

## GRØNPROTEIN, HESTEBØNNER OG RAPSKAGER TIL SLAGTESVIN

Else Vils, Søren Krogh Jensen, Julie Krogsdahl Bache og Jens Vinther

SEGES Svineproduktion, Den rullende Afprøvning

STØTTET AF  
**Svine**afgiftsfonden



---

### Hovedkonklusion

Der var større foderoptagelse, men lidt lavere foderudnyttelse på slagtesvineblanding med grønprotein og hestebønner sammenlignet med blandinger med soja- og solsikkekrå henholdsvis hestebønner og rapskage.

---

### Sammendrag

To foderblandinger med danskproducerede proteinfodermidler er sammenlignet med en typisk slagtesvineblanding med importerede proteinfodermidler.

Der indgik 347 individuelt fodrede grise i forsøget fordelt på 3 grupper:

- Gruppe 1 (9 pct. sojaskrå og 9 pct. solsikkekrå)
- Gruppe 2 (9 pct. grønprotein, 9 pct. hestebønner, 2 pct. rapskage)
- Gruppe 3 (23 pct. hestebønner, 14 pct. rapskage)

Foderoptagelsen pr gris pr dag var størst i gruppe 2 (9 pct. grønprotein 9 pct. hestebønner, 2 pct. rapskage), men dette resulterede ikke i en højere daglig tilvækst og dermed bedre foderudnyttelse end i gruppe 1 (9 pct. sojaskrå og 9 pct. solsikkekrå) og gruppe 3 (23 pct. hestebønner, 14 pct. rapskage).

Der var statistisk sikre forskelle mellem grupper på parametrene: tilvækst ved 7 uger, daglig foderoptagelse, foderforbrug pr kg tilvækst og kødprocent. Produktionsværdien var ikke statistisk sikker forskellig mellem de tre grupper. Produktionsværdien er beregnet som dækningsbidrag ved samme foderpris i alle grupper og er dermed udtryk for det biologiske respons på foderblandingerne. Da forsøget var forholdsvis lille var mindste sikre forskel i produktionsværdi 9,2 procentpoint eller 68 kr. pr. stiplads pr år, hvilket er relativt meget. Derfor skal der større afprøvninger til, når der bliver mere og flere typer grønprotein til rådighed for at fastslå, om grønprotein er "produktionssikkert".

Sensorisk analyse af svinekamme viste, at der ikke er sensorisk forskel på sogrise fodret med kontrollfoder (9 pct. sojaskrå og 9 pct. solsikkekrå) og gruppe 2 foder (9 pct. grønprotein 9 pct. hestebønner, 2 pct. rapskage). Analysen viste desuden at spisekvaliteten ikke ændres ved lugt og smag, men at få teksturegenskaber, mørhed og tyggetid, kan påvirkes ved at give sogrise gruppe 3 foder (23 pct. hestebønner, 14 pct. rapskage) i stedet for kontrollfoder.

Grønprotein er ikke kommercielt tilgængeligt. Af samme grund findes der ikke tabelværdier for grønprotein. Det anvendte parti grønprotein var produceret på Foulums pilotanlæg hen over sommeren 2019. Forsøget har vist, at grønprotein kan fremstilles med en høj proteinprocent på 52% og høj energikoncentration på 1,04 FEs v. pr. kg vare med 92 % tørstof. Selve produktionsprocessen er fortsat under udvikling og det vides ikke, hvorvidt prisen på produktet kan blive konkurrencedygtig i forhold til svinefoder.

## Baggrund

Nærværende forsøg er en arbejdsplan under projektet CSR-Pork 4.0. Projektet CSR-Pork 4.0 forbedrer det tekniske grundlag for at reducere klima- og miljøbelastningen af svinekød ved initiativer hos både primærproducenter og forarbejdningsled. Sigtet er at understøtte den dobbelte bundlinje, ved samtidigt at fremme både grøn og økonomisk bæredygtighed i den danske svinesektor.

Aarhus Universitet har de sidste 8 år udført forskning inden for bioraffinering af grønne biomasser, med fokus på udvinding af grønprotein fra græsmarksafgrøder som kløver, lucerne og græsser. Grønprotein er defineret som den del af græsmarksplanterne, der efter skruepresning, hvor planten separeres i pulp og juice, kan udfældes fra juicen enten ved varmebehandling ved 80 °C eller efter pH justering til pH 4. Processen giver således 3 fraktioner: pulp, grønprotein og brunsaft (brunsaft er den del af juicen, der bliver tilbage efter udfældning af det grønne protein) [1]. Efter centrifugering fremkommer grønprotein som en pasta, der efterfølgende kan tørres.

Fordøjeligheden af grønprotein med 33-53 pct. protein er testet på rotter til 77-88 pct. med stigende fordøjelighed ved stigende proteinindhold. Det er afgørende for både det samlede proteinudbytte og foderværdien af grønprotein, at produktet produceres med så høj proteinprocent som muligt. Det vurderes, at den største miljømæssige gevinst ved grønprotein ligger i dyrkningssegmentet bl.a. på grund af høje udbytter og lav miljøpåvirkning [1].

Grønprotein er testet til grise i et dosis-responsforsøg med 4 grupper og 3 gentagelser. Grupperne blev fodret med 0, 5, 10 eller 15 pct. kløvergræs-protein i økologisk foder og der var i alt 48 grise fra fravæning til slagting. Grønproteinet indeholdt 47 pct. protein og erstattede fortrinsvis sojakage. Der blev ikke fundet forskelle i foderoptagelse, daglig tilvækst eller foderudnyttelse med stigende mængder kløvergræsprotein. Til gengæld var der en stigende kødprocent. Udskæringer af kamme og yderlår blev ligeledes testet for en række kødkvalitetssegenskaber, herunder sensorisk test. Fedtsyresammensætningen i kam og i bugfedt var signifikant påvirket i retning af mere n-3- og mindre n-6-fedtsyre med stigende mængde af kløvergrønprotein i foder til slagtesvin. For svinekammen gav kødet anledning til en trevlende mundfornemmelse med stigende mængder kløvergrønprotein, dette blev ikke genfundet i yderlåret, men ellers var der ingen forskelle i hverken saftighed, hårdhed, mørhed, tyggetid eller den knasende og smuldrende fornemmelse i hverken svinekam eller yderlår [2].

Kommerciel produktion af grønprotein er under udvikling og grønprotein er derfor ikke til rådighed endnu. Til rådighed i dag er de dyrkede proteinafgrøder i form af raps og bælgssæd. Rapskage og rapsskrå anvendes i stor udstrækning som restprodukt efter olieudvinding. Frø af danskdyrket bælgssæd kan anvendes direkte i foder uden forudgående forarbejdning.

Af bælgædarterne er hestebønner den mest lovende med hensyn til proteinudbytte pr. ha [3]. Fodring med tanninholdige (brogetblomstrede) hestebønner er i de senere år afprøvet til både smågrise, slagtesvin og søer [4-6]. Dette har betydet, at SEGES Svineproduktions vejledende maksimale iblandingsprocent også gælder lavtanninholdige sorter (Fuego og Espresso) og ikke kun de hvidblomstrede, tanninfrie sorter. De vejledende maksimale iblandingsprocenter for smågrise, slagtesvin og søer er justeret til henholdsvis 25, 20 og 15 pct. af foderblandingen.

Adskillige afprøvninger med raps har resulteret i, at den vejledende maksimale iblandingsprocent er 10 pct. til slagtesvin under 40 kg og 15 pct. til slagtesvin over 40 kg [7-11]. Glukosinolater i raps er begrænsende for iblandingsprocenten af rapskager/-skrå. Opvarmning i forbindelse med olieudvinding nedbryder delvist glukosinolaterne, men reducerer ikke skadevirkningen, fordi nedbrydningsprodukterne også er skadelige. Glukosinolater og nedbrydningsprodukter kan påvirke lever, nyrer og skjoldbruskkirtel negativt. Undersøgelser tyder på en negativ langtidseffekt af fodring med raps. Iblanding af 7,5 pct. rapskage i foder til grise i perioden fra 12-106 kg gav ringere produktivitet end grise fodret uden raps, mens der ikke var statistisk sikker forskel ved fodring med samme totale mængde raps pr. gris ved 12 pct. iblanding i sidste del af vækstperioden [10]. Hård varmebehandling under olieudvindingsprocessen skal undgås, da den reducerer det fordøjelige lysin i rapskager/-skrå. Danskproducerede rapskager anses for at have lavest risiko for at være varmeskadede [9,12]. Rapskager indeholder ca. 9 pct. råfedt, hvilket kan være begrænsende for iblandingsprocenten. Den vejledende iblandingsprocent for rapsskrå/-kager er 10 pct. til slagtesvin under 40 kg og 15 pct. til slagtesvin over 40 kg.

