

# KØDKVALITET VED GRÆSBASERET KYLLINGE- DIÆT OG GRÆSBASERET SVINEDIÆT

---

MARGRETHE THERKILDSSEN, MARTIN KRØYER RASMUSSEN, ANNE GRETE KONGSTED,  
SØREN KROGH JENSEN OG LENE STØDKILDE-JØRGENSEN

DCA RAPPORT NR. 164 · FEBRUAR 2020 · RÅDGIVNING



AARHUS  
UNIVERSITET

DCA - NATIONALT CENTER FOR FØDEVARER OG JORDBRUG

# KØDKVALITET VED GRÆSBASERET KYLLINGE- DIÆT OG GRÆSBASERET SVINEDIÆT

---

DCA RAPPORT NR. 164 · FEBRUAR 2020 · RÅDGIVNING



Forfattere: Lektor Margrethe Therkildsen<sup>1)</sup>, tenure track Martin Krøyer Rasmussen<sup>1)</sup>, seniorforsker Anne Grete Kongsted<sup>2)</sup>, seniorforsker Søren Krogh Jensen<sup>3)</sup> og adjunkt Lene Stødkilde-Jørgensen<sup>3)</sup>

## Aarhus Universitet

Institut for Fødevarer<sup>1)</sup>  
Agro Food Park 48  
8200 Aarhus N

Institut for Agroøkologi<sup>2)</sup>  
Blichers Allé 20  
8830 Tjele

Institut for Husdyrvidenskab<sup>3)</sup>  
Blichers Allé 20  
8830 Tjele

# KØDKVALITET VED GRÆSBASERET KYLLINGEDIÆT OG GRÆSBASERET SVINEDIÆT

Serietitel og nummer:	DCA rapport nr. 164
Rapport-type:	Rådgivning
Udgivelsesår:	Februar 2020, 1. udgave, 1. oplag
Forfatter(e):	Lektor Margrethe Therkildsen, tenure track Martin Krøyer Rasmussen, Institut for Fødevarer, Aarhus Universitet. Seniorforsker Anne Grete Kongsted, Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet. Seniorforsker Søren Krogh Jensen og adjunkt Lene Stødkilde-Jørgensen, Institut for Husdyrvidenskab, Aarhus Universitet
Rekvirent:	Miljø- og Fødevareministeriet, Fødevestyrelsen
Finansiering:	Rapporten er udarbejdet som led i "Rammeaftale om forskningsbaseret myndighedsbetjening af Miljø- og Fødevareministeriet med underliggende styrelser 2019-2022"
Faglig kommentering:	Seniorforsker Marchen Sonja Hviid, Danish Meat Research Institute, Teknologisk Institut. Se: <a href="https://bit.ly/2v2xS8T">https://bit.ly/2v2xS8T</a>
Ekstern kommentering:	Miljø- og Fødevareministeriet, Departementet. Se: <a href="https://bit.ly/2UK5yme">https://bit.ly/2UK5yme</a>
Eksterne bidrag:	Nej
Udgiver:	DCA - Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, Blichers Allé 20, postboks 50, 8830 Tjele. Tlf. 8715 1248, e-mail: <a href="mailto:dca@au.dk">dca@au.dk</a> , hjemmeside: <a href="http://dca.au.dk">dca.au.dk</a>
Bedes citeret:	Therkildsen, M., Rasmussen, K.M., Kongsted, A.G., Jensen, K.S., Stødkilde-Jørgensen, L. 2019. Kødkvalitet ved græsbaseret kyllingediæt og græsbaseret svinediæt. Aarhus Universitet, DCA - Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug. 44 s. - DCA rapport nr. 164 <a href="https://dcapub.au.dk/djfpublikation/index.asp?action=show&amp;id=1323">https://dcapub.au.dk/djfpublikation/index.asp?action=show&amp;id=1323</a>
Layout:	Jette Ilkjær, DCA - Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, Aarhus Universitet
Fotos omslag:	Colourbox
Tryk:	Digisource.dk
ISBN:	Trykt version 978-87-93787-90-2, elektronisk version 978-87-93787-91-9
ISSN:	2245-1684
Sideantal:	44
Internetversion:	<a href="https://dcapub.au.dk/djfpublikation/index.asp?action=show&amp;id=1323">https://dcapub.au.dk/djfpublikation/index.asp?action=show&amp;id=1323</a>
Enmeord:	Græsprotein, svinekød, kylling, spisekvalitet, fedtsyresammensætning





