forhold til lysin fra det internationalt anvendte "idealprotein", som svarer til det danske normniveau fra 2018 [13, (ses i Appendiks 6)] overholdes ikke i lavproteinniveauet i gruppe 3-6 og i normalproteinniveauet i gruppe 9-12, fordi der kun tilsættes mere lysin, methionin, treonin og tryptofan (Appendiks 3b). På trods heraf maksimeres produktionsværdien, hvor niveauet af isoleucin, leucin, histidin og valin er cirka 88 % af daværende norm (Appendiks 6). Dette kan ses ved at sammenholde det beregnede opnåede indhold i Appendiks 3b med toppunktbestemmelsen i Figur 1b samt gruppegennemsnittene i Tabel 3 og 4. Produktionsværdien er det beregnede dækningsbidrag ved samme foderpris i alle grupper, se beregningsmetoderne i Appendiks 5.

Tabel 3. Produktionsresultater ved lavproteinniveau (gruppe 1 til 6)

Gruppe	1	2	3	4	5	6	Top-punkter, Lys:Leu ⁴	p-værdi, kurvelineær ⁵
F. protein, g/FEsv	123	125	126	128	129	131		
F. lysin, g/FEsv	8,3	8,8	9,4	10,0	10,6	11,2		
F. Lysin:Leucin [*]	92	98	105	112	119	126		
Idealprotein, F. lysin g/FEsv ¹	8,3	8,8	8,9	8,9	8,8	8,7		
Hele perioden, ca. 7 kg til afgang								
Antal indsatte grise	2.267	2.351	2.438	2.403	2.277	2.369		
Antal dobbeltstier/hold pr. gruppe	42	43	44	44	42	42		
Vægt indsættelse, kg	7,0	6,9	7,0	7,3	7,1	7,3		
Vægt afgang, kg	25,1	26,3	27,4	28,1	27,8	27,8		
Foderoptagelse, FEsv/dag	0,92	0,95	0,97	0,98	0,97	0,95	111	<0,0001
Daglig tilvækst, gram	506	542	570	581	578	573	113	<0,0001
Foderudnyttelse, FEsv/kg tilvækst	1,82	1,75	1,70	1,68	1,67	1,66	121	<0,0001
F. lysin pr. kg tilvækst	15,0	15,5	16,1	16,8	17,7	18,5		
Produktionsværdi (PV) gris/dag, kr.	1,33	1,49	1,62	1,68	1,69	1,69	115	<0,0001
PV, indeks i forhold til gruppe 2 ²	89	100	109	112	113	113		
Dækningsbidrag (DB) pr. stiplads/dag ³	1,74	1,88	2,00	2,02	2,00	1,97	111	<0,0001
DB, indeks i forhold til gruppe 2	92	100	106	107	106	104		

^{*} Leucin var en repræsentant for proteinniveauet

¹ Idealprotein: Mest begrænsende aminosyreniveau i forhold til 2018-normen (Appendiks 6), udtrykt ved F. lysin pr. FEsv

² Der var statistisk sikker kurvelineær sammenhæng

³ Dækningsbidraget er beregnet på samme måde som produktionsværdi, blot er der anvendt aktuel foderpris pr. gruppe

⁴ Toppunkter: Repræsenterer den dosis fordøjeligt lysin i procent af fordøjeligt leucin, hvor maksimal daglig tilvækst, foderoptagelse, foderudnyttelse, produktionsværdi og dækningsbidrag opnås. Dette forhold er i det hidtidige normsæt = 100. 115 % fordøjeligt Lysin:Leucin svarer her til 15 % ekstra lysin, methionin, treonin og tryptofan i forhold til det hidtidige normsæt, og dermed bliver – som eksempel - forholdet mellem fordøjeligt Leucin:Lysin 87 %

⁵ En p-værdi under 0,05 betyder, at der var statistisk sikker kurvelineær effekt af aminosyretilsætning

De sikreste estimater for effekt af aminosyretilsætning på produktionsresultaterne fås ved aflæsning af funktionerne fra dosisresponsanalyserne i Figur 1 til 5, fordi funktionerne "hviler" på alle observationer. Disse funktioner danner baggrund for konklusionerne for denne afprøvning. Men som en vejledning er estimaterne for hver gruppe også vist i figurerne samt i Tabel 3 og 4 i form af "LS-Means"-værdier (mindste kvadraters gennemsnit), hvor resultaterne er korrigeret for eventuelle afvigelser i indsættelsesvægt imellem grupperne. I Tabel 3 (lavproteinniveau) og 4 (normalproteinniveau) er toppunkterne for dosisrespons-analyserne angivet med p-værdier for, hvorvidt der var kurvelineær effekt af aminosyredosering. Der var statistisk sikker effekt af aminosyredosis på både foderoptagelse, daglig tilvækst, foderudnyttelse, produktionsværdi og dækningsbidrag. Dækningsbidraget er beregnet på samme måde som produktionsværdi, blot er der i modsætning til produktionsværdiberegningen anvendt de aktuelle foderpriser pr. gruppe (Appendiks 3a).

Table 4. Produktionsresultater ved normalproteinniveau (gruppe 7 til 12)

Gruppe	7	8	9	10	11	12	Top-	p-
F. protein, g/FEsv	140	141	143	144	145	147	punkter, Lys:Leu ⁴	værdi, kurve- lineær ⁵
F. lysin, g/FEsv	9,4	10,0	10,7	11,3	12,0	12,7		
F. Lysin:Leucin ⁴	93	99	105	111	117	123		
Idealprotein, F. lysin g/FEsv ¹	9,4	10,0	10,2	10,2	10,3	10,3		
Hele perioden, ca. 7 kg til afgang								
Antal indsatte grise	2.437	2.374	2.303	2.305	2.380	2.399		
Antal dobbeltstier/hold pr. gruppe	45	44	42	42	44	44		
Vægt indsættelse, kg	7,1	7,1	6,9	7,3	7,0	6,9		
Vægt afgang, kg	27,7	28,8	28,8	29,4	28,9	28,9		
Foderoptagelse, FEsv/dag	0,97	0,99	0,99	0,98	0,97	0,97	101	0,0126
Daglig tilvækst, gram	576	606	611	618	611	614	104	<0,0001
Foderudnyttelse, FEsv/kg tilvækst	1,69	1,63	1,61	1,59	1,58	1,57	119	<0,0001
F. lysin pr. kg tilvækst	15,8	16,4	17,2	18,0	19,0	19,9		
Produktionsværdi (PV) gris/dag, kr.	1,66	1,81	1,85	1,90	1,89	1,91	112	<0,0001
PV, indeks i forhold til gruppe 2 ²	92	100	103	105	105	106		
Dækningsbidrag (DB) pr. stiplads/dag ³	1,87	1,99	2,00	2,02	1,98	1,97	103	<0,0001
DB, indeks i forhold til gruppe 2	94	100	101	102	100	99		

¹ Idealprotein: Mest begrænsende aminosyreniveau i forhold til 2018-normen (Appendiks 6), udtrykt ved F. lysin pr. FEsv

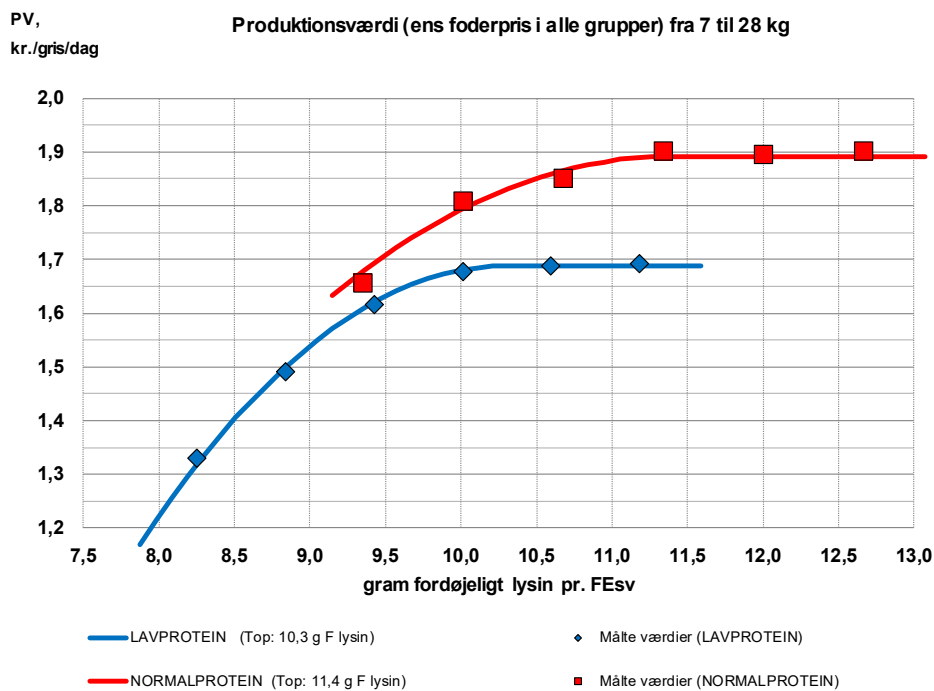
² Der var statistisk sikker kurvelineær sammenhæng

³ Dækningsbidraget er beregnet på samme måde som produktionsværdi, blot er der anvendt aktuel foderpris pr. gruppe

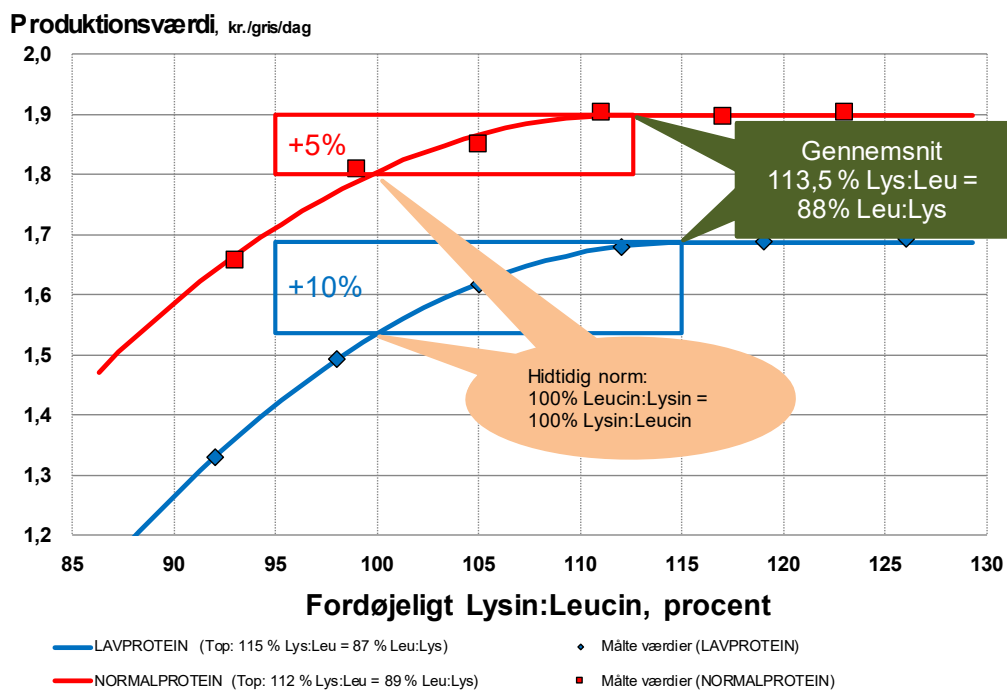
⁴ Toppunkter: Repræsenterer den dosis fordøjelighed lysin i procent af fordøjeligt leucin, hvor maksimal daglig tilvækst, foderoptagelse, foderudnyttelse, produktionsværdi og dækningsbidrag opnås. Leucin er en repræsentant for proteinniveauet. Dette forhold er i det hidtidige normsæt = 100. 115 % Lysin:Leucin svarer her til 15 % ekstra lysin, methionin, treonin og tryptofan i forhold til det hidtidige normsæt, og dermed bliver – som eksempel - forholdet mellem fordøjeligt Leucin:Lysin 87 %