Fodring med raps og bælgæd er undersøgt i et forsøg med 100 pct. økologisk foder. Dette foder var uden tilsætning af syntetiske aminosyrer og kostede 16 pct. i produktionsværdi sammenlignet med kontrollfoder til traditionelle slagtesvin [13]. Fodring med 100 pct. danskproducerede proteinkilder (26,5 pct. hestebønner og 12 pct. rapskager) i konventionelt foder til slagtesvin reducerede produktionsværdien pr. stiplads med 10 pct. i forhold til importeret protein (12 pct. soja- og 6 pct. solsikkekrå), men gav en bedre mørhed i kødet [14].

Til vurdering af grønprotein, som fremtidigt fodermiddel til konventionelle grise, er der behov for at sammenligne med både importerede proteinfodermidler og danskdyrkede proteinfodermidler. Formålet med dette forsøg er at demonstrere produktionsmæssige konsekvenser ved brug af alternative proteinkilder til erstatning for importerede proteinfoderstoffer.

## Materialer og metoder

Afprøvningen blev gennemført på SEGES forsøgsstation, Grønhøj, i de sektioner, hvor der er installeret fodermaskiner til registrering af foderoptagelse på individniveau. Foderet var pelleteret tørfoder tildelt efter ædelyst. Der blev indsat 6-12 grise pr. sti og der var én foderstation og én drikkekop pr. sti, foto 1.



Foto 1. Konventionelle forsøgsstalde med foderstationer, hvor foderoptagelsen registreres individuelt

Grisene blev sat i forsøg ved indsættelse i slagtesvinestierne, dvs. ved 28-35 kg og således at kønsfordeling og gennemsnitsvægt var ens mellem grupper. De tre forsøgsgrupper ses af tabel 1.

Tabel 1. Forsøgsgrupper.

Gruppe	1 (kontrol) Soja- og solsikkekrå	2 Grønprotein og hestebønner	3 Hestebønner og rapskager
Proteinråvarer	9 pct. sojaskrå 9 pct. solsikkekrå	9 pct. grønprotein 9 pct. hestebønner 2 pct. rapskager	23 pct. hestebønner 14 pct. rapskager

## Grønprotein

Grønproteinet blev fremstillet på Aarhus Universitets pilotanlæg på Foulum hen over sommeren 2019. Udgangsmaterielet var blandet græs, kløver og lucerne fra gødede marker. Rajgræs fra en blanding 22, hvor det meste af hvidkløveren forsvandt i tørkeåret 2018, udgjorde hovedparten af biomassen. Det ny høstede græs blev separeret i pulp og juice ved hjælp af skruepressen på Aarhus Universitets Demoanlæg i Foulum. Proteinet blev separeret fra juicen efter varmebehandling ved 80°C og centrifugeret til en pasta med ca. 45 pct. tørstof og derefter nedkølet til 4 °C. Den nedkølede pasta blev efterfølgende tørret på et spin flash anlæg på søstjernefabrikken Danish Marine Protein A/S i Skive.

Det tørrede grønproteinkoncentrat blev sammenblandet til et ensartet parti og fyldt i bigbags på Foulums foderfabrik. Der var 2200 kg tørt grønprotein til forsøget.



## Øvrige råvarer

Øvrige råvarer var almindelige handelsvarer, dog blev hestebønner af sorten Fuego indkøbt til forsøget. Rapskagen var af dansk oprindelse fra Scanola.

## Foder

De tre foderblandinger blev produceret af Danish Agro på en almindelig kommerciel foderfabrik. Grønproteinet blev doseret via et mikrodoseringsanlæg og transportsystemet blev efter hver dosering "fejlet rent" med ca. 60 kg rapskage pr batch. Småvarer, dvs. råvarer, som iblandes med mindre end 1 pct.-enhed, blev håndafvejet og transporteret via mikrodoseringsanlæg. I alle blandinger indgår der 0,5 pct. sojaskrå, som anvendes af hensyn til doseringsikkerheden i mikrodoseringsanlægget.

Fodersammensætningen af de tre færdigfoderblandinger fremgår af appendiks 1. Kontrolblandingen til gruppe 1 var en traditionel slagtesvineblanding med byg, hvede, soja- og solsikkekrå. Blandingen til gruppe 2 indeholdt 9,1 pct. grønprotein, hvilket blev planlagt ud fra den faktisk producerede mængde. To pct. rapskager blev iblandet til gruppe 2, med henblik på at undgå overslæb af det meget fine grønproteinpulver ved at "fejle" transportsystemet i blanderiet med de fedtrige rapskager. Råproteinindholdet blev derudover justeret med hestebønner. Blandingen til gruppe 3 med 23 pct. hestebønner og 14 pct. rapskager var lidt over de vejledende iblandingsprocenter på 20 pct. hestebønner og 10 pct. /15 pct. rapskager til slagtesvin under/over 40 kg. Den grønne farve fra grønproteinet var gennemgående i både færdigfoderet og efter fodring også i gødningsfarven fra grisene. Farveforskelle mellem blandingerne som følge af proteinoprindelse ses tydeligt på foto 2.



**Foto 2.** Farveforskel mellem foderblandinger – fra toppen og ned: Gruppe 1: importeret protein, gruppe 2: grønprotein og hestebønner og gruppe 3: hestebønner og rapskage

Blandingerne blev optimeret således, at de havde samme energiindhold og således at indholdet af fordøjeligt rå protein, fordøjelige aminosyrer, mineraler og vitaminer fulgte danske normer for næringsstoffer svarende til en foderudnyttelse på 2,6-2,75 FEsv/kg tilvækst i vægtintervallet 30-115 kg [15]. Energiindholdet blev justeret ud fra sammensætningen af kornarter og mængden af tilsat fedt.

Fordøjelighedsforsøg har vist, at fordøjeligheden af proteinet er stigende med stigende proteinindhold. Der er udledt en ligning til beregning af FKråprotein [1]. Beregnet ud fra ligningen ville det aktuelle parti grønprotein have FKråprotein på 90. Da ligningen angives at gælde for proteinindhold 33-53 pct. og der i det aktuelle parti var 56,2 pct. råprotein i tørstof, blev det besluttet at anvende en lidt lavere FK, nemlig samme FKråprotein som i sojaskrå, dvs. 89,5. Samme FK blev anvendt på aminosyrerne. Fordøjeligheden af fosfor er ikke bestemt ved forsøg og der blev valgt en FK fosfor på 50 pct, (Appendix 2, Tabel 2.2).

De enkelte fodermidlers bidrag til foderblandingeres proteinindhold fremgår af tabel 2. I blandingerne til gruppe 1 og 2 bidrog kornet med ca. halvdelen af proteinet, mens det kun var 36 pct. i foderet til gruppe 3. Til gruppe 2 bidrog grønproteinet med 31 pct. og til gruppe 3 bidrog hestebønnerne med 35 pct. af proteinet.

**Tabel 2.** De enkelte fodermidlers bidrag til foderblandingeres proteinindhold, pct.

Gruppe	1 (kontrol)	2	3
	9 pct. sojaskrå 9 pct. solsikkekrå	9 pct. grønprotein 9 pct. hestebønner 2 pct. rapskager	23 pct. hestebønner 14 pct. rapskager
Protein i foderblanding, pct.	15,0	15,4	16,0
Det enkelte fodermiddels bidrag til proteinindholdet, pct.			
Hvede	27	23	30
Byg	25	24	6
Hvedeklid		2	
Korn og klid i alt	52	50	36
Solsikkekrå	21		
Sojaskrå <sup>1)</sup>	27	1	1
Grønprotein, Foulum		31	
Hestebønner, Fuego		14	35
Rapskager, Scanola		4	27
Proteinfodermidler i alt	48	50	64

<sup>1</sup> Der anvendes 0,5 pct. sojaskrå i forbindelse med håndafvejning af småvarer

## Foderanalyser

Tre prøver af det anvendte parti hestebønner og otte prøver af det anvendte parti grønprotein blev analyseret. Analyserne blev anvendt som grundlag i optimering af foderblandingerne.

Analyseresultaterne fremgår af tabel 2.1 og 2.3 i appendiks 2. To prøver af den anvendte rapskage blev analyseret for glukosinolater.

Repræsentative prøver af de tre færdigfoderblandinger blev udtaget med automatisk prøveudtagningsudstyr under foderproduktionen. Prøverne blev neddelt og seks prøver blev sendt til foderanalyse og to til vådsigningsbestemmelse af partikelfordeling. Resultaterne fremgår af tabel 3.1 og 3.3 i appendiks 3. Alle analyser blev foretaget på Eurofins Steins laboratorium.

## Registreringer

Alle registreringer blev foretaget på individniveau. Den daglige foderoptagelse for de enkelte grise blev registreret af fodermaskinerne gennem hele perioden fra indsættelse til slagtning.

