

# Reduceret tildeling af råprotein til slagtegrise

## - Teknologibeskrivelse udarbejdet som grundlag for revidering af Husdyrgodkendelsesbekendtgørelsens BAT-krav

---

Rådgivningsnotat fra DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug

Martin Tang Sørensen<sup>1</sup>, Christian Friis Børsting<sup>1</sup>, Anne Louise Frydendahl Hellwing<sup>1</sup> & Peter Kai<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institut for Husdyr- og Veterinærvidenskab, Aarhus Universitet

<sup>2</sup>Institut for Bio- og Kemiteknologi, Aarhus Universitet



AARHUS  
UNIVERSITET

DCA - NATIONALT CENTER FOR FØDEVARER OG JORDBRUG



## Datablad

---

Titel:	Reduceret tildeling af råprotein til slagtegrise - Teknologibeskrivelse udarbejdet som grundlag for revidering af Husdyrgodkendelsesbekendtgørelsens BAT-krav
Forfattere:	Seniorforsker Martin Tang Sørensen, seniorrådgiver Christian Friis Børsting og akademisk medarbejder Anne Louise Frydendahl Hellwing, Institut for Husdyr- og Veterinærvidenskab, AU Seniorrådgiver Peter Kai, Institut for Bio- og Kemiteknologi, AU
Fagfællebedømmelse:	Professor Knud Erik Bach Knudsen, Institut for Husdyr- og Veterinærvidenskab, AU
Kvalitetssikring, DCA:	Specialkonsulent Johanna Höglund, specialkonsulent Anna Feldberg Marsbøll og akademisk medarbejder Majbrit Guldborg, DCA Centerenheden, AU
Rekvirent:	Miljøministeriet (MIM) Departementet
Dato for bestilling/levering:	25.02.2019/24.11.2022
Faglig redaktion afsluttet:	25.06.2020
Journalnummer:	2022-0448293
Finansiering:	Besvarelsen er udarbejdet som led i "Rammeaftale om forskningsbaseret myndighedsbetjening" indgået mellem Miljøministeriet, Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri og Aarhus Universitet.
Ekstern kommentering:	En følgegruppe nedsat af Departementet har haft mulighed for at kommentere skriftligt på udkast til notatet. Følgegruppen bestod ud over Departementet af repræsentanter fra Miljøstyrelsen, Danmarks Naturfredningsforening, Kommunernes Landsforening, København Fur, Landbrug & Fødevarer og Økologisk Landsforening. AU modtog ikke nogen kommentarer.
Eksterne bidrag:	I forbindelse med udarbejdelse af notatet har forfatterne haft kontakt til chefkonsulent Per Tybirk, SEGES Innovation, for afklaring af spørgsmål vedr. miljøeffekt af lavproteinfoder til slagtegrise.
Kommentarer til bestilling:	Miljøministeriet (MIM) Departementet har bedt AU om at revidere det tekniske grundlag for BAT i Danmark jf. bestilling af 25. februar 2019 benævnt "BAT-projektet". Bestillingen er opdateret d. 16. august 2019. Forventninger til omfang og detaljeringsgrad er løbende blevet opdateret. MIM Departementet har ønsket en samlet slutlevering af hele BAT-projektet.
Kommentarer til besvarelse:	Notatet har ikke været i eksternt peer review eller er publiceret andre steder. Ved en evt. senere publicering i tidsskrifter med eksternt peer review vil der derfor kunne forekomme ændringer.
Ophavsret:	Notatet er omfattet af gældende regler om ophavsret.
Citeres som:	Sørensen, MT., Børsting, CF., Hellwing, ALF. og Kai, P. 2022. Reduceret tildeling af råprotein til slagtegrise - Teknologibeskrivelse udarbejdet som grundlag for revidering af Husdyrgodkendelsesbekendtgørelsens BAT-krav. 15 sider. Rådgivningsnotat fra DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, Aarhus Universitet.
Rådgivning fra DCA:	Læs mere på <a href="https://dca.au.dk/raadgivning/">https://dca.au.dk/raadgivning/</a>

## Forord

Det er en af de grundlæggende betingelser for at opnå miljøgodkendelse, at ansøgninger om etablering eller udvidelse af husdyrbrug med en ammoniakemission, der overstiger 750 kg NH<sub>3</sub>-N per år, har truffet de nødvendige foranstaltninger til at forebygge og begrænse ammoniakforureningen ved anvendelse af den bedste tilgængelige teknik (BAT).

Formålet med dette projekt har været at opdatere det faglige grundlag for en efterfølgende politisk fastsættelse af grænseværdier for ammoniakemission (BAT-krav), der anvendes ved miljøgodkendelse af husdyrbrug.

Projektet er gennemført som et samarbejde mellem Aarhus universitet (AU) og Københavns Universitet (KU). Seniorrådgiver Peter Kai, Institut for Bio- og Kemiteknologi, AU har været projektleder i forhold til den tekniske og miljømæssige beskrivelse af effekter af stalde og teknologier, mens lektor Brian H. Jacobsen, Institut for Fødevarer- og Ressourceøkonomi, KU, har været projektleder for de økonomiske analyser.

Som led i projektet har AU og KU udarbejdet en serie notater, der omfatter nærmere definerede driftssystemer og teknologier indenfor driftsgrenene grise, kvæg, fjerkræ og mink:

**Driftssystembeskrivelser** er notater, der beskriver den typiske indretning og drift af specifikke stald- og stityper til bestemte dyregrupper og de dermed forbundne emissioner af ammoniak, lugt og drivhusgasser samt de vigtigste ressourceforbrug, der knytter sig til produktionen. Notaterne er udarbejdet af AU. Driftssystembeskrivelserne indeholder med få undtagelser økonomiske nøgletal, som er udtræk fra økonomi-notater udarbejdet af KU.