⁵ En p-værdi under 0,05 betyder, at der var statistisk sikker kurvelineær effekt af aminosyretilsætning

I de følgende figurer er der for Figur 1a til 5a anvendt fordøjeligt lysin pr. FEsv som repræsentant for dosis af det faste forhold af frit lysin, methionin, treonin og tryptofan., mens Figur 1b – 5b viser effekterne af trinvis højere tilsætning af frie aminosyrer (her lysin, methionin, treonin og tryptofan) i forhold til leucin, som er valgt som "repræsentant" for proteinniveauet. Proteinniveauet kunne lige så vel være repræsenteret af de to andre aminosyrer, der ikke i praksis kan tilsættes, isoleucin og histidin, da de sammen med leucin og valin ifølge normprofilen fra 2018 (Appendiks 6) for aminosyrer er stort set lige begrænsende. Leucin er valgt, fordi denne aminosyrer skal udgøre 100 % af lysin ifølge den såkaldte "idealproteinprofil". Dermed er det med udtrykket Lysin:Leucin nemt at aflæse, hvor meget ekstra af de fire frie aminosyrer, der er givet ekstra i forhold til "Idealproteinprofilen". På x-aksen af b-graferne vises fordøjeligt lysin i procent af fordøjeligt leucin, hvor lysin er repræsentant for dosis af det faste forhold af frit lysin, methionin, treonin og tryptofan.

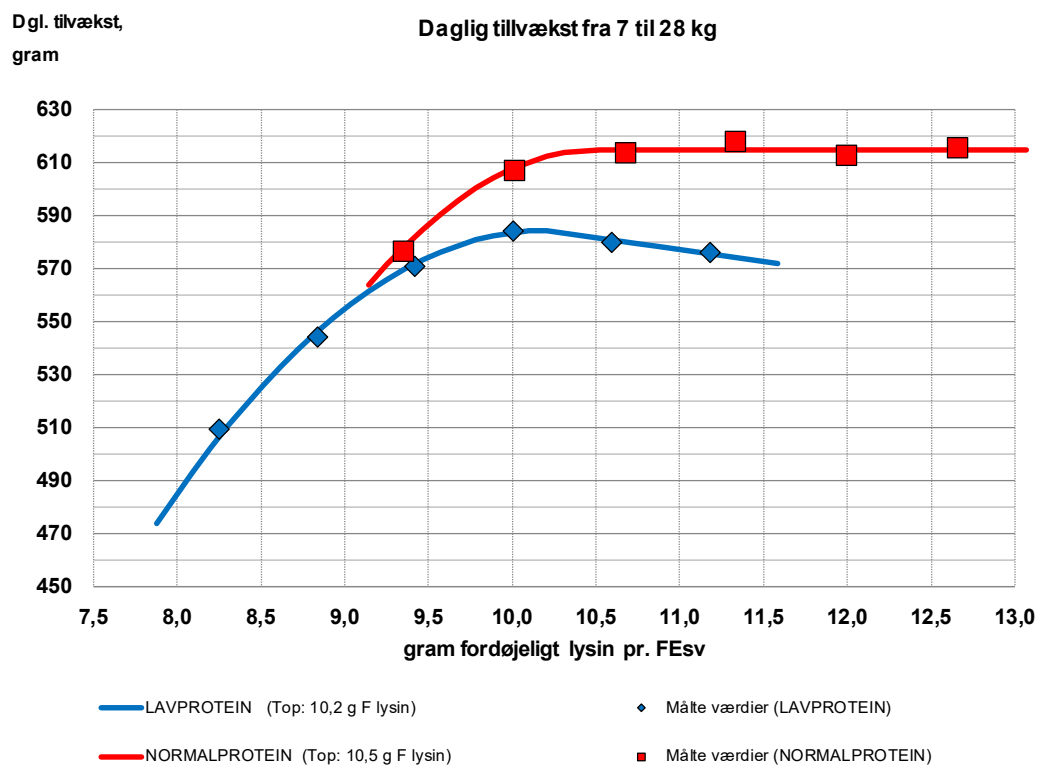


Figur 1a. Produktionsværdi (PV) som funktion af aminosyreindhold, repræsenteret af fordøjeligt lysin i gram pr. FEsv

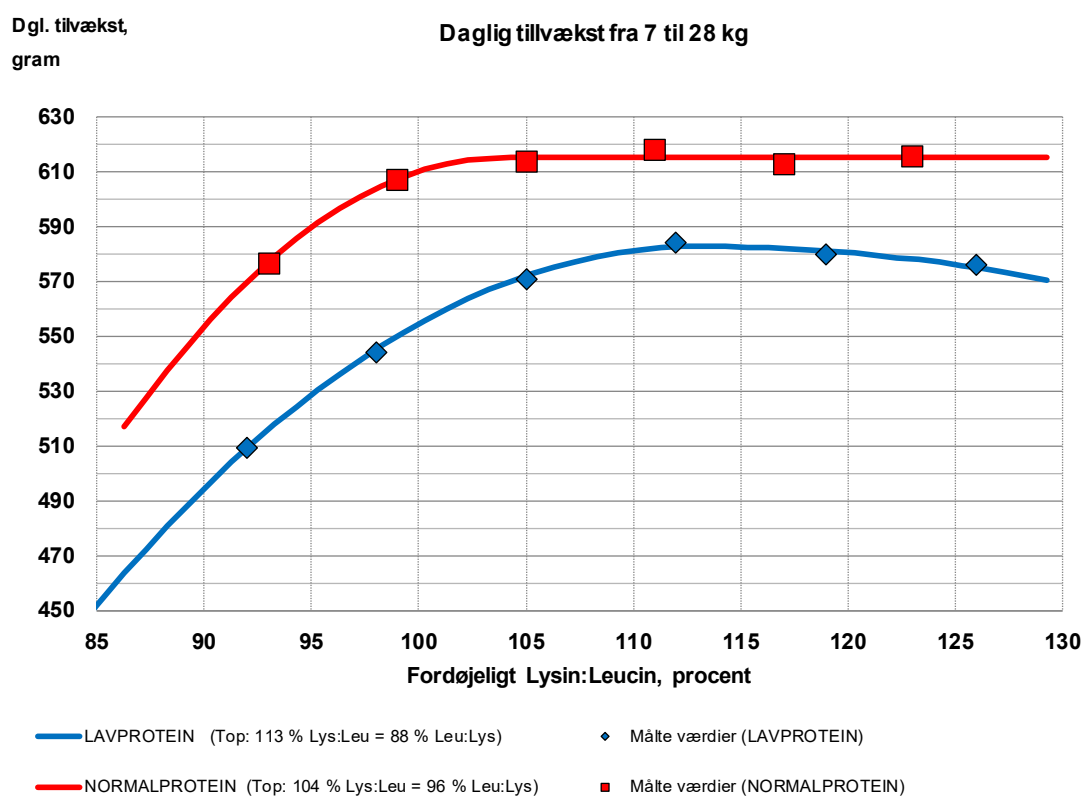


Figur 1b. Produktionsværdi (PV) som funktion af tilsat aminosyreindhold i forhold til proteinniveauet, og dette er repræsenteret som forholdet mellem fordøjeligt lysin i procent af fordøjeligt leucin. Normen for dette forhold er 100 %, men maksimal produktionsværdi blev opnået ved 112-115 % fordøjeligt Lysin:Leucin, som svarer til 87-88 % Leucin:Lysin

Produktionsværdien kan forbedres 10 henholdsvis 5 % ved lavt og normalt proteinniveau, når der tilsættes cirka 13,5 % ekstra lysin, methionin, treonin og tryptofan i forhold til normprofilen fra 2018 (Figur 1b).



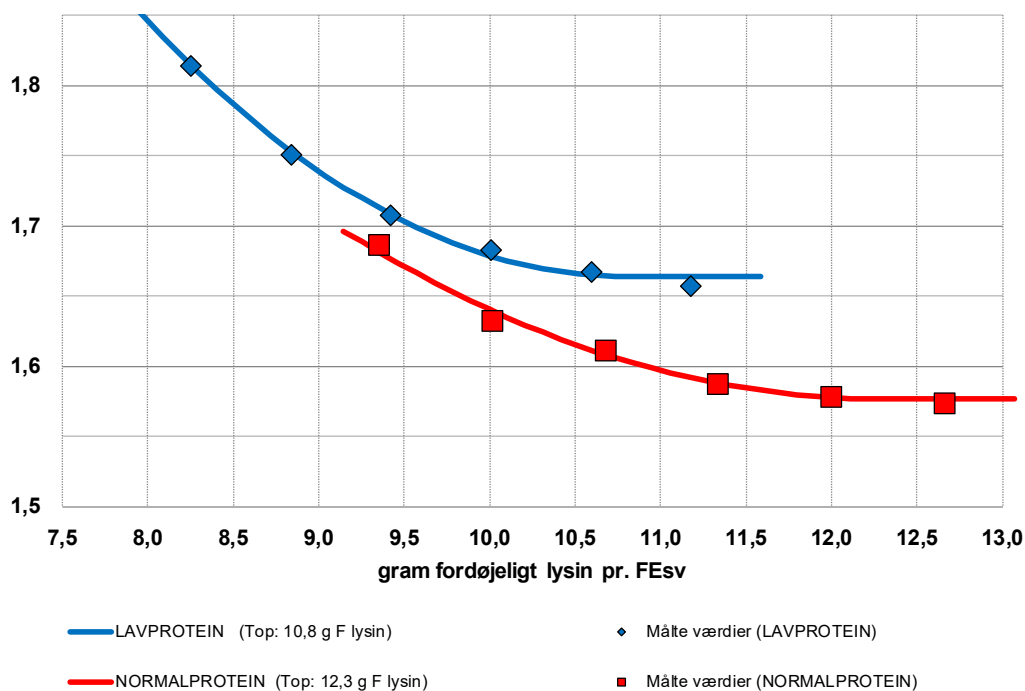
Figur 2a. Daglig tilvækst som funktion af aminosyredosis, repræsenteret af fordøjeligt lysin i gram pr. FESv



Figur 2b. Daglig tilvækst som funktion af tilsat aminosyredosis i forhold til proteinniveauet, repræsenteret som forholdet mellem fordøjeligt lysin i procent af fordøjeligt leucin. Normen for dette forhold er var 100 % inden dette forsøg, men maksimal daglig tilvækst blev opnået ved 104-113 % fordøjeligt Lysin:Leucin