Sygdomsbehandlinger samt døde og udtagne grise blev registreret løbende. Slagtevægt og kødprocent blev registreret på slagteriet.

Grisene blev vejnet individuelt hver tirsdag mellem kl. 7 og kl. 9. Vejninger blev foretaget i samme rækkefølge hver gang. Efter sidste vejning blev grisene sat i udleveringsrum, hvorfra de blev leveret fastende onsdag morgen.

## Udleveringsstrategi

Da mængden af grønprotein var begrænsende for mængden af forsøgsfoder, blev grisene leveret ved ca. 80 kg slagtevægt, hvilket er lavere end den typiske slagtevægt for besætningen.

Strategien var, at alle grise, der ved ugevejningen vejede 105 kg eller derover, blev leveret dagen efter. Hvis der kun var to grise tilbage i stien, blev stien tømt.

## Sensorisk test

Sensorisk test blev foretaget på Teknologisk Institut i Tåstrup. Fra hver gruppe blev der på slagteriet (Danish Crown i Herning) udtaget kamme fra 20 sogrise pr. gruppe. Metoden for den sensoriske test fremgår af appendiks 4

## Data

Der blev indsat 120 grise i hver af de tre grupper over 14 hold, hvor et hold bestod af 3 stier med 6-12 grise med samme behandling inden for stien.

Ti grise blev udtaget undervejs, heraf tre døde. Seks af de ti udtagne var fra gruppe 3. Der var forskellige årsager til udtagningerne og ikke noget billede af sammenhæng til forsøgsbehandling. Tre grise manglede slagtedata. Antal grise pr. gruppe, samt kønsfordeling, ses af tabel 3.

**Tabel 3.** Antal indsatte, udtagne, fejlregistrerede grise samt deres kønsfordeling.

Gruppe	1 (kontrol) Soja- og solsikkekrå	2 Grønprotein og hestebønner	3 Hestebønner og rapskager
Indsatte grise, stk.	120	120	120
Udtagne grise af forsøg, stk.	1	2	4
Døde, stk.	0	1	2
Manglende slagtedata, stk.	0	3	0
Grise der indgår i datasættet, stk.	119	114	114
Antal galtgrise, stk.	53	53	50
Antal sogrise, stk.	66	61	64

Ved beregning af tilvækst beregnes afgangsvægten som slagtevægt \* 1,31, hvilket er den gængse slagtesvindsfaktor, som anvendes i Danmark.

## Statistiske modeller

Alle produktivetsparametre blev analyseret i en lineær mixed model med proceduren Proc Mixed i SAS, med gruppe (foderbehandling) og køn (so- og galtgrise) som systematiske effekter, indsættelsesvægt som kovariat og sti indenfor hold som tilfældig effekt.

$$y_{ijkl} = a_i + \beta_j + \gamma * vægt_{ijkl} + A_{kl} + \epsilon_{ijkl}$$

, hvor  $y$  er responsparameteren,  $a_i$  er effekten af behandlingsgruppe (med niveauerne  $i$ ; 1, 2 og 3),  $\beta_j$  er effekten af køn (med niveauer  $j$ ; sogrise og galtgrise),  $\gamma$  er regressionskoefficienten for startvægten af den enkelte gris inden for gruppe ( $i$ ), køn ( $j$ ), sti ( $k$ ) og hold ( $l$ ),  $A$  er den tilfældige effekt af sti ( $k$ ; 1, 2, 3..., 42) indenfor hold ( $l$ ; 1, 2, 3..., 14) og  $\epsilon_{ijkl}$  er den tilfældige residualeffekt.

## Økonomiske forudsætninger

Ud fra de opnåede produktionsresultater; daglig tilvækst, foderudnyttelse og kødprocent blev der udregnet en produktionsværdi (PV pr. stiplads pr. år), som er baseret på et gennemsnit af 5-års priser for slagtesvin og foder. Derved er produktionsværdien et udtryk for grisenes biologiske respons på behandlingen, idet prisudvikling udjævnes ved brug af 5-års priser til beregning af produktionsværdi.

Ved beregning af produktionsværdien indgik et prissæt med 5-års gennemsnit (1. september 2014 – 1. september 2019):

- Pris smågrise ved 30 kg: 362 kr. pr. stk. med kg-regulering på +5,58 kr./kg (i vægtintervallet 30-40 kg)
- Pris slagtesvin inkl. efterbetaling: 10,45 kr./kg slagtevægt
- Pris slagtesvinefoder: 1,58 kr./FEsv

Produktionsværdien (PV), som er den primære effektparameter, blev beregnet ud fra de målte produktionsresultater som følgende:

- PV/gris = salgspris - købspris - foderomkostninger - diverse omkostninger
- PV/stiplads pr. år = PV/gris \* (365 dage / antal foderdage pr. gris) \* staldudnyttelse.

## Klimaberegninger

Beregning af klimaaftryk for de tre blandinger og pr kg gris afventer at det faglige grundlag bliver internationalt publiceret.

## Resultater og diskussion

### Analyser af råvarer

Analyseresultater af råvarer fremgår af appendiks 2.

Grønproteinet, tabel 2.1, er karakteriseret af et højt indhold af råprotein og råfedt og også flere foderenheder end i fx sojaskrå. Aminosyreprofilen er karakteriseret ved et højt indhold af methionin og tryptofan, men et lavt indhold af cystin.

Det anvendte parti hestebønner indeholdt mindre energi (+5 FEsv pr 100 kg) end tabelværdien, tabel 2.3. Det er velkendt, at der er stor variation i energiindholdet i hestebønner, bl.a. som følge af årsvariation. Partiet var høstet i 2019.

To analyser for indhold af glukosinolater i rapskager viste et gennemsnitligt indhold på 22,8 mmol pr kg., hvilket er lidt over normalniveauet (ligger typisk på 10-20 millimol pr. kg.). Indholdet omregnet til



færdigfoder ved 14 pct. rapskage var 3,2 mmol pr kg, hvilket er over den vejledende grænseværdi på 2 millimol pr. kg foder til slagtesvin.

## Analysér af foderblandinger

Analyseresultater for de tre færdigblandinger fremgår af tabel 3.1 i appendiks 3. I tabel 3.2 er de analyserede resultater omregnet til fordøjeligt næringsstof pr FEsv og sammenlignet med den anvendte norm.

Der var generel god overensstemmelse mellem det analyserede og det planlagte næringsstofindhold. Energiindholdet i kontrolblandingen indeholdt 1 FEsv pr 100 kg mindre end de to forsøgsblandinger (105 contra 106 FEsv pr 100 kg.). De analyserede foderenheder indgår i beregningerne af produktionsresultaterne.

Partikelfordelingen i de tre blandinger er vist i tabel 3.3. Andelen af partikler mindre end 1 mm er 68-69 pct. i gruppe 1 og 2 og 74 pct. i gruppe 3. Årsagen til en finere formaling i gruppe 3 kan være, at der er ca. 20 pct.-enheder mindre korn og tilsvarende mere proteinfodermiddel i blandingen til gruppe 3 og at proteinkager- og skrå, samt hestebønner formales finere end korn på samme sold. Der er brugt 5 mm sold til alle formalede råvarer.