**Teknologibeskrivelser** er notater, der beskriver specifikke typer af teknologier og deres miljøeffekt, når de anvendes i specifikke stald-/stityper og de dermed forbundne ressourceforbrug og emissioner af ammoniak og lugt. Teknologibeskrivelsernes tekniske og miljømæssige del er udarbejdet af AU, mens de økonomiske nøgletal er udtræk fra økonomi-notater udarbejdet af KU.

**Økonomiske udrednings- og dokumentationsnotater** beskriver dels forudsætningerne for økonomiske analyser af virkemidler til reduktion af ammoniakemissionen i husdyrproduktionen samt de økonomiske konsekvenser forbundet med anvendelse af stalde og teknologier. Disse er udarbejdet og publiceret af KU.

Som opsummering er der for hver driftsgren (for grise opdelt på produktionstype) udarbejdet et **resumé- og analysenotat**, der sammenholder miljømæssige og økonomiske effekter ved anvendelsen af stalde og teknologi, herunder i diverse kombinationer og som funktion af husdyrholdets størrelse.

# Reduceret tildeling af råprotein til slagtegrise

---

## Resumé

---

Emission af ammoniak fra stald		Reduceret råproteinindhold i foderet reducerer ammoniakemissionen
Emission af lugt fra stald		Ingen effekt.
Emission af støv		Ingen effekt.
Emission af drivhusgasser fra stald		Reduceret N-udskillelse reducerer den direkte og indirekte lattergasemission.
Energi og ressourceforbrug		Ingen effekt.
Affald og spildevand		Ingen effekt.
Miljøfremmede stoffer		Ingen effekt.
Virkning på lager og mark		En reduktion i foderets råproteinindhold med 10 g per FEsv fra 147,7 g per FEsv til 137,7 g (svarende til en reduktion med 1 %-point) reducerer ammoniakemissionen fra lager og under udbringning af gylle.
Driftssikkerhed		Teknikken er driftssikker i det beskrevne område.
Økonomi		Der er ikke udarbejdet økonomisk analyse.

---

## Definitioner

- Enhedsblanding: Anvendelse af samme foderblanding med uændret indhold af næringsstoffer gennem et helt vækstforløb (smågrise, slagtegrise) eller del af en produktionscyklus (søer).
- Essentiel aminosyre: En aminosyre defineres som en essentiel eller uundværlig aminosyre, hvis den ikke kan dannes ved dyrets eget stofskifte ud fra andre aminosyrer eller andre metabolitter i stofskiftet i en hastighed, der svarer til dyrets behov, og som derfor skal tilføres via foderet.
- Fasefodring: Anvendelse af flere foderblandinger gennem et helt vækstforløb (slagtegrise) eller del af en produktionscyklus (søer) for bedre at tilfredsstille dyrenes behov for næringsstoffer i en specifik periode af deres vækst eller produktionscyklus.
- FEsv: Foderenhed til grise (smågrise og slagtegrise). Dansk energivurderingssystem, som fastlægger energiindholdet i grisefoder på grundlag af næringsstoffernes fysiologiske energiværdi. Derved kan foderets fysiologiske værdi fastlægges og sammenlignes uafhængigt af dets ingredienser.
- Fri aminosyre: Industrielt fremstillet specifik aminosyre. Fremstillingen foregår typisk ved fermentering. Det er ikke tilladt at benytte frie aminosyrer i økologisk griseproduktion.
- Råprotein: Foderets indhold af råprotein beregnes som indholdet af kvælstof (N) ganget med faktoren på 6,25 for alle foderstoffer. Det betyder, at alle kvælstofforbindelser (også eksempelvis nukleinsyrer) medregnes i råprotein, uanset om de bidrager med aminosyrer eller ej. I normale foderblandinger er råprotein dog meget tæt på at være lig med summen af alle aminosyrer.
- Standardiseret ileal fordøjelighed: Først måles den tilsyneladende ileale fordøjelighed som forskellen mellem mængden af næringsstof, fx. råprotein, tilført med foderet og mængden fundet ved enden af tyndtarmen (ileum). Under fordøjelsen udskilles en række fordøjelsesenzymer, og disse består af proteiner. Den standardiserede ileale fordøjelighed er højere end den målte tilsyneladende ileale fordøjelighed, fordi grisen udskiller fordøjelsesenzymer, og en del af disse absorbers ikke i tarmen, hvilket kaldes for det endogene tab. Det endogene tab opdeles i to, nemlig det specifikke og det uspecifikke endogene tab. Det specifikke endogene tab afhænger af råvarevalget, mens det uspecifikke anses for at være konstant per kg optaget fodertørstof. Den standardiserede ileale fordøjelighed beregnes ved at korrigere den tilsyneladende ileale fordøjelighed for det uspecifikke endogene tab.
- Syntetisk aminosyre: Se Fri aminosyre.
- TAN (Total Ammoniakalsk Nitrogen, dvs. ammonium + ammoniak). TAN regnes lig med urin-N, idet TAN stort set stammer fra urinstof og andre N-forbindelser i urin, hvorimod N i fæces ikke bidrager nævneværdigt til TAN.
- Tilsyneladende fækal fordøjelighed: Forskellen mellem mængden af næringsstof, fx. råprotein, tilført med foderet og mængden fundet i fæces. Ved indførslen af det nuværende proteinvurderingssystem i 2003, fandt man iflg. Tybirk (2020), at for typiske foderblandinger kunne den fækale tilsyneladende proteinfordøjelighed beregnes ved at multiplicere den standardiserede ileale fordøjelighed med 0,972.
- Urin-N beregnes som en differens, defineret ved: N af dyr minus N i fæces.