FESv pr.
kg tilvækst

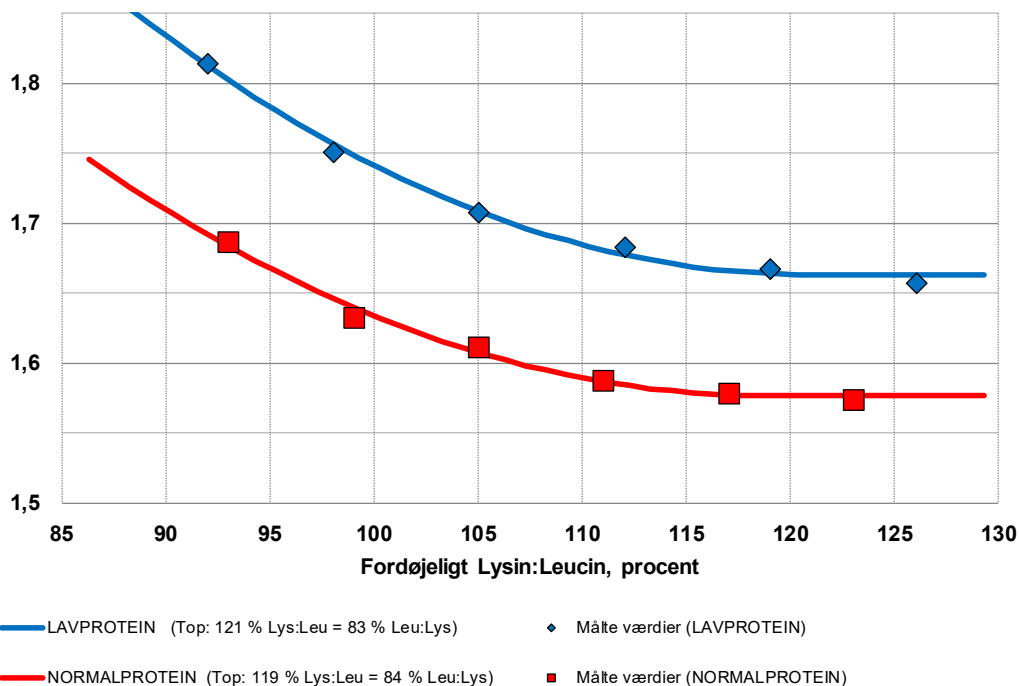
Foderforbrug pr. kg tilvækst (FTV) fra 7 til 28 kg



Figur 3a. Foderforbrug pr. kg tilvækst som funktion af aminosyredosis, repræsenteret af fordøjeligt lysin i gram pr. FESv

FESv pr.
kg tilvækst

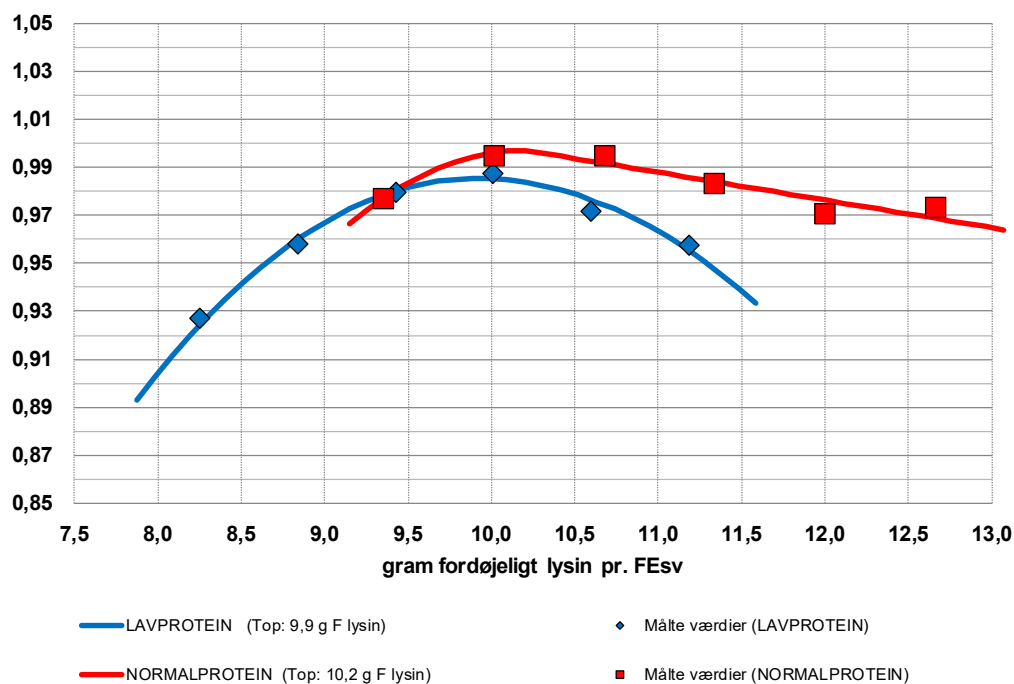
Foderforbrug pr. kg tilvækst (FTV) fra 7 til 28 kg



Figur 3b. Foderforbrug pr. kg tilvækst som funktion af tilsat aminosyredosis i forhold til proteinniveauet, repræsenteret som forholdet mellem fordøjeligt lysin i procent af fordøjeligt leucin. Normen for dette forhold var 100 % inden dette forsøg, men bedste foderudnyttelse blev opnået ved 119-121 % fordøjeligt Lysin:Leucin

FEsv pr. dag

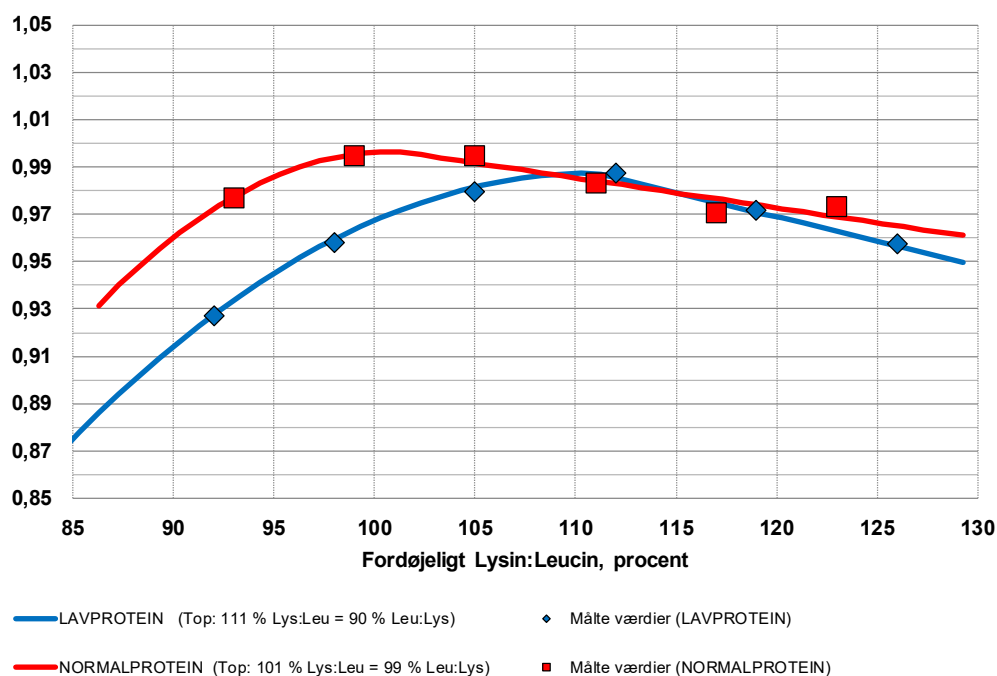
Foderoptagelse, FEsv pr. dag, fra 7 til 28 kg



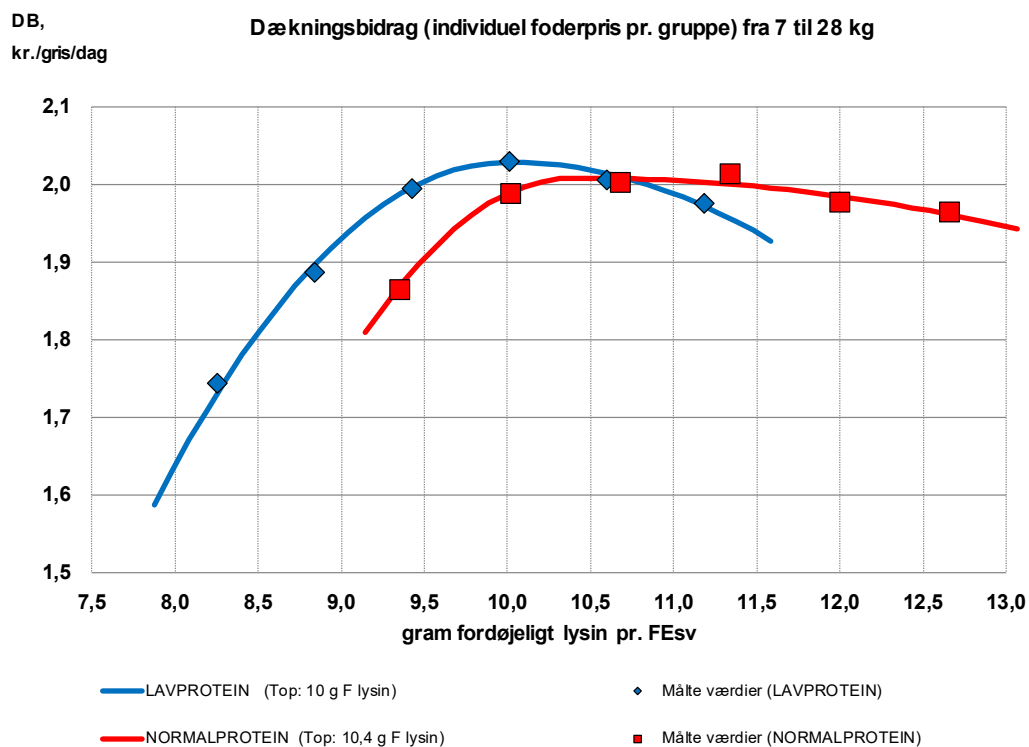
Figur 4a. Daglig foderoptagelse som funktion af aminosyreindhold, repræsenteret af fordøjeligt lysin i gram pr. FEsv

FEsv pr. dag

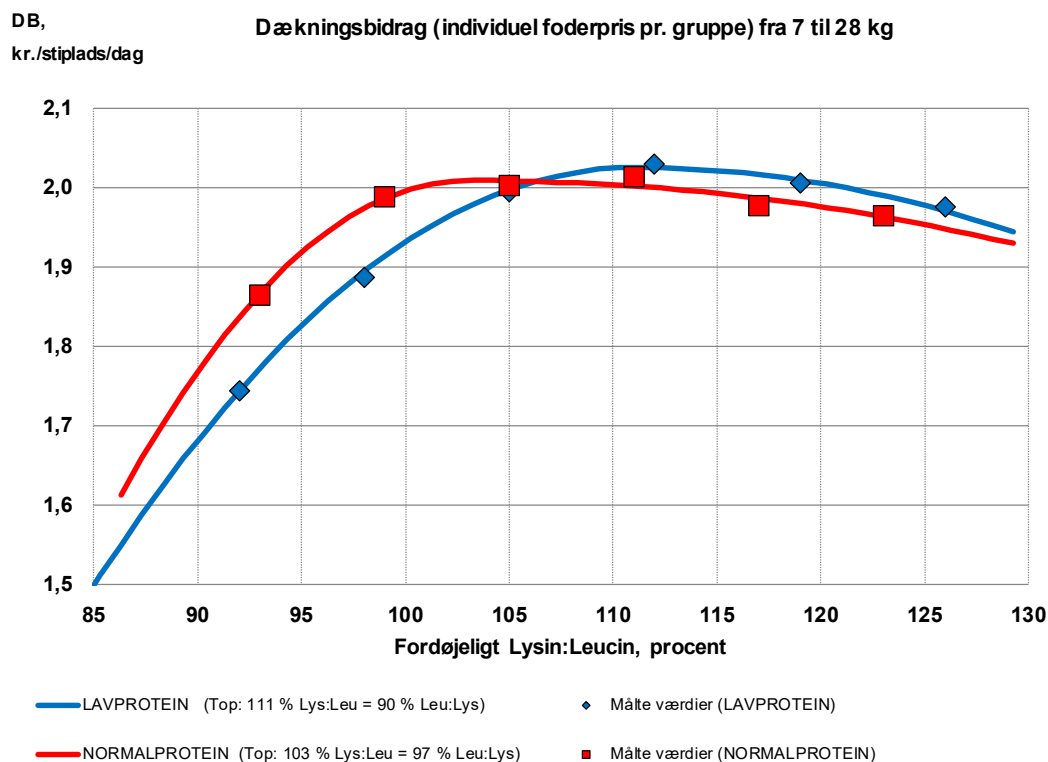
Foderoptagelse, FEsv pr. dag, fra 7 til 28 kg