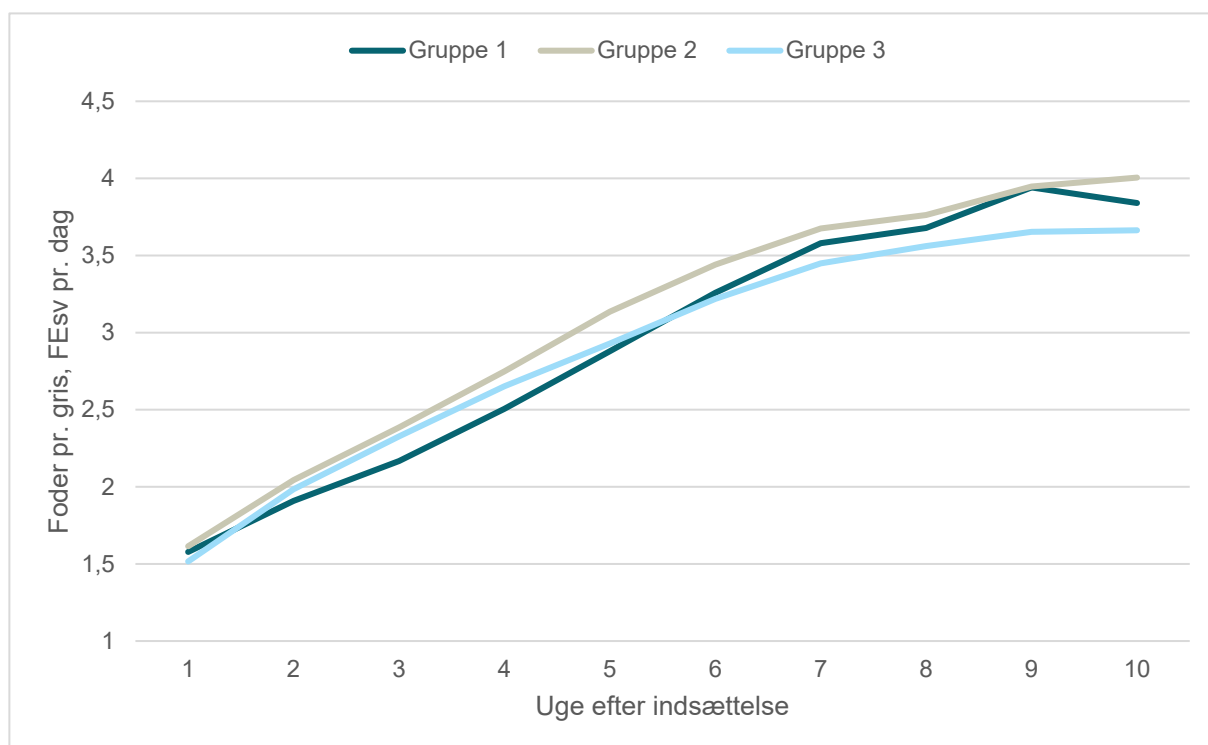
## Kurver for foderoptagelse

På baggrund af grisenes individuelle foderoptagelse er der modelleret en foderkurve, figur 1, og analyseret, hvorvidt der er statistisk sikre forskelle mellem grupperne på ugebasis.

Foder pr. gris er estimeret i følgende model:

$$y_{ijkl} = a_i + \beta_j + \rho_k + \gamma(\text{gruppe} * \text{uge})_{ijkln} + A_{ln} + \epsilon_{ijkln}$$

, hvor  $y$  er foder pr. dag pr. gris,  $a_i$  er den systematiske effekt af behandlingsgruppe (med niveauerne  $i$ ; 1, 2 og 3),  $\beta_j$  er den systematiske effekt af køn (med niveauer  $j$ ; sogrise og galtgrise),  $\rho_k$  er den systematiske effekt af indsættelsesuge (med niveauerne  $k$ ; 1, 2, 3..., 10),  $\gamma$  er vekselvirkningen mellem behandlingsgruppe og indsættelsesuge for den enkelte gris inden for gruppe ( $i$ ), køn ( $j$ ), uge( $k$ ), sti ( $l$ ) og hold ( $n$ ),  $A$  er den gentagende tilfældige effekt af det enkelte dyr inden for sti ( $l$ ; 1, 2, 3..., 42) inden for hold ( $n$ ; 1, 2, 3..., 14) og  $\epsilon_{ijkln}$  er den tilfældige residualeffekt.



**Figur 1.** Modelleret af foderoptag pr. dag (for hver uge) for den enkelte gris indenfor sti og hold.

Analysen viste flg. statistisk sikre forskelle:

- Uge 1. Ingen sikker forskel mellem grupper
- Uge 2-4: Gruppe 2 og 3 har højere foderoptagelse end gruppe 1
- Uge 5-9: Gruppe 2 har højere foderoptagelse end gruppe 1
- Uge 4-10: Gruppe 2 har højere foderoptagelse end gruppe 3

Efter første uge i forsøg havde gruppe 2 (grønprotein og hestebønner) dermed den højeste foderoptagelse i resten af forsøgsperioden. Gruppe 1 (soja- og solsikkekrå) havde den laveste foderoptagelse frem til uge 7, hvorefter den indhentede gruppe 2 til samme daglige foderoptagelse.

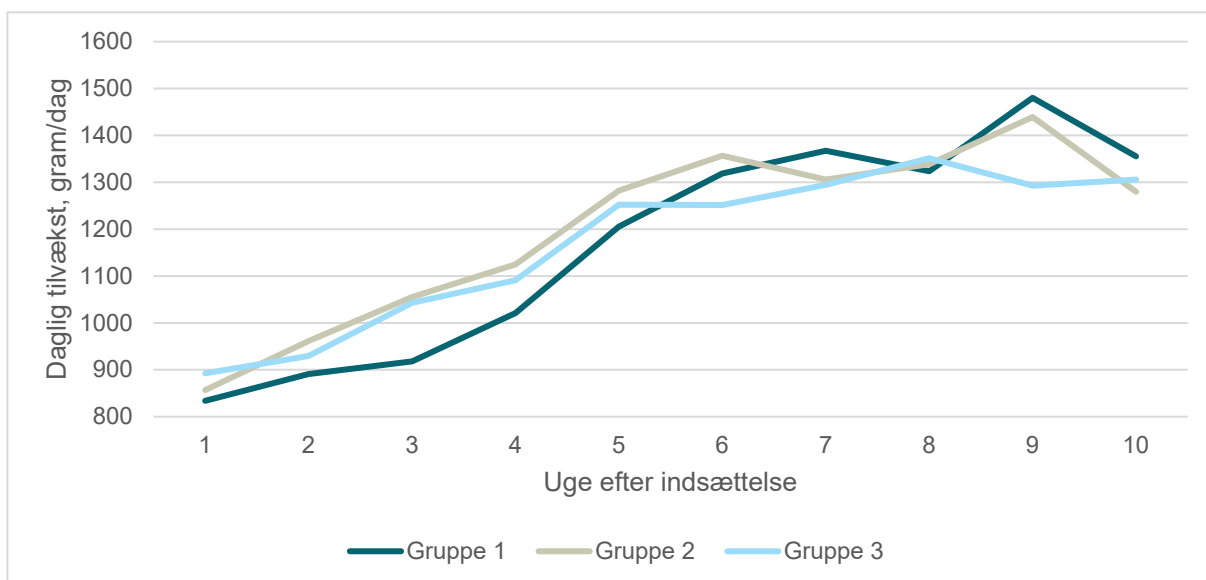
Gruppe 3 (hestebønner og rapskage) startede på samme høje foderoptagelse som gruppe 2, men sakkede bagud allerede fra uge 5 og lå væsentligt lavere allerede fra uge 7. Der er tidligere set lavere foderoptagelse ved høj iblanding af rapsprodukter [8,10,11].

## Vækstkurver

På baggrund af grisenes ugevejninger, er den ugentlige daglige tilvækst modelleret i følgende model;

$$y_{ijkl} = a_i + \beta_j + \rho_k + \gamma(\text{gruppe} * \text{uge})_{ijkln} + \tau(1. \text{vægt}) + A_{ln} + \epsilon_{ijkln}$$

, hvor  $y$  er daglig tilvækst pr. gris,  $a_i$  er den systematiske effekt af behandlingsgruppe (med niveauerne  $i$ ; 1, 2 og 3),  $\beta_j$  er den systematiske effekt af køn (med niveauer  $j$ ; sogrise og galtgrise),  $\rho_k$  er den systematiske effekt af indsættelsesuge (med niveauerne  $k$ ; 1, 2, 3..., 10),  $\gamma$  er vekselvirkningen mellem behandlingsgruppe og indsættelsesuge,  $\tau$  er regressionskoefficienten for den 1. vejning for den enkelte gris inden for gruppe ( $i$ ), køn ( $j$ ), uge( $k$ ), sti ( $l$ ) og hold ( $n$ ),  $A$  er den gentagende tilfældige effekt af det enkelte dyr indenfor sti ( $l$ ; 1, 2, 3..., 42) indenfor hold ( $n$ ; 1, 2, 3..., 14) og  $\epsilon_{ijkln}$  er den tilfældige residualeffekt.



**Figur 2.** Modelling af ugentlig daglig tilvækst for den enkelte gris indenfor sti og hold.

Analysen viste flg. statistisk sikre forskelle:

- Uge 1-2. Ingen sikker forskel mellem grupper
- Uge 3-5: Gruppe 2 og 3 har højere daglig tilvækst end gruppe 1
- Uge 6-10: Ingen forskel i de fleste uger, dog er gruppe 2 højere end gruppe 3 i uge 6 og gruppe 1 og 2 højere end gruppe 3 i uge 9

Tilvækstkurven afspejler i store træk foderoptagelseskurven i figur 1. Kurverne for gruppe 3 er interessante, fordi de følger gruppe 2 de første 5-6 uger, men derefter ligger de lavere. Tidligere forsøg har tydet på en negativ effekt af længerevarende fodring med rapsprodukter, som følge af negativ påvirkning af bl.a. skjoldbruskkirtel efter længere tids påvirkning fra glukosinolater og disses nedbrydningsprodukter [10]. Foderet til gruppe 3 havde et beregnet indhold i færdigfoder ved 14 pct. rapskage på 3,2 mmol pr kg., hvilket er over den vejledende grænseværdi på 2 millimol pr. kg foder til slagtesvin. Det kunne være den teoretiske årsag til gruppe 3's kurveforløb, men dette er ikke undersøgt i dette forsøg.