## Beskrivelse

Dette teknologiblad omfatter en vurdering af effekterne af reduceret indhold af råprotein i foderet ved samtidig tilsætning af frie aminosyrer. Slagtegrise defineres som grise i vægtintervallet 31-113 kg levende vægt jf. Normtal 2019 (Lund, 2019). Der vurderes på N af dyr, ammoniakfordampning og produktionsparametrene foderudnyttelse og tilvækst.

## Råprotein

Foderets indhold af råprotein beregnes ud fra analyseret indhold af kvælstof (N), der omregnes til råprotein ved at multiplicere med faktoren 6,25 for alle fodermidler. Grise har imidlertid ikke behov for "råprotein" men derimod for aminosyrer, herunder de essentielle aminosyrer. Den fordøjede del af foderets protein (normalt 77-85 %) aflejres enten som protein i grisen eller udskilles som urinstof (urea) med urinen. Når urinstof kommer i kontakt med bakteriefloraen fra fæces og i staldmiljøet, omdannes det til ammonium, der let kan omdannes til ammoniak. Den ufordøjede del af foderets protein udskilles som organisk bundet kvælstof med fæces, der kun i ringe omfang omdannes til ammoniak, mens det endnu er på guldarealet eller i gyllekanaler under gulvet.

Foderets råproteinindhold kan reduceres, og dyrenes aminosyrebehov kan samtidig dækkes ved tilsætning af syntetiske aminosyrer. Det vil typisk være lysin, methionin, tryptofan og treonin, der er først begrænsende for proteinaflejring og grisenes vækst, når proteinindholdet sænkes. Herved reduceres især indholdet af kvælstof i urin, men også indholdet af organisk bundet kvælstof i fæces reduceres. Potentialet ved reduceret råprotein i foderet er derfor en reduktion i udskillelsen af kvælstof i fæces og urin, og den afledede reduktion i ammoniakdannelse og -fordampning.

## Normtal og normer

I normtallene for husdyrgødningens indhold af næringsstoffer (Lund, 2019) tages der udgangspunkt i, at slagtegrise over hele vægtintervallet 31-113 kg har et foderforbrug på 2,82 FEsv per kg tilvækst, og at foderets råproteinindhold er på 147,7 g per FEsv. I de seneste "Normer for næringsstoffer" i grisenes foder (Tybirk et al., 2019) er normerne imidlertid også – udover hele vægtintervallet - angivet for en række vægtintervaller. Normerne for disse vægtintervaller kan anvendes, såfremt der praktiseres fasefodring, dvs. når der anvendes foderblandinger med forskelligt proteinindhold i løbet af vækstperioden.

## Enhedsblanding kontra fasefodring

Uanset at der i "Normer for næringsstoffer" (Tybirk et al., 2019) er angivet normer for en række vægtintervaller, er der i en nylig publikation vedr. miljøeffekt af lavproteinfoder til slagtegrise ikke opereret med fasefodring, men med brug af samme blanding (enhedsblanding) i hele vægtintervallet 31 – 113 kg levende vægt (Tybirk, 2020). I den forbindelse er det værd at bemærke, at fasefodring kun giver mening, såfremt det giver sig udslag i en lavere N udskillelse, lavere foderpris eller bedre produktivitet i form af fx højere tilvækst, bedre foderudnyttelse, højere slagteprocent og/eller højere kødprocent sammenlignet med anvendelse af en enhedsblanding i hele vægtintervallet. Der foreligger nogen nyere litteratur til at belyse dette emne. I en dansk undersøgelse sammenlignede Sloth og Tybirk (2015) 2- og 3-fasefodring med enhedsblandinger i intervallet 31 til 109 kg levende vægt og fandt, at der ikke var statistisk sikre forskelle mellem hold, der fik fasefodring og hold, der fik enhedsblandinger med hensyn til tilvækst, foderudnyttelse og kødprocent. I overensstemmelse hermed konkluderede Sloth (2018), på grundlag af en omfattende undersøgelse, at "en given mængde

protein og aminosyrer kan fordeles over en, tre eller fem faser fra ca. 32 til 116 kg – og give stort set samme produktionsresultater”.

Resultater fra et nyligt offentliggjort forskningsprojekt gennemført i Sverige kommer til samme konklusion (Åkerfeldt et al., 2019). I projektet hvor tre proteinniveauer i kombination med tre lysinniveauer blev tildelt i enten enhedsblandinger eller i 2-fase blandinger, var der ingen forskel mellem de to fodringsstrategier mht. hverken daglig tilvækst, foderudnyttelse eller slagte- og kødprocent; vægtintervallet var fra 32 til 117 kg levende vægt. De refererede resultater tyder ikke på, at fasefodring sammenlignet med enhedsblanding giver bedre produktivitet eller reduktion i proteinbehov.