Figur 4b. Daglig foderoptagelse som funktion af tilsat aminosyreindhold i forhold til proteinniveauet, repræsenteret som forholdet mellem fordøjeligt lysin i procent af fordøjeligt leucin. Normen for dette forhold var 100 % inde dette forsøg, men maksimal foderoptagelse blev opnået ved 101-111 % fordøjeligt Lysin:Leucin, som svarer til 90-99 % Leucin:Lysin. Faldet i foderoptagelse efter toppunktet er ganske vist statistisk sikkert, men stort set uden betydning for daglig tilvækst



Figur 5a. Dækningsbidrag som funktion af aminosyreindhold, repræsenteret af fordøjeligt lysin i gram pr. FEsv



Figur 5b. Dækningsbidrag som funktion af tilsat aminosyreindhold i forhold til proteinniveauet, og dette er repræsenteret som forholdet mellem fordøjeligt lysin i procent af fordøjeligt leucin. Normen for dette forhold var 100 % inden dette forsøg, men maksimalt dækningsbidrag blev opnået ved 103-111 % fordøjeligt Lysin:Leucin, som svarer til 90-97 % Leucin:Lysin

Diskussion af figurer

Sammenholdes Figur 1a og Figur 1b med de opnåede aminosyreniveauer i forhold til lysin, kan det konstateres, at produktionsværdien maksimeres ved 112-115 % fordøjeligt lysin:leucin, i gennemsnit: 113,5 % svarende til 1,135 gram lysin pr. gram leucin (Appendiks 3b). I normsættet udtrykkes aminosyrer i forhold til lysin, og det bliver = 88 % leucin:lysin, svarende til 88 % af den såkaldte "Idealprotein-profil", som var udgangspunktet for normniveauet for isoleucin, leucin, histidin og valin indtil maj 2019. Vi kan ikke ud fra dette forsøg afgøre, hvilken eller hvilke af disse aminosyre(r) der har været mest begrænsende. Derfor er det muligt, at normen for en eller flere af isoleucin, leucin, histidin og valin kan sænkes yderligere i forhold til normprofilen fra 2018, som gjaldt indtil maj 2019 (Appendiks 6). For Figur 1b-5b er samme udregning skrevet i figurteksten, men ikke præsenteret grafisk.

Produktionsværdien kan forbedres 10 henholdsvis 5 % ved lavt og normalt proteinniveau, når der tilsættes cirka 13 % ekstra lysin, methionin, treonin og tryptofan i forhold til normprofilen fra 2018 (Figur 1b). Ligeledes påvirkes foderudnyttelsen af både proteinniveau og aminosyretilsætning (Figur 3a og 3b).

Foderoptagelsen toppe ved 111 % lysin:leucin ved lavprotein og ved 101 % lysin:leucin ved normalt proteinindhold og falder derefter (Figur 4b). Disse fald i foderoptagelse efter toppunkterne - cirka 2,5 % fra toppunkt til de største doser frie aminosyrer - er ganske vist statistisk sikre, men stort set uden betydning for daglig tilvækst. Det er set før i forsøg med aminosyrer [5]. Nogle af forklaringerne på dette kunne være aminosyrernes effekt på foderets smag eller ringere balance mellem aminosyre(r) og andre næringsstoffer ved stigende andel frie aminosyrer (Appendiks 2). Dette fald i foderoptagelse påvirker dog kun daglig tilvækst i så ringe en grad, at foderudnyttelsen toppe ved væsentlig højere aminosyredosis: 121 og 119 % fordøjeligt lysin:leucin ved henholdsvis lav- og normalprotein (Figur 3b).

Dækningsbidraget ved det lave proteinniveau har et tydeligt toppunkt ved 10,0 gram fordøjeligt lysin (= 111 % lysin af leucin), mens dækningsbidraget er stort set konstant ved 10,2-11,5 gram fordøjeligt lysin (102-111 % lysin af leucin) ved det normale proteinniveau. Dækningsbidraget er marginalt højere ved lavprotein (127 gram pr. FEsv) og 10,0 gram lysin end ved normalprotein (144 gram pr. FEsv) og 10,2-11,5 gram lysin (Figur 5a og 5b). Det gælder, selv om tilvækst og foderudnyttelse er cirka 6 % bedre ved det normale proteinniveau. Årsagen er, at det højere proteinniveau er opnået alene ved at øge indholdet af dyrt sojaproteinkoncentrat, og at merprisen i vækstintervallet 7-29 kg marginalt har oversteget værdien af bedre produktivitet.

Da forsøg har vist, at stigende tildeling af billigt sojaskrå i stedet for dyrt sojaproteinkoncentrat vil give samme effekt på produktionsresultater [18, 19], så ville dækningsbidraget være højest ved det normale proteinniveau, hvis der i nærværende afprøvning var anvendt sojaskrå til at hæve proteinniveauet i stedet for sojaproteinkoncentrat. Af pladmæssige hensyn i besætningens foderlade var det ikke muligt at anvende flere forsøgsfoderblandinger, og derfor blev kompromiseret, at der med maksimalt 15 % sojaskrå iblandet kunne anvendes samme foderblanding fra to uger efter fravæning ved i gennemsnit 7,1 kg til cirka 29 kg. Besætningens normale fodring uden for forsøg bestod af to forskellige foderblandinger (fase 2 og fase 3).

Derfor er sammenligning af dækningsbidrag mellem lav- og normalproteingrupperne faktisk misvisende for griseproducenter, der agerer økonomisk rationelt med hensyn til råvarevalg til grise fra cirka 15 til 30 kg, men for de smågriseproducenter, der ikke tør undlade dyre proteinkilder i denne fase, passer forholdet mellem de anvendte foderpriser i denne afprøvning nogenlunde.

Effekt af proteinniveau

Der var som forventet statistisk sikkert lavere produktivitet ved lavt proteinniveau i forhold til højt proteinniveau. Det blev analyseret ved sammenlignelige lysin, methionin-, treonin- og tryptofanniveauer; gruppe 3, 4 og 5 fra lavproteinfoderet og gruppe 7, 8 og 9 fra normalproteinfoderet (Tabel 5a og 5b).

Tabel 5a. Effekt af protein på produktionsresultaterne

Effekt af cirka 143 i forhold til 127 gram ford. protein pr. FEsv	Forskelle	p-værdi	Effekt pr. gram ford. protein mellem 127 og 143 gram/FEsv
Foderoptagelse, FEsv/dag	0,01	0,11	-
Daglig tilvækst, gram	21	<0,0001	+ 1,31
Foderudnyttelse, FEsv/kg tilvækst	-0,04	<0,0001	-0,0025
Produktionsværdi pr. gris pr. dag, kr.	0,11	<0,0001	+0,0069 ca. = 0,4 indekspoint

Tabel 5b. Produktivitet sammenlignet indenfor samme lysinniveau for lavproteingrupperne 3, 4, 5 og normalproteingrupperne 7, 8 og 9 (signifikante p-værdier er mærkeret med kursiv skrift)

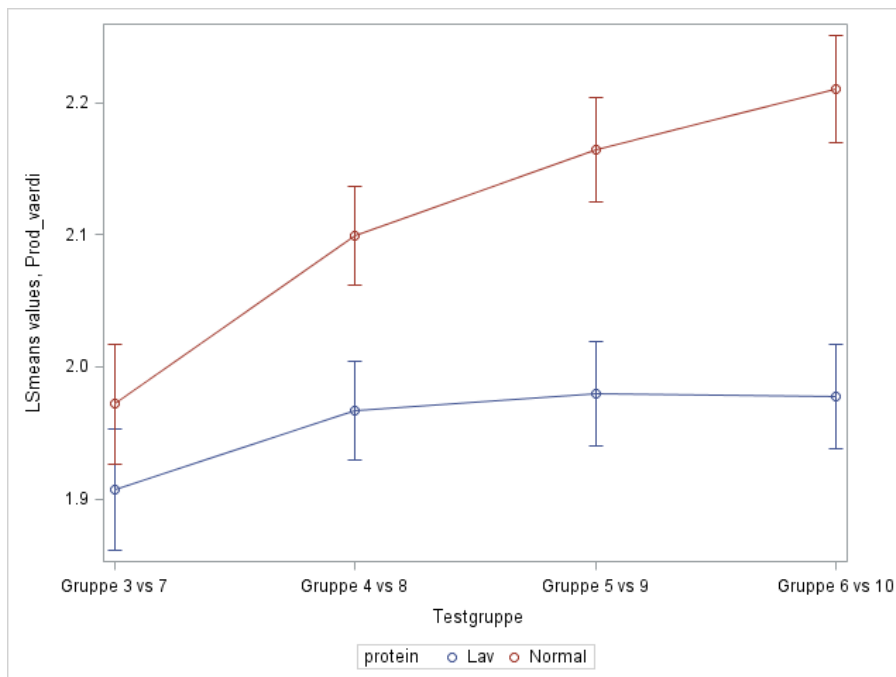
Responsvariabel ¹	Sammenligning	1.	2.	3.	4.
		Gr. 3 vs. gr. 7	Gr.4 vs. gr.8	Gr.5 vs.gr.9	Gr.6 vs.gr.10
Daglig tilvækst, gram	Lavprotein	570	581	578	573
	Normalprotein	576	606	611	618
	Forskel (Normal minus Lav)	6	25	33	45
	<i>p-værdi</i>	<i>0,03</i>	<i><0,0001</i>	<i><0,0001</i>	<i><0,0001</i>
Daglig foderoptagelse, FEsv	Lavprotein	0,97	0,98	0,97	0,95
	Normalprotein	0,97	0,99	0,99	0,98
	Forskel (Normal minus Lav)	0	0,01	0,02	0,03
	<i>p-værdi</i>	<i>0,72</i>	<i>0,25</i>	<i><0,0001</i>	<i>0,0005</i>
Foderudnyttelse, FEsv pr. kg tilvækst	Lavprotein	1,70	1,68	1,67	1,66
	Normalprotein	1,69	1,63	1,61	1,59
	Forskel (Normal minus Lav)	-0,01	-0,05	-0,06	-0,07
	<i>p-værdi</i>	<i>0,0003</i>	<i><0,0001</i>	<i><0,0001</i>	<i><0,0001</i>
Produktionsværdi pr. gris, kr. pr. dag	Lavprotein	1,62	1,68	1,69	1,69
	Normalprotein	1,66	1,81	1,85	1,9
	Forskel (Normal minus Lav)	0,04	0,13	0,16	0,21
	<i>p-værdi</i>	<i>0,0005</i>	<i><0,0001</i>	<i><0,0001</i>	<i><0,0001</i>

¹ De viste gennemsnitstal i denne tabel er LS Means, som betyder, at de er korrigeret til samme indsættelsesvægt

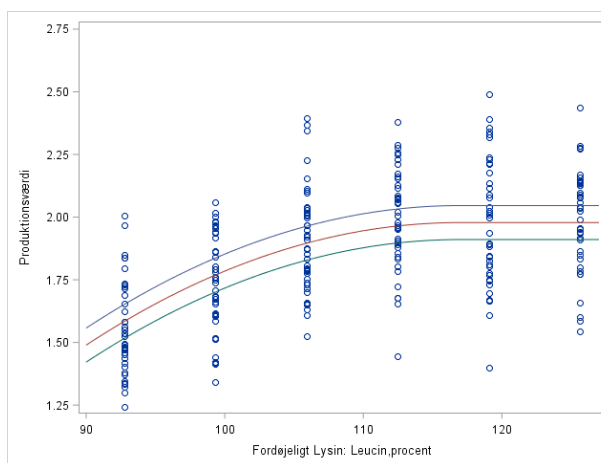
Tilsætningen af aminosyrer i gruppe 6 svarende til 126 % lysin:leucin, som er væsentligt over toppunktet for foderudnyttelse ved 121 % lysin:leucin (Tabel 3). Der kan altså forventes effekt på foderudnyttelsen til og med det niveau, der var i gruppe 5, men ikke til niveauet i gruppe 6. Derfor er sammenligningen mellem gruppe 6 og gruppe 10 udeladt i opgørelsen til Tabel 5b. De mere detaljerede resultater for sammenligning af proteinniveau inden for lysin, methionin-, treonin- og tryptofanniveau ses i Tabel 5b og i Figur 1a.