## Produktionsresultater

Produktionsresultaterne fremgår af tabel 4 og ligger generelt på et pænt højt niveau.

Vejningen efter 7 uger, var sidste vejning, før de første grise blev leveret. Efter 7 uger i forsøg havde gruppe 2 (grønprotein og hestebønner) opnået en højere levendevægt og en højere daglig tilvækst end gruppe 1 (soja- og solsikkekrå), men ikke i forhold til gruppe 3.

**Table 4.** Produktionsresultater beregnet ud fra afgangsvægt = slagtevægt \* 1,31.

Gruppe	1 (kontrol) Soja- og solsikkeskrå	2 Grønprotein og hestebønner	3 Hestebønner og rapskager	RES	P- værdi
Antal grise, stk.	119	114	114		
Vægt ved indsættelse, kg	32,3	32,4	31,7	2,19	0,636
Slagtevægt, kg	79,7	79,8	79,7	3,40	0,970
Foderdage i gennemsnit	67	65	67		
Vægt efter 7 uger, kg	85,1a	87,6b	86,5ab	5,38	0,023
Daglig tilvækst efter 7 uger, g/dag	1081a	1133b	1110ab	109,8	0,023
Daglig tilvækst, g <sup>1,2</sup>	1089	1118	1098	84,4	0,169
Foderoptagelse, FEsv pr. gris pr. dag <sup>1,2</sup>	2,87a	2,98b	2,86a	0,21	0,001
Foderforbrug, FEsv pr. kg tilvækst <sup>1,2</sup>	2,64ab	2,67a	2,61b	0,14	0,036
Kødprocent	61,8a	61,1b	60,9b	1,75	0,001
PV pr. gris, kr.	143,0	134,7	137,4	34,9	0,349
PV pr. stiplads pr. år, kr. <sup>2</sup>	744	718	719	189	0,623
PV pr. stiplads/år, indeks <sup>2</sup>	100	96	97		

<sup>1</sup> Tilvækst er beregnet for slagtevægt \* 1,31

<sup>2</sup> Mindste sikre forskelle:

Daglig tilvækst: 34 gram; Foderoptagelse: 0,08 FEsv pr. gris pr. dag; Foderforbrug: 0,05 FEsv/kg tilvækst; PV pr. stiplads pr. år: 68 kr. (9,2 indekspoint)

Forskellige bogstaver (a,b) indenfor rækken indikerer signifikant forskel ( $p < 0,05$ )

Overordnet set var afprøvningens omfang begrænset af den mængde grønprotein, der var til rådighed. Det er derfor vigtigt, at der i tolkningen af resultaterne lægges mærke til de "mindste sikre forskelle". Afprøvningen kan afvise forskelle større end de "mindste sikre forskelle" angivet under tabel 4.

Der var statistisk sikre forskelle mellem grupper på parametrene: tilvækst ved 7 uger, daglig foderoptagelse, foderforbrug pr kg tilvækst og kødprocent. Produktionsværdien var ikke statistisk sikker forskellig mellem de tre grupper.

Gruppe 2 (9 pct. grønprotein 9 pct. hestebønner, 2 pct. rapskage) havde i hele forsøgsperioden fra 32 kg til levering en højere foderoptagelse end de øvrige grupper. Dette resulterede dog ikke i et bedre foderforbrug pr. kg tilvækst, ligesom kødprocenten blev lavere end i kontrolgruppen. Det kan ikke udelukkes at den estimerede fordøjelighedsprocent på protein og aminosyrer har været for høj, og at anvendelse af en lavere fordøjelighedscoefficient havde elimineret denne forskel. Igangværende fordøjelighedsforsøg vil svare på, om der har været estimeret en for høj fordøjelighedscoefficient.

Gruppe 3 (23 pct. hestebønner, 14 pct. rapskage) var ikke forskellig fra kontrolgruppen på foderoptagelse, daglig tilvækst og foderforbrug pr kg tilvækst, men havde en ringere kødprocent. Samlet set, målt som produktionsværdi pr stiplads, var der ikke forskel mellem de to grupper. Dette svarer ikke overens med det tidligere forsøg med 100 pct. danskproducerede proteinkilder (26,5 pct. hestebønner og 12 pct. rapskager) i konventionelt foder til slagtesvin, hvor produktionsværdien pr.

stiplads blev reduceret med 10 pct. i forhold til importeret protein (12 pct. soja- og 6 pct. solsikkekrå) [14]. Årsagerne kan være flere: højere iblanding af solsikkekrå i kontrolblandingen i dette forsøg eller finere partikelfordeling i foderblandingen til gruppe 3.

Der var heller ikke forskel mellem grupper i frekvensen af sygdomsbehandlinger, tabel 5.

**Tabel 5.** Sygdomsbehandlinger.

Gruppe	1 (kontrol)	2	3	P-værdi
	Soja- og solsikkekrå	Grønprotein og hestebønner	Hestebønner og rapskager	
Total behandlingsfrekvens (beh/gris)	0,4	0,3	0,3	0,612

## Kødkvalitet

Rapporten fra Teknologisk Institut vedrørende sensoriske analyser af 20 kamme fra sogrise fra hver gruppe er gengivet i uddrag i Appendiks 4.

Den samlede vurdering i rapporten er, at der ikke er sensorisk forskel på sogrise fodret med kontrollfoder og gruppe 2 foder, grønprotein og hestebønner. Sogrise fodret med gruppe 3 foder, hestebønner og rapskager blev vurderet signifikant højere i mørhed, men kigger man på gennemsnitsværdier, er det små forskelle, der adskiller de tre fodertyper. Det samme gør sig gældende for tyggetiden, hvor sogrise fodret med hestebønner og rapskager havde en signifikant kortere tyggetid, men gennemsnitsværdierne adskiller sig ikke meget fra de to andre fodertyper. Den samlede vurdering er således, at spisekvaliteten ikke ændres ved lugt og smag, men at få teksturegenskaber kan påvirkes ved at give sogrise hestebønner og rapskage i stedet for kontrollfoder.

Disse resultater stemmer i store træk overens med tidligere undersøgelser. Dog var der en lille ændring i teksturegenskaberne i form af en trevlende mundfornemmelse med stigende mængder kløvergrønprotein op til 15 pct. i det tidligere forsøg [2]. Dette blev ikke påvist i dette forsøg med 9,1 pct. iblanding.

Forsøget her viste i overensstemmelse med et tidligere forsøg at fodring med hestebønne og rapskage gav en lidt bedre mørhed [14].

## Konklusion

To foderblandinger med danskproducerede proteinfodermidler er sammenlignet med en typisk slagtesvineblanding med importerede proteinfodermidler. Foderoptagelsen pr gris pr dag var størst i gruppe 2 (9 pct. grønprotein 9 pct. hestebønner, 2 pct. rapskage), men dette resulterede ikke i en højere daglig tilvækst og dermed bedre foderudnyttelse end for gruppe 1 (9 pct. sojaskrå og 9 pct. solsikkekrå) og gruppe 3 (hestebønner og rapskager).

Der var statistisk sikre forskelle mellem grupper på parametrene: tilvækst ved 7 uger, daglig foderoptagelse, foderforbrug pr kg tilvækst og kødprocent. Produktionsværdien beregnet ved samme foderpris i alle tre grupper var ikke statistisk sikker forskellig mellem de tre grupper. Da forsøget var forholdsvis lille, var mindste sikre forskel i produktionsværdi 9,2 procentpoint eller 68 kr. pr. stiplads pr år, hvilket er relativt meget. Derfor skal der større afprøvninger til, når der bliver mere og flere typer grønprotein til rådighed for at fastslå, om grønprotein er "produktionssikkert".

Sensorisk analyse af svinekamme viste, at der ikke er sensorisk forskel på sogrise fodret med kontrollfoder (9 pct. sojaskrå og 9 pct. solsikkekrå) og gruppe 2 foder (9 pct. grønprotein 9 pct. hestebønner, 2 pct. rapskage). Analysen viste desuden at spisekvaliteten ikke ændres ved lugt og



smag, men at få teksturegenskaber, mørhed og tyggetid, kan påvirkes ved at give sogrise gruppe 3 foder (23 pct. hestebønner, 14 pct. rapskage) i stedet for kontrollfoder.

Forsøget har vist, at grønprotein kan fremstilles med en høj proteinprocent på 52% og høj energikoncentration på 1,04 FEsV og kg vare med 92 % tørstof. Selve produktionsprocessen er fortsat under udvikling og det vides ikke, hvorvidt prisen på produktet kan blive konkurrencedygtig til svinefoder.