## Forord

Grønt protein udvundet fra kløvergræs har et stort potentiale i forhold til at højne bæredygtigheden i den danske fødevarerproduktion. Potentialet ligger i, at grønt protein fra lokalt produceret kløvergræs kan erstatte importeret sojaprotein til slagtekyllinger og slagtesvin, og samtidig øger dyrkning af græs produktiviteten på marken, og bidrager til mindre kvælstofudvaskning og pesticidforbrug. Hvis grønt protein i foderet påvirker smagen eller dyresundheden i en uønsket retning, så er det dog ikke en farbar vej. Derfor er det vigtigt med fodringsforsøg, og denne rapport har sat fokus på effekten på kød- og spisekvaliteten ved stigende mængde kløvergræsprotein i foder til kyllinger og svin. I rapporten redegøres for den nyeste viden om kød- og spisekvalitet af kyllingekød og svinekød fra hhv. slagtekyllinger og slagtesvin, der er fodret med græs eller græs-baseret protein.

Rapporten er forfattet af Lektor Margrethe Therkildsen og Tenure Track Martin Krøyer Rasmussen fra Institut for Fødevarer, Seniorforsker Anne Grete Kongsted fra Institut for Agroøkologi og Seniorforsker Søren Krogh Jensen og Adjunkt Lene Stødkilde-Jørgensen fra Institut for Husdyrvidenskab. Rapporten er fagfællebedømt af Seniorprojektleder Marchen Sonja Hviid, Danish Meat Research Institute, Teknologisk Institut.

Rapporten er udarbejdet på foranledning af Miljø- og Fødevarerministeriets departement, som en del af "Rameaftale indgået mellem Miljø- og Fødevarerministeriet og Aarhus Universitet om forskningsbaseret myndighedsbetjening af Miljø- og Fødevarerministeriet med underliggende styrelser 2019-2022".

Som en del af denne opgave er der indsamlet og behandlet nye data, og rapporten præsenterer resultater, som ikke ved rapportens udgivelse har været i såkaldt peer review eller er publiceret andre steder. Ved en evt. senere publicering i tidsskrifter med peer review vil der derfor kunne forekomme ændringer.

*Niels Halberg*

*Direktør, DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug*



## Indhold

Forord .....	3
1. Sammendrag.....	7
2. Introduktion .....	9
3. Litteratur review .....	11
3.1 Udvindingsproces af kløvergræsprotein og proteinværdi .....	11
3.2 Græs-baseret protein til slagtekyllinger – effekt på kød- og spisekvalitet.....	11
3.3 Græs-baseret protein til slagtesvin – effekt på kød- og spisekvalitet .....	15
4. Resultater fra forsøg gennemført på Aarhus Universitet.....	17
4.1 Projekter med slagtekyllinger .....	17
4.1.1 Multiplant - Slagtekyllingeforsøg.....	17
4.1.2 Markedsdrevet, højværdi økologisk kødproduktion med robuste dyr (SUMMER) – arbejdsplan 1 og 5.....	20
4.2 Projekter vedr. slagtesvin .....	25
4.2.1 SuperGrassPork og GreenPork.....	25
4.2.2 Markedsdrevet, højværdi økologisk kødproduktion med robuste dyr (SUMMER) - arbejdsplan 2 og 5.....	32
5. Diskussion .....	37
5.1 Effekt af kløvergræsproteinprodukt på produktion, kød- og spisekvalitet.....	37
5.2 Manglende viden .....	39
6. Konklusion.....	40
7. Litteratur.....	41





## 1. Sammendrag

Hensigten med denne rapport er at redegøre for den nyeste viden om kød- og spisekvalitet af kyllingekød og svinekød fra hhv. slagtekyllinger og slagtesvin, der er fodret med græs eller græs-baseret protein. Rapporten er bestilt af Miljø- og Fødevareministeriet.

Med udgangspunkt i cirkulær bioøkonomi udvikles der i Danmark i disse år produkter af bioraffineret frisk kløvergræs, som bl.a. kan indgå i fodrationen til slagtekyllinger og slagtesvin som erstatning for andre proteinprodukter f.eks. soja. Der er gennemført produktionsforsøg med slagtekyllinger i 2016 med tildeling af stigende mængder af kløvergræsproteinprodukt: 0, 8, 16 og 24% i fodrationen til slagtekyllinger med en proteinkoncentration på 36,2% svarende til 0, 13, 26 og 39% af total råprotein i forsøgsfoderet og med slagtesvin i 2018 med 0, 5, 10 og 15% kløvergræsprotein produkt med 47% råprotein svarende til 0, 12-14%, 23-28% og 34-41% af total råprotein i forsøgsfoderet. Rapporten her belyser effekten af stigende mængde kløvergræsproteinprodukt på kød- og spisekvaliteten af kyllinge- og svinekød og inddrager samtidig resultater fra et økologisk projekt med slagtekyllinger og slagtesvin på friland (Markedsdrevet, højværdi økologisk kødproduktion med robuste dyr - SUMMER), samt resultater præsenteret i peer-reviewed litteratur.