Effekten af, at protein forøges med stigende niveau af lysin, methionin, treonin og tryptofan, kan forklares med, at der i normalproteinniveauet er højere niveau af de ikke tilsatte aminosyrer, der kan understøtte udnyttelsen af de fire tilsatte aminosyrer med hensyn til foderudnyttelse indtil 119 %

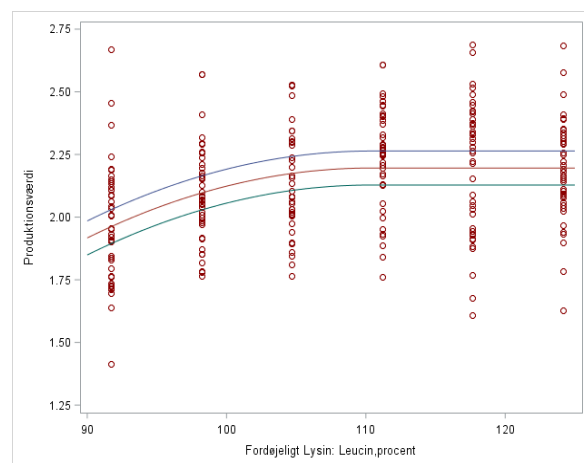
fordøjeligt Lysin:Leucin, som er et niveau mellem gruppe 11 og 12 (Tabel 5b og Figur 6). Derimod er der i lavproteingrupperne kun tilstrækkeligt af de øvrige aminosyrer til og med gruppe 5 (Tabel 3).



Figur 6. Produktionsværdieffekt af proteinniveau indenfor samme lysinniveau, præsenteret som LS Means-værdier samt 95 % konfidensintervaller for produktionsværdi



Figur 7a. Produktionsværdi for lavprotein



Figur 7b. Produktionsværdi for højprotein

Produktionsværdierne er vist i Figur 7a og 7b som funktion af fordøjeligt lysin i procent af fordøjeligt leucin i form af de enkelte dobbeltsti-resultater (markeret med cirkler) samt prædikerede kurver. Kurverne er beregnet ud fra indsættelsesvægten 7,1 kg (gennemsnit for alle grise) samt ved en indsættelsesvægt på 6,6 (grønne kurver) og 7,6 kg (blå kurver) for at illustrere afhængigheden af indsættelsesvægt: Stigende produktionsværdi ved højere indsættelsesvægt.

Diskussion af traditionelle forsøgsmetoder i forhold til nærværende afprøvning

Ved unggrise er det i 2018 med et identisk forsøgsdesign [2b] fundet, at proteinudnyttelsen - vurderet med den kurvelineære metode - kunne forøges indtil de begrænsende aminosyrer havde et vist niveauforhold til lysin (Tabel 6).

Tabel 6. Oversigt over aminosyreforhold ved bedste proteinudnyttelse i forsøg med unggrise [2b]

Isoleucin:lysin	Leucin:lysin	Histidin:lysin	Valin:lysin
47 %	85 %	31 %	52 %

Denne smågriseafprøvning og den tidligere med ung- og slagtegrise [2b] har samlet påvist, at traditionelle aminosyreforsøg har ledt til fastsættelse af for høje normer for aminosyrerne; isoleucin, leucin og valin i forhold til lysin, når målet er at maksimere proteinudnyttelsen. Forklaringen kan være, at de traditionelle forsøg er gennemført under forhold, hvor målet oprindeligt – måske - har været at maksimere udnyttelsen af det frie lysin; dog har begrundelsen i litteraturen gennem de sidste mange år været, at behovet for øvrige aminosyrer skal udtrykkes i forhold til lysin. Det er sket ved at sikre, at grisenes lysinbehov til maksimal produktivitet ikke er opfyldt. I nogle aminosyreforsøg – hvor man ikke har været sikker på de aktuelle grises lysinbehov – har lysinniveauet endda været sat meget lavt. Jo lavere tildelingen af en aminosyre er "under behov", jo bedre er grisenes udnyttelse af denne aminosyre [15 (tabel 6)]. For vækstintervallet fra 11 til 29 kg steg grisenes lysinforbrug fra cirka 17 gram til cirka 20 gram pr. kg tilvækst, jo højere lysinkoncentration der var i foderet. Ved dansk normsætning til almindelig griseproduktion tilstræbes det at sætte lysinniveauet så højt, som det kan betale sig fodringsøkonomisk, dette er ofte ret tæt på de maksimale niveauer fra normforsøgene med smågrise.

Eksempel:

- Et forsøg viser, at leucinkoncentrationen bør være 100 % af lysinkoncentrationen i foderet. I forsøget blev anvendt et lavt lysinniveau f.eks. svarende til 9 gram pr. FEsv. Her er lysinudnyttelsen god og grisene kan nøjes med 17,5 gram fordøjeligt lysin pr. kg tilvækst.
- I efterfølgende praktisk fodring ønskes der f.eks. 11,5 gram fordøjeligt lysin pr. FEsv. Det giver en ringere lysinudnyttelse, og grisen skal have 20 gram fordøjeligt lysin pr. kg tilvækst. "Idealproteinconceptet" vil diktere, at denne foderblanding skal indeholde 11,5 gram fordøjeligt leucin pr. FEsv, og hermed følger et højt proteinniveau og deraf følgende højere diarrerisiko. Lysinudnyttelsen er forringet fra 17,5 til 20 gram pr. kg tilvækst. Skulle leucin korrigeres i forhold til lysinudnyttelsen, ville kravet til fordøjeligt leucin være $11,5 * 17,5 / 20 = 10,1$ gram pr. FEsv, hvilket er cirka 88 % af lysinniveauet. Det svarer til forholdet mellem leucin og lysin, hvor maksimal produktionsværdi blev opnået i nærværende afprøvning (se Figur 1b).

Ved fodring i praksis tilstræbes en lysinforsyning så tæt på maksimumbehovet, som primært de økonomiske forhold tillader. Derved vil lysinudnyttelsen i praksis blive lavere end i de klassiske forsøg med behovsbestemmelse af andre aminosyrer i forhold til et lavt niveau af lysin, hvor lysinudnyttelsen er høj som følge af et for lavt lysinniveau. I nærværende forsøg var udnyttelsen af én eller flere af de øvrige aminosyrer maksimal ved den dosering af lysin, methionin, treonin og tryptofan, der gav maksimal produktionsværdi (Figur 1b) – det er i "den modsatte grøft" i forhold til de klassiske forsøg bag "Idealproteinprofilen". Det optimale må være at finde forholdene mellem aminosyrerne, hvor de er lige økonomisk begrænsende.

Konklusion

Der er fundet positiv effekt af stigende tildeling af lysin, methionin, treonin og tryptofan ved konstant proteinniveau indtil disse aminosyrer var overdoseret 12-15 % i forhold til den såkaldte "Idealproteinprofil". Med andre ord opnåedes maksimal produktionsværdi ved cirka 88 % af "Idealproteinprofilens" niveauer af isoleucin, leucin, histidin og valin i forhold til lysin. Det svarer til 48 % Isoleucin:Lysin; 88 % Leucin:Lysin; 28 % Histidin:Lysin og 59 % Valin:Lysin.

Nærværende afprøvning hos smågrise og en tilsvarende hos slagtegrise har samlet bevist, at traditionelle aminosyreforsøg har ledt til for høje normer for aminosyrerne; isoleucin, leucin og valin i forhold til lysin, når målet er at maksimere proteinudnyttelsen. Det skyldes, at målet oprindeligt har været at beskrive behovet af de øvrige aminosyrer i forhold til lysin i de traditionelle forsøg. Samtidigt har man (måske ubevist) maksimeret udnyttelsen af det frie lysin.

Ved indregning af aktuelle foderpriser blev det maksimale dækningsbidrag opnået ved 10,0 og cirka 10,2 til 11,5 gram fordøjeligt lysin pr. FEsv for henholdsvis lavt og normalt proteinniveau. Dækningsbidraget var lidt højere ved det lave proteinniveau (hvor isoleucin, leucin, histidin og valin var på cirka 90 % af deres respektive normniveauer i forhold til lysin), selv om 10,4 gram fordøjeligt lysin ved det normale proteinniveau gav højere daglig tilvækst og bedre foderudnyttelse. Her var de førnævnte aminosyrer på 97 % af deres respektive normniveauer i forhold til lysin. Forskellen i foderpriserne mellem lavt og normalt proteinniveau er meget afhængig af, hvor stor en del det relativt billige sojaskrå må udgøre af proteinforsyningen. Griseproducenter, der for grisene fra 15 til 30 kg handler økonomisk fornuftigt og tilsætter sojaskrå i større mængder, vil ikke kunne bruge ovenstående sammenligning af dækningsbidrag som en retvisende vejledning. Dog vil mange smågriseproducenter ikke turde undlade dyre proteinkilder, og for dem er de anvendte foderpriser og dermed ovenstående dækningsbidrag retvisende.

Nærværende afprøvningsresultater giver - sammen med resultaterne fra ovennævnte afprøvning hos ung- og slagtegrise med et tilsvarende forsøgsdesign - basis for at oprette en ny aminosyreprofil, hvor kravene til de aminosyrer, vi p.t. ikke kan tilsætte grisefoder (isoleucin, leucin og histidin), reduceres med cirka 10 %, hvilket giver en tilsvarende reduktion af proteinniveauet. Denne skånsomme aminosyreprofil kunne bruges i foder til smågrise og unggrise i de perioder af væksten, hvor højt proteinindhold i foderet kan give ekstra diarrérisiko.