## Referencer

- [1] Jensen, S.K. (2017): Græs-baseret proteinkoncentrat, fodereffektivitet, gyllekvalitet og dyresundhed. DCA-rapport. Aarhus Universitet.
- [2] Therkildsen M. et al (2019): Kød-kvalitet ved græs-baseret kyllinge-diæt og græs-baseret svinediæt. DCA-rapport. Aarhus Universitet.
- [3] Vils, E. og Pedersen J.B. (2015): Hestebønner på svinebedriften. Indlæg på Kongres for Svineproducenter.
- [4] Møller, S. (2014): Hestebønner til smågrise øger produktiviteten. Meddelelse nr. 1002, Videncenter for Svineproduktion.
- [5] Vils, E. (2016): Hestebønner til slagtesvin. Meddelelse nr. 1081, Videncenter for Svineproduktion.
- [6] Vils E., Krogsdahl J. (2019): Hestebønner til søer. Meddelelse nr. 1174, SEGES Svineproduktion.
- [7] Udesen, F.K. (1988). Fedtrige rapskager og ærter til slagtesvin. Meddelelse nr. 141, Landsudvalget for Svin.
- [8] Hansen, S. (2011): Rapskage og solsikkekrå til slagtesvin. Meddelelse nr. 914, Videncenter for Svineproduktion.
- [9] Maribo, H.; Nielsen, C.K.; Sauer, C.D. (2012): Rapskage til smågrise – forskellig procesbehandling og sort. Meddelelse nr. 949, Videncenter for Svineproduktion.
- [10] Rasmussen, D.K.; Maribo, H. (2015): Rapskage forringer produktiviteten hos både smågrise og slagtesvin. Meddelelse nr. 1031, Videncenter for Svineproduktion.
- [11] Maribo, H; et.al. (2015): To rapskvaliteter til smågrise og slagtesvin. Meddelelse nr. 1046, Videncenter for Svineproduktion.
- [12] Jensen, S.K.; Liu Y.-G.; Eggum B.O. (1995): Varmebehandling af rapskage. Meddelelse Nr. 9509, Statens Husdyrbrugsforsøg.
- [13] Maribo H. (2007): 0,80 og 100 pct. økologisk foder til slagtesvin. Meddelelse nr. 782, Dansk Svineproduktion.
- [14] Vils E., Vinther J., Krogsdahl J. (2017): Danskproducerede proteinkilder til slagtesvin. Meddelelse nr. 1112, SEGES Svineproduktion.
- [15] Tybirk P. et al (2019). Normer for næringsstoffer. SEGES Svineproduktion.

## Deltagere

Tekniker: Per Mark Hagelskær

Andre deltagere: Marlene Schou Grønbeck, Teknologisk Institut, DMRI

Afprøvning nr. 1687

NAV nr.: 1246

//NIRW//

Dyregruppe: Slagtesvin

Fagområde: Ernæring

Nøgleord: hestebønner, rapskage, grønprotein, sensorik

# Appendiks 1

**Table 1.1.** Fodersammensætning af de tre færdigfoderblandinger

Gruppe	1 (kontrol)	2	3
	9 pct. sojaskrå 9 pct. solsikkeskrå	9 pct. grønprotein 9 pct. hestebønner 2 pct. rapskager	23 pct. hestebønner 14 pct. rapskager
Sammensætning; pct.			
Hvede	40,668	36,241	47,840
Byg	37,000	37,000	10,000
Hvedeklid	-	2,455	-
Solsikkeskrå	9,000	-	-
Sojaskrå <sup>1)</sup>	8,755	0,500	0,500
Grønprotein, Foulum	-	9,100	-
Hestebønner, Fuego	-	8,699	23,105
Rapskager, Scanola	-	2,000	14,000
Palmefedt	1,200	0,900	1,674
Monocalciumfosfat	0,498	0,647	0,405
Kridt	1,346	1,084	1,219
Fodersalt	0,505	0,491	0,391
Lysin sulfat, 70 pct.	0,621	0,488	0,414
Methionin DL 98 pct.	0,037	0,071	0,074
Threonin 98 pct.	0,140	0,103	0,131
Tryptophan 99 pct.	0,010	-	0,025
Valin L 96,8 pct.	-	-	0,002
Vitamin-mineral	0,200	0,200	0,200
Ronozyme Hiphos	0,020	0,020	0,020

<sup>1)</sup> Der anvendes 0,5 pct. sojaskrå i forbindelse med håndafvejning af småvarer

## Appendiks 2 Analyser af råvarer

**Tabel 2.1.** Analyser af grønprotein

Parameter	Enhed	Analyseret	Anvendt <sup>1</sup>	Forventet ift. offentliggjorte analyser	Analyseret i pct. af forventet	Antal analyser
Råprotein	pct. af varen	51,92		41,4	125	5
Råfedt	pct. af varen	12,76		9,6	133	5
Råaske	pct. af varen	7,66		10,9	70	5
Vand	pct. af varen	7,68		12,0	64	5
EFOS Svin	pct.	68,18	72,78	68,4	100	5
EFOSi	pct.	72,78	72,78	67,9	107	5
FEsv pr. 100 kg	FEsv/100 kg vare	104,02	105,90	85,0	122	5
FEso pr. 100 kg	FEso pr. 100 kg	103,92	106,40	85,0	122	5
Calcium	g/kg vare	11,28		6,5	173	8
Fosfor	g/kg	4,19		2,6	161	8
Natrium	g/kg	0,69		1,6	43	5
Chlorid	g/kg	2,40		5,0	50	3
Kalium	g/kg	4,54		9,1	50	5
Magnesium	g/kg	1,76		2,7	65	5
Svovl	g/kg	58,00				3
Jern	mg/kg	1.386,00				5
Kobber	mg/kg	18,34				5
Mangan	mg/kg	122,80				5
Zink	mg/kg	47,70				5
Jod	mg/kg	2,3				1
Selen	mg/kg	0,20				3
Lysin	g/kg	29,83		26,0	115	8
Methionin	g/kg	10,53		10,2	103	8
Cystein + Cystin	g/kg	3,56		2,1	170	8
Treonin	g/kg	23,90		23,0	104	8
Tryptofan	g/kg	11,50		11,0	105	3
Isoleucin	g/kg	23,26		21,0	111	8
Leucin	g/kg	44,88		40,2	112	8
Histidin	g/kg	10,98		9,6	114	8
Fenylalanin	g/kg	29,18		27,0	108	8
Tyrosin	g/kg	19,95		17,5	114	8
Valin	g/kg	29,01		27,0	107	8
Alanin	g/kg	31,05		29,0	107	8
Arginin	g/kg	29,58		27,0	110	8

Asparaginsyre	g/kg	46,84				8
Glutaminsyre	g/kg	52,96		50,0	106	8
Glycin	g/kg	28,19		25,0	113	8
Ornithin	g/kg	0,52				8
Prolin	g/kg	22,19				8
Serin	g/kg	21,74		20,0	109	8

<sup>1</sup> Da EFOSsvin bør være større eller lig med EFOSi – blev de to sat til at være ens. Ændringerne i FEsv og FEso er en konsekvens heraf.



**Tabel 2.2. Fordøjeligheder anvendt på grønprotein**

xx	FK
Råprotein	89,5
FK faktor alle aminosyrer	1,0
FK fosfor, alle fytaseniveauer	50

**Tabel 2.3. Analyse af hestebønner**

Parameter	Enhed	Analyseret	Tabelværdi	Analyseret i pct. af tabelværdi	Antal analyser
Råprotein	pct. af varen	24,27	24,50	99	3
Råfedt	pct. af varen	1,77	1,70	104	3
Råaske	pct. af varen	2,80	3,10	90	3
Vand	pct. af varen	14,47	15,00	96	3
EFOS Svin	pct.	73,03	80,20	91	3
EFOSi	pct.	68,37	70,60	97	3
FEsv pr. 100 kg	FEsv/100 kg vare	80,03	84,90	94	3
FEso pr. 100 kg	FEso pr. 100 kg	82,83	84,90	98	3
Calcium	g/kg vare	1,19	1,19	100	3
Fosfor	g/kg	3,90	4,52	86	3
Lysin	g/kg	15,40	15,51	99	3
Methionin	g/kg	1,71	1,79		3
Cystein + Cystin	g/kg	2,97	2,98	100	3
Treonin	g/kg	8,40	8,61	98	3
Tryptofan	g/kg	2,17	2,13		3
Isoleucin	g/kg	9,00	9,63	93	3
Leucin	g/kg	16,93	17,81	95	3
Histidin	g/kg	6,13	6,39	96	3
Fenylalanin	g/kg	9,55	10,48	91	3
Tyrosin	g/kg	7,39	9,03	82	3
Valin	g/kg	10,57	10,65	99	3
Alanin	g/kg	9,73			3
Arginin	g/kg	20,17			3
Asparaginsyre	g/kg	25,93			3
Glutaminsyre	g/kg	38,80			3
Glycin	g/kg	10,15			3
Prolin	g/kg	9,48			3
Serin	g/kg	11,37			3