Kvaliteten af kløvergræsproteinproduktet har betydning for produktionsresultaterne og for foderudnyttelsen. Forsøget med slagtekyllinger viste, at tildeling af mere end 8% kløvergræsproteinprodukt (2016 produkt) resulterede i lavere tilvækst og dårligere foderudnyttelse hos slagtekyllinger. Derimod var der ingen forskel i produktionsresultaterne for slagtesvin ved tildeling af op til 15% kløvergræsproteinprodukt (2018 produkt).

Hos både slagtekyllinger og slagtesvin ses en ændring i fedtsyresammensætningen mod mere n3 poly-umættet fedt (PUFA), hvilket er positivt ud fra et humant perspektiv. Denne ændring i fedtsyresammensætning følges også af et fald i koncentrationen af de vitaminer, der også er antioxidanter. Således ses et fald i koncentrationen af f.eks. E-vitamin i kødet ved stigende mængder kløvergræsprotein produkt. Det forventes, at dette skyldes et øget forbrug af antioxidanter i kødet for at hæmme oxidationen af umættet fedt.

På slagtekyllinger er der ikke lavet yderligere kød- og spisekvalitetsanalyser, men fra forsøg med slagtekyllinger på friland, der har haft adgang til græs og urter (SUMMER), er der set den samme ændring i fedtsyresammensætning og ingen ændringer i oxidation eller sensorisk bedømt smag og aroma af kødet.

Kød- og spisekvaliteten af kød fra slagtesvin, der har fået stigende mængder af kløvergræsproteinprodukt, er upåvirket af kløvergræsproteinproduktet. Disse resultater støttes også af resultater fra slagtesvin på friland (SUMMER), hvor der heller ikke er fundet effekt af et øget græs og urteindtag på smag og aroma af to undersøgte muskler tilberedt som hhv. koteletter og steg.

Det konkluderes, at tildeling af raffineret kløvergræsproteinprodukt til slagtekyllinger og slagtesvin er lovende, og at der vil kunne findes et niveau, hvor store dele af f.eks. soja protein kan udskiftes med kløvergræsproteinprodukt uden at det har konsekvenser for kød- og spisekvaliteten. Der bør dog gennemføres yderligere undersøgelser med et dosis-respons forsøg med slagtekyllinger med kløvergræsprotein af høj

kvalitet, og gerne med inddragelse af forskellige produktionsstrategier (konventionel og økologisk) og forskellige genotyper, som kan have betydning for effekten på kød- og spisekvalitet. Tilsvarende bør svinekødets egnethed til videre forarbejdning undersøges og det er vigtigt at følge op på effekten af antioxidanter (mængde og type) i foderet til både slagtekyllinger og slagtesvin for at kunne mindske oxidationen i fedt og kød.

## 2. Introduktion

Cirkulær bioøkonomi er en vigtig vej til at adressere en række af de miljømæssige og ressourcemæssige udfordringer, som vores nuværende produktion af varer har skabt. For husdyrproduktion og dermed kødproduktion kan det være at fremme en mere ressourceeffektiv anvendelse af biomasse til foder. For Danmark er det relevant at undersøge nye proteinværdikæder, bl.a. fordi en meget stor andel af det protein, der anvendes i den danske husdyrproduktion, importeres. En ny proteinværdi-kæde, som i øjeblikket udvikles i Danmark, er bioraffinering af græs. Her dannes flere fraktioner, som kan anvendes til forskellige formål, proteinkoncentrat til enmavede dyr (f.eks. grise og kyllinger), fiberfraktion til kvæg og restjuice til biogasanlæg. Med introduktionen af proteinkoncentrat fra græs til slagtekyllinger og slagtesvin bringes en helt ny råvare på banen, som kan bidrage til at reducere en række af de klima- og miljø-problemer, der er i landbruget. Samtidig er det også meget væsentligt at få dokumenteret, at der ikke ved introduktionen skabes andre problemer for kødproduktionen f.eks. en reduktion af fodereffektivitet og/eller ringere kød- og spisekvalitet.