Referencer

- [1] Sloth, N.M., P. Tybirk, J.Ø. Lindegaard og J. Vinther (2016): Idealproteinniveau til smågrise. [Meddelelse nr. 1095](#), Videncenter for Svineproduktion.
- [2a] Sloth, N.M., J. Vinther, P. Tybirk og S.E. Koziara (2018): Effekt af ekstra protein eller frie aminosyrer i foder til slagtesvin. [Meddelelse nr. 1134](#), SEGES Svineproduktion.
- [2b] Sloth, N.M., P. Tybirk, J. Krogsdahl og S.E. Koziara (2018): Aminosyrebehov til slagtesvin ved to proteinniveauer. [Meddelelse nr. 1135](#), SEGES Svineproduktion.
- [3] Simongiovanni, A., E. Corrent, N. Le Floc'h and J. van Milgen (2011): Estimation of the tryptophan requirement in piglets by meta-analysis (INRA, metaanalyse). *Animal* (2012), 6:4, pp 594–602.
- [4] Nørgaard, J.V., T.F. Pedersen, E.A. Soumeh, K. Blaabjerg, N. Canibe, B.B. Jensen, H.D. Poulsen (2015): Optimum standardized ileal digestible tryptophan to lysine ratio for pigs weighing 7–14 kg. *Livestock Science* 175 (2015) 90–95.
- [5] Nørgaard, J.V., A. Shrestha, U. Krogh, N.M. Sloth, K. Blaabjerg, H.D. Poulsen, P. Tybirk og E. Corrent (2013): Isoleucine requirement of pigs weighing 8 to 18 kg fed blood cell-free diets. *J ANIM SCI* 2013, 91:3759-3765.
- [6] Suomeh, E.A., J. van Milgen, N.M. Sloth, E. Corrent, H.D. Poulsen og J.V. Nørgaard (2014): The optimum ratio of standardized ileal digestible isoleucine to lysine for 8-15 kg pigs. *Animal Feed Science and Technology* 198 (2014) 158-165.
- [7] Suomeh, E.A., J. van Milgen, N.M. Sloth, E. Corrent, H.D. Poulsen, and J. V. Nørgaard (2015): The optimum ratio of standardized ileal digestible leucine to lysine for 8 to 12 kg female pigs. *J. Anim. Sci.* 2015.93:2218–2224 doi:10.2527/jas2014-8699.
- [8] Suomeh, E.A., J. van Milgen, N.M. Sloth, E. Corrent, H.D. Poulsen, and J. V. Nørgaard (2015): Requirement of standardized ileal digestible valine to lysine ratio for 8 to 14 kg pigs. *Animal*. 2015 Aug;9(8):1312-8.
- [9] Sloth, N.M. (2010): Valinbehov til smågrise. [Meddelelse nr. 881](#), Videncenter for Svineproduktion.
- [10] Maribo, H. (2007): Sojaskrå til smågrise. [Meddelelse nr. 796](#), Dansk Svineproduktion.
- [11] Callesen, J. og M. Johansen (2006): Betydning af foderets proteinindhold og sammensætning for tilvækst og fravænningsdiarré. [Meddelelse nr. 740](#), Landsudvalget for Svin.
- [12] Maribo, H. (2006): Test af blandinger til smågrise. [Meddelelse nr. 769](#), Dansk Svineproduktion.
- [13] Normer for næringsstoffer, 15. udgave juni 2008 til 28. udgave, september 2018. SEGES Svineproduktion. Aminosyrenormer til smågrise fra 28. udgave er gengivet i Appendiks 6.
- [14] Robbins, K. R., A. M. Saxton, and L. L. Southern (2006): Estimation of nutrient requirements using broken-line regression analysis. *J. Anim. Sci.* 84:E155–E165.
- [15] Sloth, N.M. og P. Tybirk (2010): Lysinbehov til smågrise. [Meddelelse nr. 880](#). Videncenter for Svineproduktion.

Deltagere

Tekniker: Tommy Nielsen

Afprøvning nr. 1467

NAV nr.: 1147

// KABL //

Dyregruppe: Smågrise

Fagområde: Ernæring

Appendiks 1

Fodermiddelsammensætning af de fire grundblandinger

Grundblanding	A	B	C	D
	% iblanding			
Byg	10,00	10,00	10,00	10,00
Hvede	49,88	49,07	46,05	45,17
Rug	16,63	16,36	15,35	15,06
Sojaskråfoder, afskallet, toastet	15,00	15,00	15,00	15,00
Fedt, teknisk 92/10	2,17	2,13	2,41	2,39
Kartoffelproteinkoncentrat (Langholt)	2,12	2,19	2,23	2,22
Sojaproteinkoncentrat, fermenteret tørret, HP 200			4,72	4,87
L-Lysin 98 % HCL	0,32	0,81	0,37	0,86
DL-Methionin DL 98 %	0,10	0,31	0,13	0,35
L-Treonin 98 %	0,10	0,35	0,12	0,37
L-Tryptofan 99 %	0,03	0,11	0,04	0,12
L-Valin 96,5 %	0,07	0,07	0,09	0,09
Mineraler, vitaminer, enzymer, støvbinder m.v.	3,59	3,61	3,49	3,51

Appendiks 2

Analyseresultater af grundblandingerne sammenholdt med forventede niveauer i % (A:F, %)

Grundblanding	Enhed	A				B				C				D			
		Forventet	Analyseret	A:F,%	Ant.	Forventet	Analyseret	A:F,%	Ant.	Forventet	Analyseret	A:F,%	Ant.	Forventet	Analyseret	A:F,%	Ant.
Råprotein	pct.	16,1	16,3	101%	11	16,8	17,1	102%	11	18,2	18,3	101%	11	18,9	19,0	100%	11
Råfedt	pct.	5,4	4,5	82%	11	5,4	4,3	79%	11	5,7	4,7	83%	11	5,6	4,6	81%	11
Aske	pct.	5,9	5,0	85%	11	6,0	5,1	85%	11	6,1	5,2	87%	11	6,1	5,4	88%	11
Vand	pct.	13,2	13,2	100%	11	13,2	13,2	100%	11	13,2	13,2	100%	11	13,2	13,2	100%	11
EFOS	pct.	89,5	90,6	101%	11	89,6	90,9	101%	11	89,6	90,7	101%	11	89,8	90,6	101%	11
EFOSi	pct.	82,7	84,1	102%	11	82,8	84,4	102%	11	82,3	83,8	102%	11	82,5	83,9	102%	11
FEsv	100 kg	111,8	112,8	101%	11	111,6	112,6	101%	11	111,3	112,3	101%	11	111,1	111,8	101%	11
FEso	100 kg	111	112	101%	11	111	111	101%	11	111	111	101%	11	110	111	100%	11
Fytaseaktivitet *)	FTU/kg	2300	2321	101%	11	2300	2366	103%	11	2300	2334	101%	11	2300	2346	102%	11
Mineraler																	
Calcium	g/kg	8,9	9,2	103%	11	8,9	9,4	106%	11	8,9	9,6	108%	11	8,9	9,8	110%	11
Fosfor	g/kg	6,1	6,0	99%	11	6,1	6,1	101%	11	6,1	6,0	99%	11	6,1	6,1	101%	11
Natrium	g/kg	1,7	1,7	100%	11	1,7	1,6	98%	11	1,7	1,7	104%	11	1,7	1,8	107%	11
Kalium	g/kg	6,8	6,4	94%	11	6,7	6,4	95%	11	7,7	7,3	95%	11	7,6	7,4	96%	11
Magnesium	g/kg	1,2	1,5	129%	11	1,2	1,5	125%	11	1,3	1,6	124%	11	1,3	1,6	126%	11
Jern	mg/kg	170	385	226%	11	170	386	227%	11	170	446	262%	11	170	496	292%	11
Kobber *)	mg/kg	155	151	97%	11	155	150	97%	11	155	156	100%	11	155	153	99%	11
Mangan	mg/kg	70	76	109%	11	70	77	110%	11	70	78	112%	11	70	81	116%	11
Zink *)	mg/kg	100	136	136%	11	100	137	137%	11	100	147	147%	11	100	158	158%	10
Totalt aminosyreindhold, forventede og analyserede værdier																	
Lysin	g/kg	10,6	10,5	99%	11	14,5	13,7	95%	11	12,3	11,9	96%	11	16,2	15,5	96%	11
Methionin	g/kg	3,3	3,3	99%	11	5,2	4,9	94%	11	3,8	3,8	100%	11	5,9	5,5	94%	11
Cystin	g/kg	2,8	2,8	98%	11	2,8	2,8	98%	11	3,1	2,9	95%	11	3,1	3,0	96%	11
Threonin	g/kg	6,8	6,9	101%	11	9,2	8,6	94%	11	7,9	7,8	99%	11	10,2	9,9	97%	11
Tryptofan	g/kg	2,5	2,4	98%	11	2,5	2,9	116%	11	2,8	2,8	100%	11	2,8	3,3	119%	11
Isoleucin	g/kg	6,3	6,4	101%	11	6,3	6,3	100%	11	7,3	7,1	98%	11	7,3	7,2	99%	11
Leucin	g/kg	11,8	11,8	100%	11	11,7	11,6	98%	11	13,4	13,0	97%	11	13,4	13,2	99%	11
Histidin	g/kg	3,8	3,8	101%	11	3,8	3,6	97%	11	4,3	4,2	96%	11	4,3	4,2	98%	11
Fenylalanin	g/kg	7,7	7,9	102%	11	7,7	7,7	100%	11	8,8	8,8	100%	11	8,8	8,8	100%	11
Tyrosin	g/kg	5,6	6,1	108%	9	5,6	5,9	105%	9	6,5	6,7	104%	9	6,4	6,7	104%	9
Valin	g/kg	8,0	8,0	99%	11	8,0	7,9	99%	11	9,1	9,0	99%	11	9,1	9,0	99%	11
Alanin	g/kg		6,6		11		6,5		11		7,3		11		7,4		11
Arginin	g/kg		9,4		11		9,2		11		10,5		11		10,5		11
Asparaginsyre	g/kg		14,4		11		14,2		11		16,4		11		16,6		11
Glutaminsyre	g/kg		32,9		11		32,2		11		35,2		11		35,3		11
Glycin	g/kg		6,8		11		6,7		11		7,5		11		7,5		11
Prolin	g/kg		11,1		11		10,9		11		11,6		11		11,7		11
Serin	g/kg		7,7		11		7,7		11		8,6		11		8,7		11
Fri aminosyre, forventede og analyserede værdier samt forholdet Analyseret:Forventet																	
Frit Lysin	g/kg	2,32	2,58	111%	10	6,14	6,15	100%	10	2,71	2,94	109%	10	6,41	6,33	99%	10
Frit Metionin	g/kg	0,91	0,97	107%	10	3,02	2,70	90%	10	1,20	1,30	108%	10	3,40	3,18	93%	10
Frit Treonin	g/kg	0,91	1,05	115%	10	3,32	3,06	92%	10	1,10	1,33	121%	10	3,50	3,30	94%	10
Frit Tryptofan	g/kg	0,29	0,42	145%	10	1,13	1,03	92%	10	0,36	0,51	141%	10	1,18	1,16	98%	10
Frit Valin	g/kg	0,60	0,58	96%	10	0,60	0,65	107%	10	0,80	0,78	98%	10	0,70	0,76	109%	10
Fri aminosyre, forventede og analyserede værdier i forhold til totalindhold af samme aminosyre																	
Frit Lysin:Lysin	%	22%	25%			42%	45%			22%	25%			40%	41%		
Frit Metionin:Methionin	%	27%	29%			58%	55%			32%	34%			58%	58%		
Frit Treonin:Threonin	%	13%	15%			36%	35%			14%	17%			34%	33%		
Frit Tryptofan:Tryptofan	%	12%	17%			46%	36%			13%	18%			42%	35%		
Frit Valin:Valin	%	8%	7%			8%	8%			9%	9%			8%	8%		
Fri aminosyre pr. FEsv i procent af fordøjeligt totalindhold af samme aminosyre pr. FEsv i alt i foderblandingen																	
Frit Lysin	%		28%				49%				28%				45%		
Frit Metionin	%		32%				59%				37%				61%		
Frit Met ift. met+cys	%		19%				40%				22%				42%		
Frit Treonin	%		18%				40%				20%				38%		
Frit Tryptofan	%		20%				42%				21%				39%		
Frit Valin	%		9%				10%				10%				10%		