## Appendiks 3

**Tabel 3.1.** Analyseret og forventet næringsindhold i de tre foderblandinger. Gns. af 6 prøver.

Gruppe	1 (kontrol)			2			3		
	9 pct. sojaskrå 9 pct. solsikkekrå			9 pct. grønprotein 9 pct. hestebønner 2 pct. rapskager			23 pct. hestebønner 14 pct. rapskager		
I varen	Analysere t	Forvente t	Indeks 1	Analysere t	Forvente t	Indeks 1	Analysere t	Forvente t	Indeks 1
Råprotein pct.	15,0	15,6	96	15,4	15,8	97	16,0	16,3	98
Råfedt pct.	3,0	3,4	89	4,1	4,3	95	4,6	5,0	91
Råaske pct.	4,4	5,0	88	4,2	4,8	88	4,3	4,6	93
Vand pct.	13,7	13,2	104	13,4	13,3	101	13,6	13,3	102
EFOS Svin	86,5	89,1	97	84,4	87,8	96	84,9	86,3	99
EFOSi	81,1	83,1	98	80,3	79,9	100	79,3	78,4	101
FEsv / 100 kg	105,0	106,0	99	105,9	106,0	100	105,7	106,0	100
Fytase aktivitet	1.016	1.000	102	1.041	1.000	104	1.203	1.000	120
Mineraler g/kg									
Calcium	7,1	7,1	99	6,9	7,1	97	7,3	7,1	103
Fosfor	4,8	4,8	100	4,5	4,6	96	4,9	4,8	101
Aminosyrer g/kg									
Lysin	9,4	9,6	98	9,6	9,8	98	10,1	10,1	101
Methionin	2,7	2,9	94	3,1	3,2	98	2,7	2,9	93
Cystein + Cystin	2,8	3,0	95	2,4	2,5	96	3,1	3,1	100
Treonin	6,4	6,6	96	6,5	6,7	97	6,8	6,9	99
Tryptofan	2,1	2,1	101	2,3	2,4	99	2,2	2,1	103
Isoleucin	5,2	5,8	91	5,5	5,9	93	5,5	5,8	95
Leucin	9,6	10,4	92	10,6	11,3	93	10,4	10,9	95
Histidin	3,4	3,6	94	3,3	3,5	95	3,8	4,0	97
Fenylalanin	6,7	7,1	94	7,1	7,4	96	6,4	6,6	98
Tyrosin	4,2	4,6	92	4,4	5,0	88	4,7	4,7	99
Valin	6,7	7,2	93	7,2	7,6	95	7,2	7,3	98

<sup>1</sup> Indeks er lig med analyseret indhold i procent af forventet indhold.

**Tabel 3.2.** Analyseret næringsindhold omregnet til fordøjeligt indhold pr FEsv. I kolonnen til højre for vises indeks=fordøjeligt indhold i pct. af norm [15].

Gruppe	1 (kontrol)			2		3	
	Norm g. pr. FEsv	Ford. g. pr FEsv	Indeks	Ford. g. pr FEsv	Indeks	Ford. g. pr FEsv	Indeks
		9 pct. sojaskrå 9 pct. solsikkekrå		9 pct. grønprotein 9 pct. hestebønner 2 pct. rapskager		23 pct. hestebønner 14 pct. rapskager	
Protein	124	120,5	97	121,1	98	122,7	99
Fosfor	2,5	2,5	102	2,4	97	2,5	101
Lysin	8	7,9	99	7,9	98	8,1	101
Methionin	2,4	2,3	95	2,6	108	2,2	94
Methionin + Cystin	4,6	4,5	98	4,5	97	4,6	100
Treonin	5,3	5,2	97	5,2	98	5,3	100
Tryptofan	1,6	1,7	105	1,8	115	1,7	104
Isoleucin	4,2	4,2	100	4,3	102	4,2	100
Leucin	8	7,7	97	8,4	105	8,2	102
Histidin	2,6	2,8	106	2,6	101	3,0	117
Fenylalanin	4,3	5,5	127	5,7	132	5,0	117
Fenylalanin + Tyrosin	8	8,8	110	9,1	114	8,5	107
Valin	5,4	5,2	96	5,5	102	5,3	99

<sup>1</sup> Noter

**Tabel 3.3.** Partikelfordeling i foderblandinger (2 prøver vådsigtet pr. blanding).

Gruppe	1 Kontrol	2 Grønprotein og hestebønner	3 Hestebønner og rapskage
Parameter	Vægt pct.	Vægt pct.	Vægt pct.
>3,5 mm	0,1	0,3	1,5
2,0-3,15 mm	5,6	6,3	5,2
1,0-2,0 mm	26,4	24,2	19,3
0,125 – 1,0 mm	30,0	35,2	33,5
<0,125 mm	37,9	34,2	40,7
I alt < 1,0 mm	67,9	69,4	74,1

## Appendiks 4

### Spisekvalitet af koteletter – sensorisk bedømmelse

*Uddrag af rapport fra teknologisk Institut, DMRI, forfatter Marlene Schou Grønbeck*

#### Materiale og metoder

##### Forsøgsmateriale

Bedømmelsen blev gennemført på koteletter fra sogrise, der enten havde fået foder med importeret protein (kontrol), grønt protein (10 pct. græsprotein + hestebønner) eller dansk protein (rapskager og hestebønner).

DMRI modtog 59 hele svinekamme fra SEGES. Disse blev opbevaret på frost ved -18°C frem til bedømmelsesdagen. I tabel 2 ses en oversigt over antallet af sogrise fordelt på de tre fodertyper.

Tabel 1.

Tabel 2. Oversigt over fordeling af sogrise på de tre fodergrupper

Fodertype	Antal
Gruppe 1	21
Gruppe 2	18
Gruppe 3	20

På dagen for bedømmelse blev der skåret koteletter ud af kammen. En detaljeret beskrivelse af forbehandling af prøverne findes i prøvningsrapporten. Nederst i bilaget er der indsat billeder (1-6), der viser forbehandlingen af koteletterne, samt hvordan de blev serveret for dommerne.

##### Sensorisk bedømmelse

De sensoriske bedømmelser blev gennemført på stegte koteletter fra den 11. til og med den 17. juni 2020. Den sensoriske bedømmelse blev gennemført i DMRI's akkrediterede laboratorie.

Bedømmelsen omfattede lugt-, smags- og teksturegenskaber. Bedømmelsesproceduren fulgte DMRI's analyseforskrift SM 305-14, baseret på ASTM-MNL 13:1992, ISO 4121:2003 og ISO 13299:2016. Fra DMRI's akkrediterede sensoriske panel deltog otte dommere i de sensoriske bedømmelser. Der blev benyttet en 15 cm linjeskala for hver egenskab.

##### Træning af panel

Der blev gennemført dommertræning den 10. juni 2020. Først blev en ordudvikling gennemført, hvor dommerpanelet beskrev især lugt og smag af de tilberedte koteletter. I ordudviklingen blev der ikke fokuseret på tekstur af kødet, da dommerne er yderst kompetente til at vurdere netop disse egenskaber. Efterfølgende blev der fastlagt et ordsæt til den endelige bedømmelse af prøverne, og dette ordsæt blev herefter afprøvet på en bedømmelsesskala. Træning af det sensoriske panel er beskrevet i prøvningsrapporten, hvori der også er angivet en liste over de anvendte sensoriske egenskaber.

## Statistik

Data antages at være normalfordelt, og skalaen til den sensoriske analyse anvendt af det trænedede panel behandles som kategorisk intervaldata (lige så stor afstand mellem fx 3-4 cm på skalaen som mellem 6-7 cm på skalaen). Databehandling er udført i R-studio, version 1.2.5042. Det er kun de signifikante egenskaber, der bliver detaljeret beskrevet i resultatafsnittet. I bilag 2 ses en oversigt over p-værdierne for de andre egenskaber. Den statistiske model:  $Y_{ij} = \beta_0 + \beta_{\text{foder } i} + \mu_{\text{Dommer } j} + \epsilon_{ij}$   
= gennemsnittet i modellen af de enkelte faktorer Foder  $i$  = fixed effekt – indikerer de forskellige fodertyper  $i$  = kontrol, grønt og dansk protein Dommer  $j$  = random effekt – de forskellige dommere,  $j = 1, \dots, n$  niveau  $\epsilon_{ij}$  = modelresidualerne.