Derfor har Miljø- og Fødevarerministeriet bestilt en rapport, der redegør for nyeste viden om analyser af kødkvalitet af kyllingekød og svinekød fra hhv. slagtekyllinger og slagtesvin fodret med græs eller græs-baseret protein.

Formålet med denne rapport er at beskrive kødkvaliteten af kyllinger og slagtesvin, der har fået tildelt græs eller græs-baseret protein som en del af foderrationen. Herunder at 1) beskrive ernæringsværdi og fodereffektivitet af græsprotein til slagtekyllinger og slagtesvin i sammenligning med andre proteinkilder, 2) beskrive effekten af græs og græs-baseret protein til slagtekyllinger på kødkvalitetsegenskaber som farve, tekstur, holdbarhed og fedtsyresammensætning samt spisekvalitetsegenskaber som smag og mørhed, og 3) beskrive effekten af græs og græs-baseret protein til slagtesvin på kødkvalitetsegenskaber som farve, tekstur, holdbarhed og fedtsyresammensætning samt spisekvalitetsegenskaber som smag og mørhed.

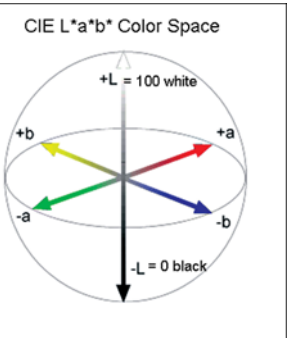
Som grundlag for at besvare denne opgave er der lavet en litteratur gennemgang, og der er inddraget resultater fra fire forskningsprojekter gennemført på Aarhus Universitet, hvor slagtekyllinger og slagtesvin har fået tildelt kløvergræs-protein eller har haft adgang til frisk kløvergræs, som har udgjort en væsentlig andel af deres foderration:

- Markedsdrevet, højværdi økologisk kødproduktion med robuste dyr (SUMMER). Gennemført med støtte fra Grønt Udviklings og Demonstrations Program, Organic RDD (2011-2013)  
<http://icofs.dk/forskning/dansk-forskning/organic-rdd-1/summer/>
- Multiplant – Flerårige højværdiafgrøder i økologisk planteproduktion. Gennemført med støtte fra Grønt Udviklings og Demonstrations Program, Organic RDD (2014-2017)  
<http://icofs.dk/forskning/dansk-forskning/organic-rdd-2/multiplant/>
- SuperGrassPork - Økologisk svineproduktion baseret på græsprotein. Gennemført med støtte fra Grønt Udviklings og Demonstrations Program, Organic RDD (2017-2019)  
<http://icofs.dk/forskning/dansk-forskning/organic-rdd-3/supergrasspork/>

- GreenPork – Økologisk svinekød produceret med græsprotein. Gennemført med støtte fra Fonden for Økologisk Landbrug (2019) <https://food.au.dk/greenpork/>

Kød- og spisekvalitet kan beskrives med en række egenskaber, som måles på det ferske og tilberedte kød. Vi præsenterer og diskuterer her resultater, som har betydning for kødets holdbarhed, funktionalitet, udseende, tekstur, aroma, smag og sundhed jævnfør tabel 1.

Tabel 1 Kød- og spisekvalitetssegenskaber

Egenskab	Analysemetode	Betydning
pH	Måles med indstiks elektrode i det ferske kød til bestemte tidspunkter efter slagtning	pH faldet i tiden <i>post mortem</i> og slut pH har betydning for holdbarheden, vandbindings-evnen, farven, tekstur og smag
Dryptab	Måles som væske tabt af det ferske kød over en bestemt tidsperiode <i>post mortem</i>	Dryptab siger noget om kødets evne til at holde på vandet. Det har betydning for funktionalitet og saftighed
Farve – L*, a* og b*	Med Minolta farvemåler måles CIE farve spektrum (L* - lyshed, a* - rødhed og b* - gulhed) på fersk kød og fedt. På kødet måler man efter en blooming periode, dvs. overfladen, som der måles på eksponeres for ilt og lys, ofte i 60 min. før måling.	Farveegenskaberne siger noget om kødets udseende. 
Tekstur	Måles mekanisk, som den kraft der skal til at skære et varmebehandlet stykke kød over. Omtales som konsistens eller Shear force. Og udtrykkes i Newton (N), jo højere tal, des mere sejt. Ofte måles også optøningstab og tilberedningstab ved denne analyse, som tab af vægt i forhold til før optøning/tilberedning, udtrykt i %.	Metode der bruges til at beskrive kødets mørhed
Fedtsyresammensætning	Måles ved ekstraktion af fedtsyrer fra kødet, som kvantificeres på en gas-kromatograf. Udtrykkes i % af totalt fedtsyreindhold	Fedtsyresammensætningen har betydning for funktionaliteten, smagen og ernæringsværdien af fedtet.
Fedt oxidation	Måles som TBARS (Thiobarbitursyre reaktive substanser) – en kemisk forbindelse som reflekterer dannelsen af oxidationsprodukter	Fedtoxidation giver anledning til smagsændringer i kødet, der ofte associeres med harskning, men der kan også være ændringer, der fremmer smagen
Sensorisk beskrivelse	Bedømmelse af kødets farve, aroma, smag og tekstur af et trænet sensorisk panel, der bedømmer egenskabernes intensitet på en skala fra 0-15 el. lign.	Kødets spisekvalitet objektivt beskrevet, men er ikke et udtryk for præference