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

*) Forventede værdier er anslået naturligt indhold plus tilsatte niveauer

Appendiks 3a

Analyseresultater af grundblandinger (omregnet til fordøjeligt indhold, g/FEsv) samt de 12 forsøgsblandinger

Grundblanding	A	B	C	D	Bemærkninger:												
FEsv/100 kg		112,8	112,6	112,3	111,8	Som det ses, er der ca. 7-8 gram højere fordøjeligt proteinindhold pr. FEsv i grundblanding B i forhold til grundblanding A og tilsvarende i grundblanding D i forhold til grundblanding C. Det skyldes alene proteinbidraget fra de ekstra tilsatte frie (krystallinske) aminosyrer.											
Råprotein, % i varen		16,3	17,1	18,3	19,0												
F råprotein, g/FEsv		123	131	140	147												
Beregnet ud fra analyser																	
F lysin, g/FEsv		8,3	11,2	9,4	12,7	<- Aktuelle priser i afprøvningsperioden											
F methionin, g/FEsv		2,7	4,1	3,1	4,7												
F met+cys, g/FEsv		4,6	6,0	5,2	6,8												
F treonin, g/FEsv		5,1	6,8	5,9	7,8												
F tryptofan, g/FEsv		1,85	2,20	2,19	2,62												
F isoleucin, g/FEsv		4,8	4,8	5,5	5,6												
F leucin, g/FEsv		9,0	8,9	10,1	10,3												
F histidin, g/FEsv		2,9	2,8	3,2	3,3												
F fenylalanin, g/FEsv		6,1	6,0	6,9	6,9												
F fen+tyr, g/FEsv		10,7	10,5	12,1	12,2												
F valin, g/FEsv		6,0	6,0	6,8	6,9												
Kr. / 100 FEsv		156,30	170,80	179,23	194,32												
Gruppe	1	2	3	4	5												
Pct. Grundblanding A	100%	80%	60%	40%	20%	0%											
Pct. Grundblanding B		20%	40%	60%	80%	100%											
Pct. Grundblanding C							100%	80%	60%	40%	20%	0%					
Pct. Grundblanding D								20%	40%	60%	80%	100%					
Indhold i foderet i de 12 forsøgsgrupper, beregnet ud fra analyser af grundblandingerne																	
FEsv/100 kg	113	113	113	113	113	113	112	112	112	112	112	112					
F råprotein, g/FEsv	123	125	126	128	129	131	140	141	143	144	145	147					
F lysin, g/FEsv	8,3	8,8	9,4	10,0	10,6	11,2	9,4	10,0	10,7	11,3	12,0	12,7					
F methionin, g/FEsv	2,7	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	3,1	3,4	3,7	4,0	4,4	4,7					
F met+cys, g/FEsv	4,6	4,9	5,2	5,5	5,8	6,0	5,2	5,5	5,8	6,1	6,5	6,8					
F treonin, g/FEsv	5,1	5,4	5,8	6,1	6,4	6,8	5,9	6,3	6,7	7,0	7,4	7,8					
F tryptofan, g/FEsv	1,85	1,92	1,99	2,06	2,13	2,20	2,19	2,27	2,36	2,45	2,53	2,62					
F isoleucin, g/FEsv	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	5,5	5,5	5,5	5,6	5,6	5,6					
F leucin, g/FEsv	9,0	9,0	9,0	8,9	8,9	8,9	10,1	10,1	10,2	10,2	10,3	10,3					
F histidin, g/FEsv	2,9	2,9	2,9	2,8	2,8	2,8	3,2	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3					
F fenylalanin, g/FEsv	6,1	6,1	6,1	6,0	6,0	6,0	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9					
F fen+tyr, g/FEsv	10,7	10,7	10,7	10,6	10,6	10,5	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,2					
F valin, g/FEsv	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,8	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9					
Kr. / 100 FEsv	156,30	159,20	162,10	165,00	167,90	170,80	179,23	182,25	185,27	188,28	191,30	194,32					

Appendiks 3b

Indhold af fordøjelige aminosyrer i g/FEsv, i forhold til lysin (beregnet ud fra analyseret totalindhold og fordøjeligheder baseret på råvaresammensætning)

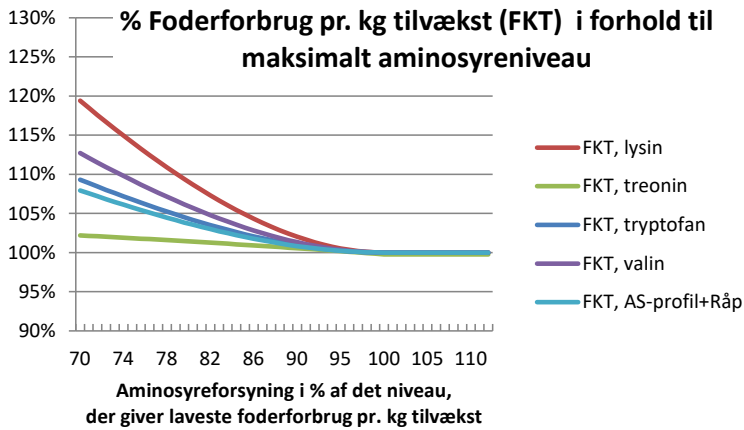
Gruppe		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
F lysin, g/FEsv		8,3	8,8	9,4	10,0	10,6	11,2	9,4	10,0	10,7	11,3	12,0	12,7				
Maks. produktionsværdi blev opnået ved (se figur 1a):					10,3					11,4							
lft. F. lysin, pct.	Norm-profil 2018		1)						1)								
F methionin, g/FEsv	32	32	33	34	35	36	37	33	34	35	36	36	37	Gns. af gruppe (4;5) og 10: 48			
F met+cys, g/FEsv	54	56	56	55	55	54	54	55	55	54	54	54	54		88		
F treonin, g/FEsv	61	62	62	61	61	61	61	63	63	62	62	62	62			28	
F tryptofan, g/FEsv	21	22	22	21,1	21	20	20	23	23	22	22	21	21				59
F isoleucin, g/FEsv	53	59	55	51	48	45	43	59	55	52	49	47	44				
F leucin, g/FEsv	100	109	102	95	89	84	79	108	101	95	90	86	82				
F histidin, g/FEsv	32	35	33	30	28	27	25	35	33	31	29	27	26				
F fenylalanin, g/FEsv	54	74	69	64	60	57	54	74	69	65	61	58	55				
F fen+tyr, g/FEsv	100	130	121	113	106	100	94	130	121	114	107	101	96				
F valin, g/FEsv	67	73	68	64	60	56	53	73	68	64	61	58	55				
1) Den daværende normprofil fra 2018 (Appendiks 6) var overholdt mellem gruppe 2 og 3 ved lavprotein, svarende til 9,1 gram fordøjeligt lysin/FEsv – og for normalprotein mellem gruppe 8 og 9, svarende til 10,5 gram fordøjeligt lysin/FEsv																	
"Idealproteiniveau", g/FEsv 2)		8,3	8,9	8,9	8,9	8,8	8,7	9,5	10,1	10,2	10,2	10,3	10,3	lav- og normal-prot.niv.:			
I procent af hidtidig aminosyreprofil																	
						Gns. gr. 4&5											
F isoleucin	53				90%	85%	88%				93%			90%			
F leucin	100				89%	84%	87%				90%			88%			
F histidin	32				89%	83%	86%				90%			88%			
F valin	67				89%	84%	87%				91%			89%			

²⁾ "Idealproteiniveau" ifølge normprofilen fra 2018 (Appendiks 6), dvs. det niveau af fordøjeligt lysin i gram pr. FEsv som ifølge "idealproteinkonceptet" kan dækkes af de øvrige aminosyrer, og derfor ifølge dette koncept burde give maksimal produktivitet. "Idealproteinniveauet" er beregnet ud fra de analyserede niveauer af de enkelte aminosyrer, og den eller de aminosyrer, der er mest begrænsende afgør "idealproteinniveauet"

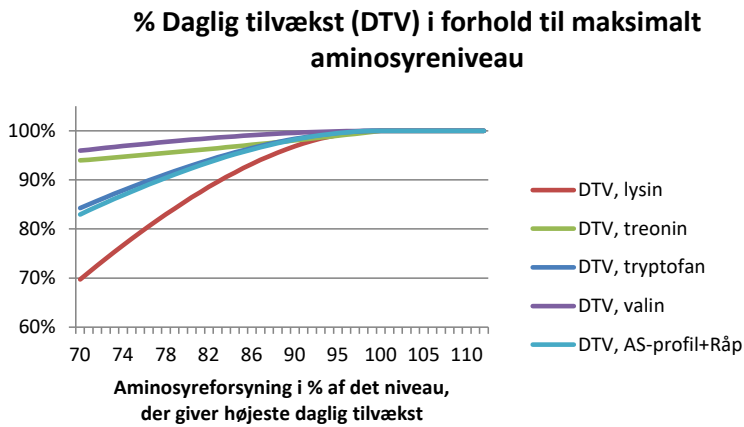
Appendiks 4

Gennemsnitskurver fra flere forsøg [1,3,4,5,6,7,8,9], der viser effekt af underforsyning af forskellige aminosyrer

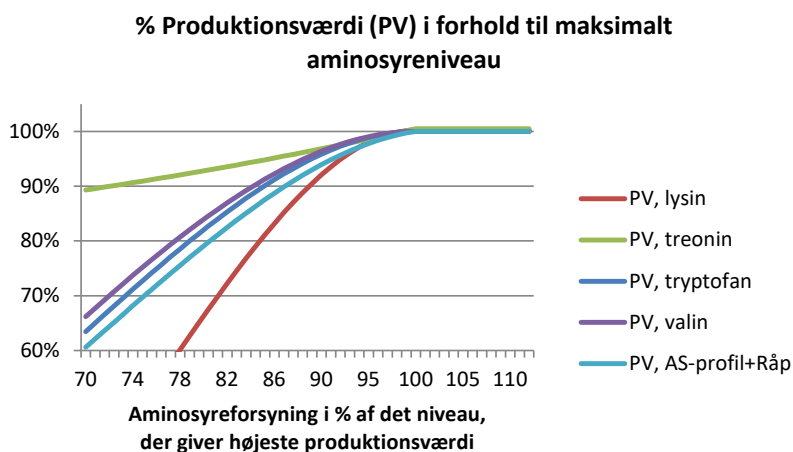
Foderforbrug pr. kg tilvækst



Daglig tilvækst



Produktionsværdi



Appendiks 5

Uddybning af afsnittet "Materiale og metode".

Registreringer

Alle registreringer blev foretaget på dobbeltstniveau. Følgende registreringer blev udført:

- Indgangs- og afgangsvægt til beregning af tilvækst
- Foderoptagelse (inkl. kontrol af udfodringsnøjagtighed)
- Sygdomsbehandlinger
- Antal døde og udtagne grise.

Alle registreringerne blev opgjort for perioden cirka 7 til 29 kg. Foderudnyttelse og daglig tilvækst indgik i beregningen af produktionsværdien. Disse tre nøgletal var alle afprøvningens primære forsøgsparametre.

Produktionsværdi

Grisenes produktionsresultater, daglig tilvækst og foderudnyttelse blev samlet i en produktionsværdi, og i beregningerne er anvendt et 5-års prissæt (1. september 2013 – 1. september 2018):

- Gennemsnitlig notering for 7 kg's grise på 214 kr. pr. gris ± 12,26 kr. pr. kg
- Gennemsnitlig notering for 30 kg's grise på 368 kr. pr. gris ± 6,66 kr. pr. kg
- Smågrisefoder: 2,05 kr. pr. FEsv, som er anvendt for alle grupper.