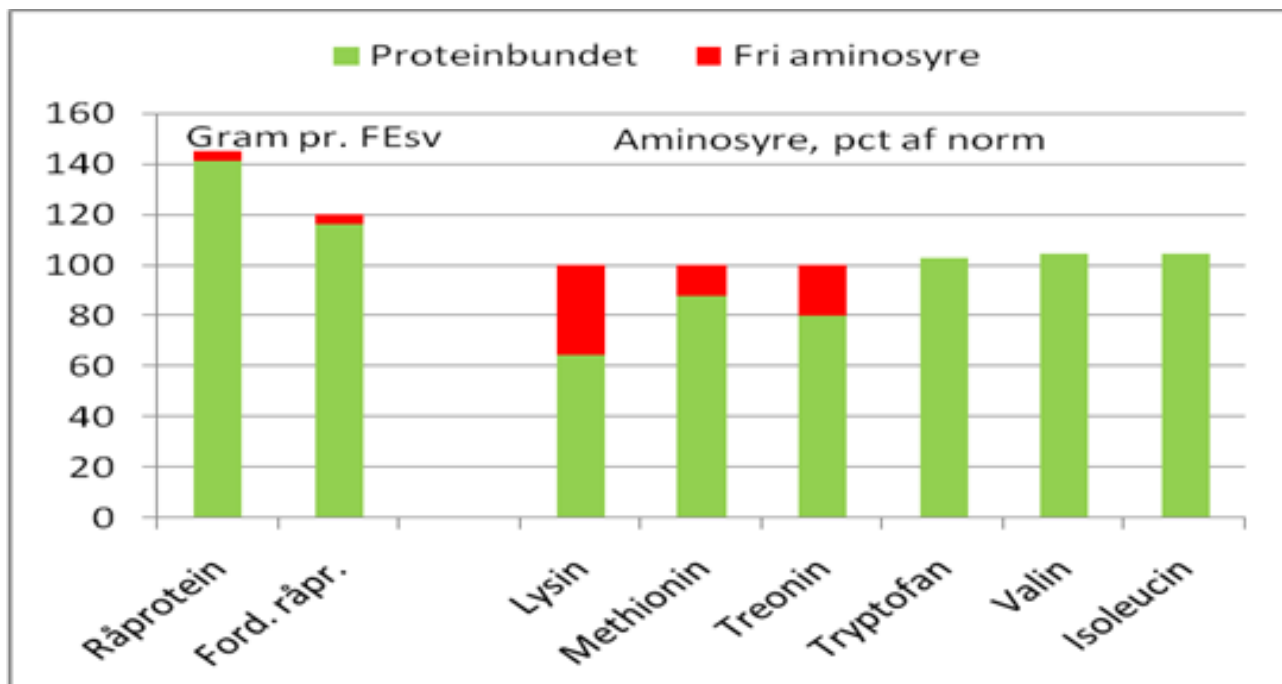
*Afgrænsning.* På baggrund af nyere litteratur på området er det konklusionen, at fasefodring ikke adskiller sig signifikant fra brug af enhedsblanding. Derfor er det udelukkende enhedsblandinger, der vurderes i dette teknologiblad.

## Muligheder for reduktion af foderets råproteinindhold

Som nævnt ovenfor har grise ikke behov for ”råprotein”, men derimod for fordøjeligt råprotein og for de enkelte aminosyrer, herunder de essentielle aminosyrer.

I de nugældende fodringsnormer er behovene differentieret mht. vægtintervaller og foderforbrug (Tybirk et al, 2019). For slagtegrise med et foderforbrug på 2,82 FEsv per kg tilvækst, dvs. udgangspunktet for dette teknologiblad, er normen for enhedsblandingen på 120 gram fordøjeligt råprotein og 7,7 gram fordøjeligt lysin per FEsv. Normen for øvrige essentielle aminosyrer udtrykkes i procent af lysin (Tybirk et al. 2019; Peet-Schwering & Bikker 2018), eksempelvis er normen for fordøjeligt methionin 30% af fordøjeligt lysin, dvs. 2,3 g/FEsv.

Grisenes vækst bestemmes af den aminosyre, som er mest begrænsende i forhold til deres behov og - jfr. definitionen - er det altid en essentiel aminosyre. Mulighederne for at reducere foderets indhold af råprotein ligger derfor i, dels at sammensætte en foderblanding med fodermidler, der bedst muligt opfylder behovene for fordøjeligt råprotein og essentielle aminosyrer ved et lavt proteinniveau, dels at supplere med syntetiske essentielle aminosyrer, hvor behovet ikke er dækket af de anvendte fodermidler. Dette er illustreret i Figur 1. I figuren er lysin mest begrænsende og dernæst treonin og methionin. I dette tilfælde kunne råproteinindholdet reduceres ved at tilsætte disse tre aminosyrer. I princippet kunne råproteinindholdet reduceres yderligere ved at supplere med syntetiske aminosyrer indtil behovet for dem alle er dækket. I praksis er dette ikke muligt, idet ikke alle essentielle aminosyrer er tilgængelige i syntetisk form. Pt. fremstilles følgende fem syntetiske aminosyrer kommercielt til brug i foder: lysin, methionin, treonin, tryptofan og valin ([https://svineproduktion.dk/Viden/I-stalden/Foder/Indhold\\_foder/Naeringsstoffer](https://svineproduktion.dk/Viden/I-stalden/Foder/Indhold_foder/Naeringsstoffer), linket besøgt den 11. december 2019). Det er derfor muligt at reducere foderets råproteinindhold og supplere med disse fem essentielle aminosyrer indtil sjette aminosyre er begrænsende, hvilket er isoleucin i det illustrerede tilfælde. I det illustrerede tilfælde giver det ikke mulighed for at reducere råproteinindholdet ved at tilsætte tryptofan og valin, idet isoleucin er lige så begrænsende som disse to aminosyrer.



**Figur 1.** Illustration af indholdet af råprotein og fordøjeligt råprotein som gram per FEsv samt indhold af de seks først begrænsende aminosyrer i procent af norm ved 120 gram fordøjeligt råprotein. Grisenes vækst er begrænset af den essentielle aminosyre med lavest indhold i forhold til behovet. I det illustrerede tilfælde er lysin mest begrænsende, dernæst treonin og methionin.