### 3. Litteratur review

#### 3.1 Udvindingsproces af kløvergræsprotein og proteinværdi

Ideen med at erstatte traditionelle proteinkilder i foderet med protein udvundet fra grønne planter er ikke ny. Særligt gennem 1980'erne har der været lavet en lang række studier, hvor den kemiske sammensætning og i mere begrænset omfang, foderkvaliteten blev undersøgt. Plantematerialet har i størstedelen af de tidligere studier været bælgeplanten lucerne, hvor de proteinrige blade har været brugt til proteinudvindingen, hvorimod brugen af græs-baseret protein er relativt begrænset.

Proteinet udvindes gennem en bioraffineringsproces, hvor den helt friske biomasse presses, og vha. varmebehandling eller syring fældes de opløselige proteiner fra den producerede juice. Dette resulterer i en proteinrig pasta, som kan isoleres ved centrifugering, og som derefter enten kan tørres til et lagerstabil pulver eller bruges direkte (Crawford & Ghebremeskel 1988). Ud over den proteinrige pasta produceres der i bioraffineringsprocessen en pressekage; pulpen, og en brunsaft. Førstnævnte har vist positive resultater som foder til malkekvæg (Damborg et al. 2019), mens en mulig applikation for brunsaften vil være som substrat til biogas (Santamaria-Fernandez et al. 2018).

Rent kemisk er sammensætningen af græsprotein eller kløvergræsprotein velegnet til enmavede dyr med et indhold af de essentielle aminosyrer, som er bedre end eller på niveau med soja (Stodkilde et al. 2019). Bestemmelse af proteinets foderværdi og fordøjelighed har været udført på lucerneprotein, hvorimod fodringsforsøg med græsprotein hovedsageligt begrænser sig til rottestudier og forsøg på fjerkræ.

I projektet Biobase gennemført ved Aarhus Universitet er der gennemført rotteforsøg, hvor den fækale fordøjelighed af protein udvundet fra alm. rajgræs er undersøgt. Studiet viser en fordøjelighed på 75% (Stodkilde et al. 2019), med de svovlholdige essentielle aminosyrer cystein og methionin som først begrænsende aminosyrer. Ydermere er der i Biobase i samarbejde med Horizon 2020 projektet Feed-a-gene udført fordøjelsesforsøg i grise, hvor tyndtarmsfordøjeligheden af de essentielle aminosyrer i protein udvundet fra alm. rajgræs er fundet signifikant lavere end tilsvarende fra soja (Lærke et al. 2019). Rottestudierne udført i Biobase regi viser en tydelig sammenhæng mellem høj fordøjelighed og proteinindhold i koncentratet (Stodkilde et al. 2018; 2019). Det må derfor forventes at procesoptimeringer, som fører til øget proteinindhold også vil føre til en forbedret fordøjelighed og foderværdi.

#### 3.2 Græs-baseret protein til slagtekyllinger – effekt på kød- og spisekvalitet

I den internationale litteratur findes der beskrevet en række studier, hvor effekten af græsprotein på diverse kødkvalitetsegenskaber er dokumenteret. Fælles for disse forsøg er dog, at de er udført under mere eller mindre kontrollerede forsøgsbetingelser, dette er især gældende for forsøg hvor konventionel og økologisk produktion sammenlignes.

I kontrollerede fodringsforsøg har man testet effekten af at erstatte, som regel soja som proteinkilde, med lucerne, rajgræs og kløver (Tabel 2). Fælles for disse forsøg er, at ændret proteinkilde ikke har betydning for kødkvaliteten, idet de teknologiske kvalitetsegenskaber samt sensoriske bedømmelser kun påvirkes i ringe eller slet ingen grad. Der observeres dog i flere tilfælde en ændring i fedtsyreprofilen i kødet. Dette kan potentielt ændre på kvalitetsegenskaberne af kødet, både i positiv og negativ retning.