## Resultater

Databehandlingen viste, at der for de fleste sensoriske egenskaber ikke var signifikant forskel mellem de tre fodergrupper. Der var ingen signifikant forskel for hverken smag eller lugt. For to ud af de otte teksturegenskaber var der en signifikant forskel mellem de tre fodertyper. Disse to, mørhed og tyggetid, er beskrevet i detaljer nedenfor.

Tabel 2. Oversigt over alle de sensoriske egenskaber og deres p-værdier for sammenligning af de tre grupper

Egenskab	Kategori	P-værdi for sammenligning af alle tre fodertyper (Pr(>F))
Stegt kød	Lugt	0,865
Hårdhed, hånd	Tekstur	0,228
Sødlig	Lugt	0,896
Syrlig	Lugt	0,802
Grise	Lugt	0,528
Stegt kød	Smag	0,783
Kødsmag	Smag	0,287
Sødlig	Smag	0,357
Syrlig	Smag	0,462
Grise	Smag	0,761
Frisk	Smag	0,415
Metallisk	Smag	0,144
Bitter	Smag	0,279
Hårdhed, 1. bid	Tekstur	0,117
Saftighed	Tekstur	0,688
Mørhed	Tekstur	0.00333 **
Knasende	Tekstur	0,474
Trevlet	Tekstur	0,219
Smuldrende	Tekstur	0,988
Tyggetid	Tekstur	0.0000278 ***



## Egenskab mørhed

Resultaterne for mørhed er vist i tabel 3 og 4. Gennemsnitsværdien, samt spredning af data for mørhed, er vist i tabel 3, og det kan ses, at kontrol og grønt protein fodergruppen kun adskiller sig med 0,2 cm. Dette kommer også til udtryk i tabel 4, hvor p-værdien for sammenligningen af de to grupper ikke er signifikant. Derimod er dansk protein fodergruppen blevet scoret højere i mørhed end de to andre, hvilket kan ses i tabel 4, da denne gruppe adskiller sig signifikant fra de to andre.

Tabel 3. Oversigt over gennemsnit og standardafvigelse for de tre fodertyper på egenskaben mørhed.

Gruppe	Gns.	Standard afvigelse
1	6,1	2,4
2	6,3	2,5
3	7,0	2,8

Tabel 4. Oversigt over parvis sammenligning af de tre fodertyper på egenskaben mørhed.

Sammenligning af grupper	Estimat	Standardafvigelse	Konfidensinterval	Pr(> t )
1 vs.2	0,19	0,30	[-0,52; 0,90]	0,8004
1 vs.3	0,94	0,29	[0,26; 1,62]	0,0037**
2 vs.3	0,75	0,30	[0,04; 1,46]	0,0354*

\* indikerer niveauet af signifikant.

## Egenskab tyggetid

Resultaterne for tyggetid er vist i tabel 5 og 6. Gennemsnitsværdien samt spredning af data for tyggetid er vist i tabel 5, og det kan ses, at kontrol og grønt protein fodergruppen kun adskiller sig med 0,2 cm. Dette kommer også til udtryk i tabel 6, hvor p-værdien for sammenligningen af de to grupper ikke er signifikant. Derimod er dansk protein fodergruppen blevet scoret lavere i tyggetid end de to andre, hvilket kan ses i tabel 6, da denne gruppe adskiller sig signifikant fra de to andre.

Tabel 5. Oversigt over gennemsnit og standardafvigelse for de tre fodertyper på egenskaben tyggetid.

Gruppe	Gns.	Standard afvigelse
1	8,6	2,3
2	8,4	2,3
3	7,5	2,3

Tabel 6. Oversigt over parvis sammenligning af de tre fodertyper på egenskaben tyggetid. \* indikerer niveauet af signifikant.

Sammenligning af grupper	Estimat	Standardafvigelse	Konfidensinterval	Pr(> t )
1 vs. 2	-0,16	0,27	[-0,78;0,47]	0,8244
1 vs.3	-1,11	0,26	[-1,72;-0,51]	0,0001***
2 vs.3	-0,96	0,27	[-1,59;-0,33]	0,0011**

\* indikerer niveauet af signifikans.

## Konklusion

Den samlede vurdering er, at der ikke er sensorisk forskel på sogrise fodret med kontrolfoder og grønt protein. Sogrise fodret med dansk protein blev vurderet signifikant højere i mørhed, men kigger man på gennemsnitsværdier, er det små forskelle, der adskiller de tre fodertyper. Det samme gør sig gældende for tyggetiden, hvor sogrise fodret med dansk protein havde en signifikant kortere tyggetid, men gennemsnitsværdierne adskiller sig ikke meget fra de to andre fodertyper. Den samlede vurdering er således, at spisekvaliteten ikke ændres ved lugt og smag, men at få teksturegenskaber kan påvirkes ved at give sogrisene dansk protein i stedet for kontrolfoder.



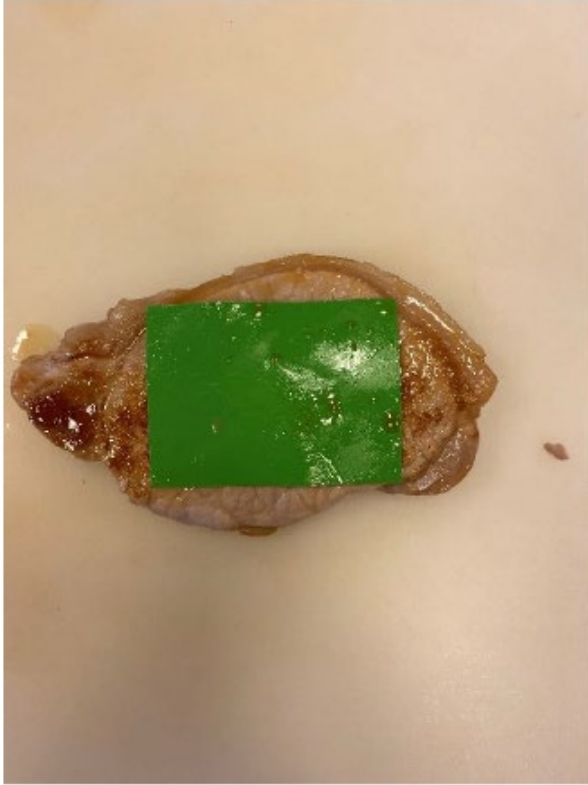
Billede 1. Eksempel på koteletter til træning af dommere.



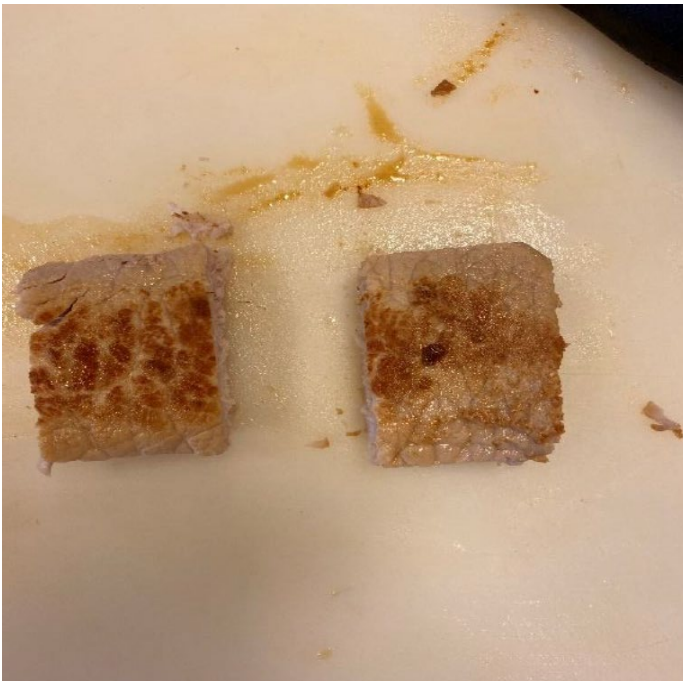
Billede 2. Eksempel på koteletter, der skulle bruges til profilering.



Billede 3. Eksempel på tilberedning



**Billede 4.** For at standardisere mængden af prøvemateriale blev denne skabelon benyttet på alle koteletterne.



**Billede 5.** Prøvematerialet blev delt i to og præsenteret for dommerne med den mørkeste stegeflade opad.



**Billede 6.** Prøvematerialet blev serveret på en opvarmet tallerken med et folielåg over for at holde på varmen og lugten



Tlf.: 33 39 45 00

[svineproduktion@seges.dk](mailto:svineproduktion@seges.dk)

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

Ansvar: Informationerne på denne side er af generel karakter og søger ikke at løse individuelle eller konkrete rådgivningsbehov.

SEGES er således i intet tilfælde ansvarlig for tab, direkte såvel som indirekte, som brugere måtte lide ved at anvende de indlagte informationer.