### Metode til reduktion af foderets råproteinindhold

Der vurderes på N ab dyr, ammoniakfordampning samt produktionsparametrene foderudnyttelse, tilvækst og kødprocent.

Det er valgt at vurdere to scenarier, nemlig:

- et referencescenarie med en referenceblanding med 147,7 g råprotein per FEsv som i Normtal 2018 (Lund, 2018), der samtidigt repræsenterer et typisk fodermiddelvalg til slagtegrise, og har det indhold af aminosyrer, som er skitseret i Tabel 1 samt
- et reduceret scenarie, hvor indholdet af råprotein er reduceret til 137,7 g råprotein per FEsv.

Der tages således udgangspunkt i følgende:

- at der i hvert scenarie anvendes samme enhedsblanding i hele vægtintervallet fra 31 til 113 kg
- at referenceblandingen har et råproteinindhold på 147,7 g per FEsv og at foderforbruget er på 2,82 FEsv per kg tilvækst (jf. "Normtal 2018"; Lund, 2018)
- at råprotein reduceres med 10 g per FEsv (svarer til 1 %-point råprotein per FEsv) i det reducerede scenarie i forhold til referenceblanding. Råprotein reduceres ved at supplere med fire af de tilgængelige aminosyrer indtil femte mest begrænsende aminosyre (sædvanligvis valin) er begrænsende
- at foderblandingerne er baseret på råvaresammensætning skitseret i tabel 1 (fra Tybirk, 2020)
- at ændring i produktionsparametre ved brug af reduceret proteinblandingen baseres på modeller udarbejdet af SEGES, ud fra en række forsøg til belysning af sammenhænge mellem fodring og en række produktionsparametre.



**Tabel 1.** Referencefoderblanding og blanding med reduceret proteinindhold (Kilde: Tybirk, 2020)

Foderblanding	Reference	Reduceret
Råprotein, g per kg	153,6	143,2
Råprotein, g per FEsv	147,7	137,7
Ford. protein, g per FEsv	123,3	114,0
Standardiset ileal fordøjelighed, %	83,5	82,8
Tilsyneladende fækal fordøjelighed*, %	81,16	80,48
Ford. lysin, g per FEsv	8,0**	7,4**
Fosfor, g per FEsv	4,6	4,6
Ford. P, g per FEsv	2,5	2,5
FEsv per kg	1,04	1,04
<b>Råvaresammensætning i pct.:</b>		
Sojaskrå	8,07	5,17
Solsikkeskrå	8,00	8,00
Rapsskrå	2,00	2,00
Byg, gns. 2016-18	29,60	32,56
Hvede, gns. 2016-18	37,00	37,00
Rug, gns. flere år	8,00	8,00
Hvedeklid	2,37	2,37
Palmeolie	1,00	0,89
Melasse	1,00	1,00
Kridt	1,37	1,37
Monocalciumfosfat	0,40	0,445
Salt	0,38	0,38
Vitaminer + mikromin + enzymer	0,21	0,21
Lysin HCl, 98,5%	0,413	0,420
Treonin, 98,5%	0,135	0,132
Methionin, DL 99%	0,035	0,029
Tryptofan, 98%	0,007	0,009

\*Beregnes som standardiseret ileal fordøjelighed  $\times$  0,972 ud fra standard omregning fundet ved skift af proteinvurderingssystem i 2003 (Tybirk, 2020). Bruges til at beregne N i fæces og urin.

\*\*Alle andre aminosyrer opfylder normerne ved et normniveau på 8,0 henholdsvis 7,4 g ford. lysin per FEsv

## Ammoniakemission

I Tabel 2 er vist de forventede effekter på produktivitet og N-udskillelse i fæces og urin, når foderets råproteinindhold sænkes fra 147,7 til 137,7 g/FEsv svarende til 10 g råprotein per FEsv sammenlignet med referencen fra Normtal 2018 (Lund, 2018). Ved gennemsnitlig produktivitet reduceres den samlede mængde udskilt N per produceret gris med 11 %, og urin-N (TAN) falder med 15 % fra 2,008 kg til 1,702 kg per produceret gris. Da ammoniakemissionen per gris i stalden jf. Kai et al. (2018) er ligefrem proportional med mængden af urin-N, falder ammoniakemissionen derfor ligeledes med 15 %.

Ved beregning af effekten af reduceret råprotein per år per stiplads indgår i tillæg til ovenstående ligeledes ændringer i produktiviteten, som har betydning for antallet af producerede grise per år per stiplads. En ændring i råprotein-indholdet på 10 gram per FEsv bevirker, alt andet lige, at grisenes vækstrate falder fra 972 til 961 g tilvækst per dag (Tybirk, 2020). Produktionen falder derfor fra 3,74 til 3,70 producerede grise/stiplads per år (Tybirk, 2020). Som konsekvens heraf falder TAN fra 7,51 til 6,30 kg per stiplads per år svarende til 16 %.

Ammoniakemissionen falder derfor ligeledes med 16 %. Reduktionen i ammoniakemissionen per år per stiplads skønnes at være generel anvendelig for alle typer af slagtegrisestalde.

Tybirk (2020) har vist, at urin-N per stiplads og dermed ammoniakemissionen falder lineært med faldet i råprotein inden for det undersøgte interval fra 147,7 til 137,7 g råprotein per FEsv.

**Tabel 2.** Produktivitet og N i fæces og urin ved referencefoderblanding og blanding med reduceret råprotein i foderet - forudsat at slagtning sker ved samme vægt (Kilde: Tybirk, 2020).