I litteraturgennemgangen er der også inkluderet en gennemgang af forsøg med sammenligning mellem konventionelt og økologisk produceret kyllinger (Tabel 3), idet man må antage at økologiske kyllinger dækker en større del af deres protein indtag ved "græsprotein" kontra konventionelt producerede kyllinger. I disse studier er indtrykket også, at græsprotein i ingen eller kun ringe grad påvirker kødets kvalitetsegenskaber. Et meta-studie, der sammenligner egenskaber ved kød fra konventionelle kyllinger kontra økologiske, finder at økologisk kyllingekød har signifikant mindre mættet fedt (SFA) og monoumættet fedt (MUFA), mens der er mere polyumættet fedt (PUFA) (Srednicka-Tober et al, 2016).

Tabel 2. Effekt af ændring af proteinkilde mod grønt protein for kødkvaliteten af slagtekyllinger.

Foder kilde	Foder behandling	Ekperimentelle betingelser	Performance	Kødkvalitet	Ref
Kløver	Juice fra bladfraktion presset med skruepres. Proteiner fældet med damp (75-80 C)	Erstatter ca. 50% af Soya mel in foderet fra dag 1 til slagtning (efter 8 uger)	Lavere foderudnyttelse (kg foder per kg kropsvægt øgning)	Ikke opgivet	Szymczak et al, 1996
Rajgræs	Juice fra bladfraktion presset med skruepres. Proteiner fældet med damp (75-80 C)	Erstatter ca 50% af Soya mel in foderet fra dag 1 til slagtning (efter 8 uger)	Ingen signifikant forskel	Ikke opgivet	Szymczak et al, 1996
Guinea græs ( <i>Panicum maxicum</i> )	Sol tørret og formalet	Udgjorde 0% af samlet foder fra dag 27; 2% fra dag29; 4% fra dag 31; 6% fra dag 33; 8% fra dag 35 og 10% fra dag 37.	Ingen signifikant forskel på tilvækst og FCR over den samlet periode.	Farve, lugt, tekstur og smag var ikke påvirket (sensorisk panel)	Atapattu and Silva 2016
Cikorie	frisk	0, 5, 8 og 10% af fodret fra uge 16 til slagtning (uge 28) af Beijing-you kyllinger	Ingen effekt på slutvægt og ADG. Øget mortalitet ved 8 og 10%	Ingen effekt på udbytte, tørstof, rå protein i bryst og lår. Lavere abdominal fedt.	Zheng et al, 2019
Lucerne	tørret	100, 75 og 50% Ad libitum fodring, 75 og 50% havde adgang til Ad libitum lucerne. Kumulativt indtag ca. 1 kg for 75% gruppen og 2,5 kg for 50% gruppen	Slagte alder; 35 dage for 100%, 56 dage for 75 og 50 %.	Ingen effekt på pH, vandbinding og tørstof i bryst. Sensorisk panel fortrak 100 og 75 % gruppen mest.	Ponte et al 2003
Italiensk rajgræs ( <i>Lolium multiflorum</i> ) Og kløver ( <i>Trifolium michelianum</i> )	Tørret. Pelleteret (65-70 C)	0, 5 og 10% af foderet fra dag 6 til 34 ad libitum.	Ingen effekt på kropvægt. Lavere dagligt tilvækst og 10% havde større FCR	Lavere slagtekrop (for 10%). Ingen effekt på tørstof, fedt, protein og pH. 10% havde mindre indhold af SFA, MUFA og større PUFA i brystmuskel.	Mourano et al, 2007
Lucerne (M. sativa)	Formalet	0, 5, 8 og 10% lucerne inkorporeret i basal foderet ad libitum for 56 dage	Lavere FCR i 5% sammenlignet med de andre. Lavere mortalitet med lucerne fodring. Mindre abdominal fedt med lucerne.	Ændret aminosyre sammensætning i brystmuskel. Ingen effekt på rå protein og tørstof i muskel og lår	Zheng et al, 2019 98:2250-2259
Italiensk rajgræs ( <i>Lolium multiflorum</i> ) og kløver ( <i>Trifolium michelianum</i> )	Tørret, pelleteret	Med eller uden ad libitum adgang til græs/kløver til slagtning (dag 28)	Højere tilvækst efter 7 og 14 dage. Samme slut vægt. Lavere FCR ved græs/kløver	Ændret fedtsyre sammensætning i brystmuskel	Ponte et al, 2008



Tabel 3. Effekt af ændring af produktionssystem (konventionel versus økologisk produktion) for kødkvaliteten af slagtekyllinger.