Produktionsværdi (PV) pr. stiplads pr. dag for hele smågriseperioden blev beregnet på følgende måde:

$$\text{Produktionsværdi i kr. pr. stiplads pr. dag} = \frac{(\text{tilvækstværdi} - \text{foderomkostninger})}{\text{foderdage}}$$

Definition af de enkelte variable

Tilvækstværdi = grisenes tilvækst i kg i forsøgsperioden × værdi af 1 kg tilvækst. Den anvendte værdi af 1 kg tilvækst var 6,78 kr., og det var værdien af den gennemsnitlige tilvækst i hele perioden.

Foderomkostningerne blev bestemt ved hjælp af følgende formel og er beregnet på basis af foderblandingerne indhold af analyserede foderenheder (beregnet ud fra EFOSi-analyser):

$$\text{Foderomkostninger} = (\text{afgangsvægt} - \text{indgangsvægt}) * \text{FEsv pr. kg. tilvækst} * \text{pris pr. FEsv}$$

Foderdage = det antal dage, som den gennemsnitlige gris har været i forsøg.

Dækningsbidrag eller "Faktisk produktionsværdi"

"Faktisk produktionsværdi" pr. stiplads pr. dag er beregnet som oven for, dog blev der anvendt foderpriser, hvor der blev taget højde for den stigende pris, når aminosyreniveauet hæves. "Faktisk produktionsværdi" kan med god tilnærmelse betragtes som *dækningsbidrag*. De anvendte foderblandingspriser ses i Appendiks 1 og 2.

Statistiske modeller

Alle statistiske analyser blev udført i SAS Enterprise Guide 7.1. Afprøvningen blev designet som et dosisresponsforsøg med seks doser af frie aminosyrer for hver af de to proteinniveauer. Afprøvningen var et balanceret ikke-komplet design (det vil sige, at der blev taget hensyn til, at alle grupper ikke nødvendigvis var med i alle hold), med en styrke til at estimere behovet for ekstra tilsætning af de frie aminosyrer til maksimal produktionsværdi med et konfidensinterval på +/- 0,3 gram fordøjeligt lysin pr. FEsv, hvor lysin betragtes som repræsentant for niveauet af de fire tilsatte aminosyrer, der blev tilsat i et fast indbyrdes forhold.

Dosisresponsforsøg

Variablene; daglig tilvækst, foderoptagelse, foderudnyttelse og produktionsværdi blev analyseret for hele perioden fra indsættelse cirka 14 efter fravæning til afgang ved cirka 29 kg. I modellerne indgik fordøjeligt lysin pr. FEsv henholdsvis procent lysin:leucin som kontinuert effekt, startvægt som kovariat og hold som tilfældig effekt.

Respons på ovennævnte variable blev analyseret i forhold til dosis af frie aminosyrer (lysin, methionin, treonin og tryptofan), repræsenteret ved både gram fordøjeligt lysin pr. FEsv og ved fordøjeligt lysin i procent af fordøjeligt leucin. Leucin blev i denne sammenhæng valgt som repræsentant for proteinniveau, dels fordi leucin ikke ændredes indenfor de to proteinniveauer, dels af præsentationsmæssige hensyn, fordi norm-udgangspunktet var 100 % leucin af lysin, hvilket var lig med 100 % lysin af leucin, og derfor kan det på en graf med lysin:leucin-procent som x-akse og f.eks. produktionsværdi på y-aksen direkte aflæses, hvilket behov der eventuelt er for procentvis ekstra tilsætning af disse frie aminosyrer, med henblik på at opnå maksimal produktivitet.

Der er anvendt to metoder: NLMixed-proceduren og en trinvis kørsel af Mixed-proceduren i SAS. Mixed-proceduren blev ved hjælp af programmering gennemført trinvist for hver procentmæssig stigning i aminosyredosis med angivelse af parametrene "covtest" (der estimerer asymptotiske standardfejl og "Wald Z-test" for covarians-parameterestimererne) og "method=ML" (der udregner "maximum likelihood" i stedet for "residual (restricted) maximum likelihood"). Mixed-proceduren er den mest robuste af de to, da den ikke er afhængig af gode "gæt" på startværdier for parametrene i modellen, men NLMixed er måske den mest anvendte af de to, da den kan beregne konfidens-interval for behovsestimatet, som er ved funktionsskiftet fra en funktionstype til en anden. Der opnås samme eller stort set samme estimat for funktionsskifte ("knæpunkt") med NLMixed- og den trinvise Mixed-procedure.

Der er to typiske eksempler på beskrivelse af dosisrespons-sammenhænge:

1. Kurvelineær: En parabel (andengradspolynomium), der skifter til en vandret linje (nultegrads-polynomium). Med den kurvelineære metode antages det, at f.eks. produktivetsforbedringerne er størst ved de første dosistrin og dermed aftagende merudbytte med stigende dosis indsatsfaktor, indtil det niveau der giver maksimal produktivitet, hvorefter produktiviteten hverken forbedres eller forringes med stigende dosis.
2. Brækket linje eller på engelsk "broken line": En linje med hældning (førstegrads-polynomium), der skifter til en vandret linje. Metoden "brækket linje" antager, at f.eks. produktiviteten stiger lineært med stigende dosis indsatsfaktor indtil det niveau, der giver maksimal produktivitet, hvorefter produktiviteten hverken forbedres eller forringes med stigende dosis.
Men det kan sagtens være relevant at undersøge, om funktionen efter funktionsskiftet skal tillades at være enten et første- eller andengrads-polynomium, hvis en dosis over funktionsskiftet kan betyde forringet produktivitet [5,14]. Et godt eksempel på en parameter, der reduceres i størrelse efter funktionsskiftet, er dækningsbidraget, fordi foderprisen stiger med større dosis næringsstof.

Dosis, hvor funktionsskiftet estimeres til at falde, kaldes ofte for toppunktet eller knæpunktet.

Dosisresponsforsøgene i denne afprøvning er undersøgt med fire typer funktioner:

"Brækket linje", "kurvelineær" samt deres "familiemedlemmer", hvor der tillades enten en linje med hældning eller en kurve efter knæpunktet [14].

De kurvelineære responsfunktioner viste sig at passe bedst til de målte værdier for produktionsværdi og foderudnyttelse samt daglig tilvækst i normalproteingrupperne (gruppe 7-12), hvorimod foderoptagelse og daglig tilvækst i lavproteingrupperne samt dækningsbidrag blev bedst beskrevet ved hjælp af en linje med hældning eller en kurve efter knæpunktet

Rangeringen af funktionskombinationer, ud fra hvilke der bedst beskriver resultaterne, sker ved sammenligning af Akaike Information Criteria (AIC), hvor lavere værdier indikerer, at modellerne bedre beskriver data.

Disse analyser blev foretaget både separat for gruppe 1 til 6 (lavt proteinniveau) og gruppe 7 til 12 (normalt proteinniveau), men også samlet for alle 12 grupper med leucin (repræsentant for proteinniveau) som kovariat. Alle analyser blev foretaget med hold som tilfældig effekt indsættelsesvægt som kovariat, hvorved tilfældige forskelle heri ikke forringer nøjagtigheden af analyserne.

Gruppeforsøg

Af hensyn til traditionen med at præsentere resultaterne i tabeller blev data desuden analyseret som et gruppeforsøg, men det skal understreges, at konklusionerne er draget på baggrund af funktionerne fremkommet af dosisresponsanalyserne, da de er mere sikkert bestemt, fordi funktionerne hviler på alle dosisniveauer.

Variablene; daglig tilvækst, foderoptagelse, foderudnyttelse og produktionsværdi blev analyseret for hele perioden fra indsættelse cirka 14 efter fravæning til afgang ved cirka 29 kg. I modellerne indgik gruppe som systematisk effekt, startvægt som kovariat og hold som tilfældig effekt.

Ovenstående variable blev analyseret ved hjælp af proceduren Mixed i SAS med faktoren gruppe som systematisk effekt og hold og stald som tilfældige effekter. Startvægt indgik som kovariat og dermed blev der korrigeret for indsættelsesvægt via LS Means-metoden (mindste kvadraters gennemsnit). Der blev foretaget Bonferroni-korrektion ved sammenligningen af de seks grupper inden for henholdsvis lav- og højproteingrupperne, det vil sige 15 sammenligninger for lavprotein og 15 sammenligninger for højprotein. I tabellerne med produktionsresultater angives de fundne p-værdier fra gruppeforsøgsopgørelserne, hvor værdier under 0,05 angiver statistisk sikre forskelle. Desuden angives de fundne toppunkter fra dosisresponsopgørelserne.

For variablene; foderoptagelse, foderforbrug pr. kg tilvækst, daglig tilvækst og produktionsværdi blev data desuden analyseret som et to-faktorforsøg. Faktorerne var proteinniveau (lavt eller normalt) og aminosyredosis. Ovenstående variable blev analyseret ved hjælp af proceduren Mixed i SAS med proteinniveau defineret som systematisk effekt. Holdnummer indgik som en tilfældig effekt, og der blev i alle analyser korrigeret for startvægt.

For variablene; "døde" og "døde og udtagne" samt "total enkeltdyrsbehandlingsdage pr. gris" er der foretaget logistisk regression ved hjælp af proceduren Glimmix i SAS for hele forsøgsperioden, hvor faktoren "proteinniveau" indgik som systematisk effekt og hold samt stald indgik som tilfældige effekter. Indsættelsesvægt indgik som kovariat.

Appendiks 6

Normsæt for aminosyrer og protein til smågrise, gengivet fra 28. udgave af Normer for Næringsstoffer, udgivet 19. september 2018:

Table 1. Aminosyrenormer til smågrise, g ford. pr. foderenhed (FEsv).

Interval, kg	6-9 kg	9-15 kg	9-30 kg	15-30 kg	% af lysin*
Lysin	10,6	10,6	10,6	10,6	100**
Methionin	3,4	3,4	3,4	3,4	32
Methionin + cystin	5,7	5,7	5,7	5,7	54
Treonin	6,5	6,5	6,5	6,5	61
Tryptofan	2,2	2,2	2,2	2,2	21**
Isoleucin	5,6	5,6	5,6	5,6	53
Leucin	10,6	10,6	10,6	10,6	100
Histidin	3,4	3,4	3,4	3,4	32
Fenylalanin	5,7	5,7	5,7	5,7	54
Fenylalanin + tyrosin	10,6	10,6	10,6	10,6	100
Valin	7,1	7,1	7,1	7,1	67
Råprotein, minimum	140	140	141	143	-
Råprotein, maksimum	152	152	155	157	-

* Ved andre lysinniveauer / vægtintervaller end de angivne bør man altid sikre sig, at idealproteinets sammensætning er overholdt.

** Aminosyrenormerne er det niveau, som under normale prisforhold vil sikre maksimalt dækningsbidrag i besætninger med god sundhedstilstand. Forsøg har vist, at maksimal produktivitet opnås ved at øge lysinnormen med ca. 7-10 pct. (svarende til henholdsvis 11,8 (6-9 kg) og 11,6 (9-30 kg) g st. ford lysin pr. FEsv inkl. ovennævnte profil for alle essentielle aminosyrer), og derved kan der forventes en bedre foderudnyttelse og en øget daglig tilvækst på 1-2 pct.

Forsøg har vist, at der opnås maksimal produktivitet ved at øge normen for tryptofan fra de nuværende ca. 21 pct. til 22 pct. af lysinnormen, men 21 pct. er vurderet økonomisk optimalt ved aktuelle prisrelationer.



Tlf.: 33 39 45 00

gris@seg.es.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.