Foderblanding	Reference	Reduceret
Proteinniveau, g råprotein per FEsv	147,7	137,7
Gennemsnitsvæg ved indgang, kg	31	31
Gennemsnitsvægt ved afgang, kg	113	113
Daglig tilvækst, g	972	961
Dage ekskl. tomdage til 113 kg	84,36	85,33
FEsv per kg tilvækst	2,82	2,84
Kødprocent	60,55	60,20
N ab dyr, kg*	3,037	2,704
Heraf N i fæces, kg	1,029	1,002
Heraf urin-N, kg	2,008	1,702
Reduktion i TAN-udskillelse forhold til reference, %		15
<b>Reduktion i ammoniakemission per produceret slagtegris i forhold til reference, %</b>		<b>15</b>
Tomdage/stiplads per hold	10	10
Dødelighed, %	3,4	3,4
Producerede slagtegrise/år per stiplads	3,74	3,70
TAN-udskillelse/år per stiplads, kg	7,51	6,30
<b>Reduktion i ammoniakemission per stiplads per år i forhold til reference, %</b>		<b>16</b>

\*N ab dyr = Input via foder ÷ aflejet i grisen = Tilvækst × FEsv per kg tilvækst × totalt protein, g per FEsv / 6.250 g protein per kg N ÷ tilvækst × 0,0296 kg N per kg tilvækst.

## Diskussion

En vigtig faktor for N-udskillelsen er foderforbruget per kg tilvækst. Reduceret proteintildeling vil give sig udslag i et øget foderforbrug. I beregningerne, der ligger til grund for estimatet for urin-N i Tabel 2, er foderforbruget for Reference 2,82 FEsv per kg tilvækst, mens foderforbruget for Reduceret er estimeret til at være 2,84 FEsv per kg tilvækst. AU har analyseret, hvor meget reduktionen i urin-N påvirkes af et øget foderforbrug som følge af en reduceret proteintildeling. Hvis foderforbruget f.eks. øges til 2,86 i stedet for til 2,84 FEsv per kg tilvækst, som forudsat af Tybirk og Sloth (2020), så vil reduktionen i urin-N være 0,267 kg per gris sammenlignet med de 0,306 kg per gris svarende til, at reduktionen i urin-N og dermed ammoniak-emissionen per produceret slagtegris vil være 13,5 % i forhold de 15 % givet i Tabel 2.

Ændringen til de 2,84 FEsv per kg tilvækst ved reduceret proteintildeling er beregnet af Tybirk og Sloth (2020) ud fra en række nyere danske forsøg og forventes at være det mest sandsynlige udfald, men det er vigtigt at bemærke, at i besætninger, hvor der måtte ske en yderligere stigning i foderforbruget, vil reduktionen i urin-N blive en smule mindre, men dette anses ikke som en væsentlig usikkerhedsfaktor mht. vurdering af effekten af reduceret protein på N-udskillelsen i urin.

Proteinfordøjeligheden har også betydning for den estimerede ændring i urin-N ved reduceret protein i foderet. Den samlede ab dyr N-udskillelse i fæces og urin beregnes som differensen mellem N-indtaget i foderprotein og N-aflejringen i grisen. Proteinets fordøjelighed afgør, hvor meget af N ab dyr, der udskilles i fæces, nemlig den ufordøjede del af proteinet, mens resten kommer i urinen. I Tabel 2 er der forudsat et fald i den fækale fordøjelighed fra 81,16 til 80,48%. Der er to årsager til, at der må påregnes et fald i fordøjeligheden. For det første anvendes der en lavere andel af proteinfodermidler, der har en højere proteinfordøjelighed end de kornfodermidler, der erstatter proteinfodermidlerne. I dette tilfælde erstattes sojaskrå af byg. For det andet er det den tilsyneladende fækale fordøjelighed, der afgør, hvor meget N der kommer i fæces. Den tilsyneladende fækale fordøjelighed påvirkes dels af det ufordøjede foderprotein, dels af det endogene konstante tab. Det betyder, at jo mindre protein grisen indtager, jo større andel vil det endogene tab udgøre i forhold til proteinindtaget, hvorved den tilsyneladende fækale fordøjelighed vil falde lidt.

AU har analyseret sammenhængen mellem den fækale proteinfordøjelighed og urin-N. En reduktion i fordøjeligheden på 1 %-point vil reducere N-udskillelsen i urin med ca. 0,050 kg. Det vil sige, at reduktionen fra 81,16 til 80,48 % fordøjelighed kun er årsag til en reduktion på 0,034 kg, eller kun ca. 10 % af den beregnede effekt på 0,306 kg reduktion i urin-N. Dette svarer til, at urin-N ville blive reduceret fra 15 % til 13,5 % i, hvis ikke der reelt sker et fald i fordøjeligheden som forudsat ved Reduceret protein. Ændringen i fordøjeligheden på ca. 0,3 %-point anses for at være i den rigtige størrelsesorden, så usikkerheden i fordøjeligheden anses ikke som en væsentlig usikkerhedsfaktor mht. vurdering af effekten af reduceret protein på N-udskillelsen i urin.

Det er et velkendt fænomen, at der er en positiv sammenhæng mellem foderets indhold af råprotein og ammoniakemissionen, hvilket er dokumenteret i talrige forsøg. Sajeev et al. (2017) foretog en meta-analyse af resultater fra 22 publicerede studier omhandlende effekten på ammoniakemissionen af reduceret råprotein i foder tildelt henholdsvis til grise og kvæg. Analysen viste, at ammoniakemissionen fra stalden i gennemsnit faldt med  $11 \pm 6$  % for hver %-point reduktion i grisefoderets indhold af råprotein (opgjort som vægt-%). Der skelnes ikke mellem forskellige kategorier af grise.