Foder	Ekperimentelle betingelser	Performance	Kødkvalitet	Ref
Strand svingel ( <i>Festuca arundinaceus</i> ) og Hundetandsgræs ( <i>Cynodon dactylon</i> ) samt bælgplanter og forbs.	Adgang til udeareal	Ingen effekt på slagtevægt samt udbyttet af bryst, vinge og lår	Ingen effekt på pH, farve, tekstur, kogesvind, tørstof, fedt (%), protein (%) samt fedtsyre profil.	Woo-ming et al 2018
?	Konventionel vs Økologisk (adgang til græs)	Økologisk havde lavere slagtevægt og foderudnyttelse, samt abdominal fedt.	Økologisk havde større brystmuskler og lår. Lavere ultima pH og vand binding, samt større kogesvind og shear force i brystmuskel . I lår var ultima pH og vand binding mindre, samt højere kogesvind. Højere shear force. Ændret fedt syre sammensætning i både bryst og lår.	Castellini et al, 2002
?	Konventionel vs Økologisk		Bedre sensorisk evaluering af økologisk vs. konventionel	Horsted et al, 2011
?	Konventionel vs Økologisk		Højere vandbinding og lavere shear force hos økologisk sammenlignet med konventionel. Ingen forskel i sensorisk bedømmelse. Ændret fedtsyre sammensætning.	Kim et al, 2009
	Konventionel vs Økologisk i både en langsomt og hurtig voksende genotype	Højere vægt, slagtekropsvægt og lår hos konventionelle kyllinger af den hurtigvoksende genotype. Større brystmuskel hos økologiske hurtigvoksende kyllinger. Ingen forskel for langsomt voksende kyllinger.	Laver pH 15 min post-mortem in konventionelle sammenlignet med økologiske i både bryst og lår. Højere tørstof indhold i bryst muskel fra økologisk sammenlignet med konventionel. Ændret fedtsyre sammensætning.	Cömert et al 2016
?	Kommercielt tilgængeligt bryst og lår kød fra konventionelle, fritgående og økologiske kyllinger		pH i brystmuskel højere i økologiske sammenlignet med konventionel og fritgående. pH højeste i lår fra konventionelle og økologiske sammenlignet med fritgående. Højere protein indhold i økologisk og fritgående sammenlignet med konventionelt. Ændret fedtsyre sammensætning. Sensorisk bedømmelse, ingen forskel i brystmuskler, mens lår havde bedre mørheds score i konventionel sammenlignet med økologisk og fritgående.	Husak et al, 2008
?	Brystkød indsamlet på slagteri fra hhv. konventionelle, fritgående og økologiske kyllinger	Højere udbytte af brystmuskel ved konventionelt og fritgående sammenlignet med økologisk.	Laver ultimativ pH ved fritgående og økologisk sammenlignet med konventionelt. Ændret farve af kødet. Kød fra konventionelle kyllinger blev bedømt bedre end fritgående og økologisk af sensorisk panel.	Brown et al, 2008

### 3.3 Græs-baseret protein til slagtesvin – effekt på kød- og spisekvalitet

Den eksisterende litteratur om græsproteins effekt på kødkvaliteten hos svin er sparsom (Tabel 4). Dog findes der en del litteratur, hvori man sammenligner kød fra konventionelt vs. økologisk eller konventionelt vs. frilands producerede svin. Dette er relevant at inddrage, da man må antage, at en del af foderet er udskiftet med alternative proteinkilder. Dette er dog kun angivet i enkelte tilfælde. I forsøg, der under kontrollerede forhold undersøger kødkvaliteten ved erstatning af soja protein med eksempelvis lucerne og kløver observeres ingen eller meget lille effekt på de teknologiske og sensoriske kødkvalitetsegenskaber.

I forsøg, hvor økologiske eller frilands svin er sammenlignet med konventionel produktion, er der i overensstemmelse med de mere kontrollerede forsøg fundet lille eller ingen effekt på teknologiske eller sensoriske kvalitetsegenskaber af kødet. I enkelte tilfælde ses der en effekt, men der er ikke en klar trend, der peger på enten positive eller negative effekter.

Den største effekt af at ændre på foderets sammensætning synes at være en ændring af fedtsyresammensætningen i kødet. En meta-analyse af indvirkningen af økologisk produktion på fedtsyresammensætningen i kødet hos svin, viste at økologisk produktion mindskede mængden af MUFA, øgede andelen af PUFA, mens SFA er uændret (Srednicka-Tober et al, 2016).