Hansen et al. (2014) sammenlignede produktivitet, kvælstofudskillelse og gasemissioner fra to forsøgsstalder, hvor grise i vægtintervallet ca. 55 kg til ca. 102 kg levende vægt fik tildelt henholdsvis 159 og 136 g råprotein per kg foder svarende til en reduktion på 14,5 %. Ammoniakemissionen fra sektionen med grise, der blev tildelt 136 g råprotein per kg var 23 % lavere end fra sektionen med grise, der fik tildelt 159 g råprotein per kg. Dette svarer til 10 % lavere ammoniakemission per %-point reduktion i råprotein per kg foder (henholdsvis 15,9 og 13,6 %). Der var ca. 1,10 FEsv per kg foder i dette forsøg, så reduktionen i ammoniak svarede til 11% per %-point reduktion af protein per FEsv. Ved forsøget blev der observeret lavere pH-værdi i gylle fra grisene, der fik tildelt 136 g råprotein (pH 6,85) sammenlignet med grise, der fik tildelt 159 g råprotein (pH 7,42). Artiklen redegør ikke for effekten af reduceret råprotein på N-udskillelsen.

Holm et al. (2011) undersøgte effekten af enhedsblanding og multifase-foder tildelt slagtegrise i intervallet ca. 32-115 kg levendevægt. Grisene var opdelt i tre grupper efter fodringsprincip og sammensætning; enhedsblanding eller multifasefoder med samme gennemsnitlige råprotein-niveau i vækstforløbet (156,1 og 155,3 g per FEsv) samt multifasefoder med reduceret råproteinindhold (148,2 g råprotein per FEsv svarende til en reduktion på 0,8 %-point). Ved forsøget blev der ikke

observeret forskel i gyllens pH-værdi mellem grise tildelt enhedsblanding, og grise tildelt multifasefodring ved samme protein-niveau (pH 6,99 henholdsvis 7,02). Gyllens pH-værdi var derimod påvirket af reduceret protein-niveau i foderet (pH 6,90). Ammoniakemissionen var ligeledes ikke påvirket af fodringsprincippet ved ens protein-niveau (0,240 henholdsvis 0,250 g NH<sub>3</sub>-N per gris per time). Grise tildelt foder med reduceret råproteinindhold udledte i gennemsnit 8,3 % mindre ammoniak per time (0,220 g NH<sub>3</sub>-N per gris per time). Betragtes hele vækstforløbet udledte grise tildelt reduceret råprotein i foderet i gennemsnit 9,4 % mindre ammoniak på grund af forskel i produktionstiden mellem forsøgsgrupper, hvilket svarer til en reduktion på 13% i ammoniak per %-point reduktion i foderets indhold af råprotein.

Hansen et al. (2007) sammenlignede ammoniakemission fra to stalde, hvor grise i vægtintervallet 30-100 kg fik tildelt foder med enten 16 eller 14 % råprotein. Ved forsøget blev der målt en ammoniakemission på hhv. 0,30 og 0,21 g NH<sub>3</sub>-N/time per gris fra henholdsvis referencestalden og forsøgsstalden svarende til 30 % lavere ammoniakemission eller ca. 15 % lavere ammoniakemission for hver %-point reduktion i foderets indhold af råprotein. Artiklen redegør ikke for effekter af reduceret råprotein på produktivitet og N-udskillelse.

## Konklusion

Der kan opnås en 15% reduktion i ammoniakemissionen per produceret slagtegrise svarende til en 16% reduktion i ammoniakemissionen per stiplads for hver %-point reduktion i foderets indhold af råprotein per FEsv.

En følsomhedsanalyse har vist, at foderets fordøjelighed og grisenes foderforbrug ikke har stor betydning for de anvendte beregninger af reduktionen i ammoniakemissionen per stiplads, så den gennemsnitlige reduktion på 16 % er bedste bud på effekten af at reducere foderets råprotein med 1 %-point per FEsv.

## Lugtemission

Der er ikke fundet dokumentation for, at reduceret råprotein i foderet reducerer lugtemissionen fra slagtegrise (bl.a. Hansen et al. (2007), Hansen et al. (2014), Le et al. (2009)).

## Støvemission

Reduceret råprotein i foderet skønnes ikke at påvirke støvemissionen fra slagtegrise (bl.a. Hansen et al. (2007), Hansen et al. (2014), Le et al. (2009)).

## Drivhusgasemissioner

Der forventes ingen effekt af reduceret råprotein på hverken enterisk metanproduktion eller metanproduktion fra håndtering af husdyrgødningen. Hansen et al. (2014) målte højere metanemission fra grise fodret med 136 g råprotein per kg foder (181 g CH<sub>4</sub>/gris) sammenlignet med grise fodret med 159 g råprotein per kg foder (157 g CH<sub>4</sub>/gris). Forskellen var dog ikke statistisk signifikant.

Husdyrgødningen producerer ifølge Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) beregningsmetoder en mængde lattergas (N<sub>2</sub>O), henholdsvis direkte lattergasemission som stammer fra gødningshåndteringen i stald og lager og indirekte emission, der dækker over den produktion af lattergas, der forventes, når ammoniak og NO<sub>x</sub>, der er fordampet fra stald og lager, deponeres i det eksterne miljø og efterfølgende giver anledning til dannelse af lattergas. Den direkte lattergasemis-

sion beregnes på grundlag af udskillelsen af kvælstof i husdyrgødningen, mens den indirekte lattergasemission beregnes på grundlag af emissionerne af ammoniak og NO<sub>x</sub>. En reduceret udskillelse af kvælstof per produceret slagtegris vil således, alt andet lige, medføre en proportional reduktion i såvel den direkte som den indirekte lattergasemission.

## Energi- og ressourceforbrug

En reduktion i råproteinindholdet på 10 g per FEsv fra 147,7 g/FEsv til 137,7 g/FEsv vurderes ikke at have indvirkning på energi- og anden ressourceforbrug.

## Virkning på lager og under udbringning af husdyrgødning

En lavere mængde udskilt kvælstof af gris reducerer ammoniaktabet under lagring af husdyrgødningen samt under udbringning. Antages det, at slagtegrisegyllens indhold af fosfor i slagtegylle er primært begrænsende for tilførslen af gylle per hektar, vil en mindre mængde N i udbragt gylle blive kompenseret for via en øget mængde N i handelsgødning, hvilket vil føre til et lavere ammoniaktab per ha.

## Affald og spildevand

En reduktion i foderets indhold af råprotein skønnes ikke at påvirke produktionen af affald og spildevand.

## Miljøfremmede stoffer

En reduktion i foderets indhold af råprotein skønnes ikke at påvirke produktionen af miljøfremmede stoffer.

## Anvendelse i eksisterende stalde

Reduceret råprotein kan anvendes i eksisterende stalde. Da der kan anvendes enhedsblanding i hele vækstforløbet, kræves der ingen investering i ekstra fodringsudstyr.

## Økologi

Det er næppe muligt at reducere økologiske grises proteintildeling i forhold til de normer, der er lagt til grund for de nyeste gødningsnormer (2019/20). Årsagen er, at økologerne hverken må bruge enzymer eller syntetiske aminosyrer i foderet.

## Arbejds miljø

Der er ikke fundet dokumentation for, at reduceret råprotein i foderet påvirker arbejdsmiljøet i slagtegrise stalde.

## Sundhed og velfærd

En reduktion i foderets indhold af råprotein forventes ikke at påvirke dyrenes sundhed og velfærd, idet grisenes behov for de enkelte aminosyrer fortsat vil være opfyldt.

## Udbredelse

Reduceret protein kan anvendes til alle konventionelle slagtegrise, hvorimod det ikke vurderes muligt at reducere proteinniveauet med 10 g råprotein per FEsv til økologiske slagtegrise uden væsentlig forringelse af produktiviteten (daglig tilvækst og kød-procent).

## Økonomi

Der er ikke udarbejdet økonomisk analyse.

## Litteratur

- Hansen, C.F., G. Sørensen og M. Lyngbye (2007). Reduced diet crude protein level, benzoic acid and inulin reduced ammonia, but failed to influence odour emission from finishing pigs. *Livestock Science* 109, 228-231.
- Hansen, M.J., J.V. Nørgaard, A.P. Adamsen og H.D. Poulsen (2014). Effect of reduced crude protein on ammonia, methane, and chemical odorants emitted from pig houses. *Livestock Science* 169, 118-124.
- Holm, M. (2011). Multifasefodring har ingen effekt på ammoniakfordampningen fra slagtesvin. Meddelelse nr. 926, Videncenter for Svineproduktion, 21 s.
- Kai, P., M.J. Hansen, P. Tybirk, M.L. Jensen, H.B. Jensen og H. Bækgaard (2018). Kvælstof, fosfor og kalium i husdyrgødning – normtal 2018. Kapitel 8. Tab fra stalde, 42 s. [https://anis.au.dk/fileadmin/DJF/Anis/dokumenter\\_anis/Forskning/Normtal/Normtal\\_for\\_husdyrgoedning\\_Kapitel\\_8\\_Stalde\\_2018-19.pdf](https://anis.au.dk/fileadmin/DJF/Anis/dokumenter_anis/Forskning/Normtal/Normtal_for_husdyrgoedning_Kapitel_8_Stalde_2018-19.pdf)
- Le, P.D., A.J.A. Aarnink & A.W. Jongbloed (2009). Odour and ammonia emission from pig manure as affected by dietary crude protein level. *Livestock Science* 121, 267-274.
- Lund, P. (Redaktør) (2018). Normtal 2018. <http://anis.au.dk/normtal/>
- Peet-Schwering, C.M.C. van der & P. Bikker, P. (2018). Amino acid requirement of growing and finishing pigs. Wageningen Livestock Research, Report 1101.
- Sajeev, E.P.M., Amon, B., Ammon, C., Zollitsch, W. & Winiwarter, W. (2017) Evaluating the potential of dietary crude protein manipulation in reducing ammonia emissions from cattle and pig manure: A meta-analysis. *Nutr Cycl Agroecosyst*, <https://doi.org/10.1007/s10705-017-9893-3>
- Sloth, N.M. (2018): Fasefodring til slagtesvin. Indlæg ved Fagligt Nyt, 19. september 2018 (ikke publiceret).
- Sloth, N.M. & Tybirk, P. (2015): Idealproteinniveau i foder til slagtesvin. Meddelelse nr. 1037, SEGES, Videncenter for Svineproduktion.
- Tybirk, P. (2020): Miljøeffekt af lavproteinfoder til slagtesvin. Notat nr. 2004, SEGES, Svineproduktion, 25 s.
- Tybirk, P., Sloth, N.M., Kjeldsen, N & Vinther, J. (2019): Normer for næringsstoffer. 29. udgave. SEGES, Svineproduktion.
- Åkerfeldt, M.P., Lindberg, J.E., Göransson, L. & Andersson, K. (2019): Effects of reducing dietary content of crude protein and indispensable amino acids on performance and carcass traits of single-phase- and 2-phase-fed growing-finishing pigs. *Livestock Science* 224, 96-101.