Ornelugt er en vigtig parameter når forbrugeren bedømmer kvaliteten af svinekød. Ornelugt skyldes en akkumulering af skatol og tildels androstenon i fedtet og dermed kødet hos ikke kastrerede hangrise (Rasmussen and Zamaratskaia, 2013). Flere fodermidler, inklusiv lupin, er igennem tiderne evalueret for deres evne til at nedbringe akkumuleringen af skatol og androstenon. Fælles for disse er, at de ikke påvirker tilstedeværelsen af ornelugt i negativ retning, tværtimod (Smith et al., 2013; Rasmussen et al. 2012; Jensen et al. 2014). Der er ikke fundet resultater, der viser effekten af kløvergræs-protein på ornelugt.

Tabel 4. Effekten af ændring af foder eller produktionsmetode på kødkvaliteten af slagtesvin

Foder kilde	Eksperimentelle betingelser	Kødkvalitet	Reference
Soya erstattet med solsikke, majs, hestebønner, lucerne og kartoffelprotein.		Ingen forskel i de rå skinkemusklér eller tørret skinker, mht. fedtsyrer sammensætning eller sensorisk bedømmelse	Mordenti et al, 2009
Soya erstattet med solsikke, majs, hestebønner, lucerne og kartoffelprotein.		Ingen forskel i pH, farve, protein, total fedt og fedtsyresammensætning.	Mordenti et al, 2012
Soya erstattet af hestebønner og lupin		Højere intra-muskulær fedt i longissimus dorsi	Sundrum et al, 2011
Kommercielt tilgængeligt græsfoder ( <i>Avena sativa</i> * <i>Vicia villosa</i> * <i>Trifolium suaveolens</i> * <i>Lolium perenne</i> )	75 eller 50% af standard fodring erstattet af ad libitum adgang til græsfoder.	pH ved 45 min var højere med græsfoder, mens der ingen forskel var i ultimativ pH.	Silva et al, 2007
Oliventræsblade (Tørret og formalet)	Tilsat 0, 5 eller 10% i foderet	10% havde lavere dryptab, eller ingen signifikante forskelle i pH, kogesvind eller farve. Ingen effekt på fedtsyresammensætningen.	Paiva-Martines et al, 2009
?	Konventionel vs økologisk	Ingen effekt på pH, farve eller dryptab. Mere intra-muskulært fedt i økologiske grise.	Prevolnik et al, 2011
?	Konventionel vs økologisk	Ingen effekt på pH, dryptab og farve	Millet et al, 2005
?	Konventionel vs økologisk	Ingen effekt på farve. Ændret fedtsyresammensætning	Karwowska og Dolatowski, 2013
?	Konventionel vs økologisk	Økologiske skinke og mørbrad havde lavere pH efter 24 timer, Højere dryptab og lavere intra-muskulært fedt sammenlignet med konventionel. Ingen forskel i shear force.	Millet et al, 2004
?	Konventionel vs økologisk	Ingen forskel i intra-muskulær fedt. Ændret fedtsyresammensætningen	Högberg et al, 2003
?	Konventionel vs økologisk	Ingen effekt på pH, dryptab og farve.	Millet et al, 2005
?	Konventionel vs økologisk med eller uden adgang til ad libitum byg/cærte ensilage eller kløver/græs ensilage	Ensilage fodret havde laver intra-muskulær fedt. Ingen forskel i pH, dryptab og farve. Ændret fedtsyresammensætning. Kød fra ensilage fodrede grise blev bedømt til mere syrlig lugt, mindre kødsmag, mere hårdhed og mindre mørhed.	Hansen et al, 2006
?	Konventionel, fritgående og økologisk	Ændret fedtsyresammensætning	Oliveira et al, 2015
Agern og græs (oats ( <i>Avena sativa</i> ), vikke ( <i>Vicia villosa</i> ), og kløver ( <i>Trifolium subterraneum</i> ))	Konventionelle vs fritgående med adgang til agern og græs (agro-forestry) i slutperioden	Ingen effekt på protein indhold og intra-muskulært fedt. Fritgående havde højere ultimativ pH, dryptab og lavere shear force. Forskel i farve. Ingen forskel i sensorisk bedømmelse af kødet.	Almeida et al, 2018
Agern og græs	Konventionelle vs fritgående med adgang til agern og græs	Tørret skinker fra fritgående havde højere intra-muskulært fedt indhold. Ændret fedtsyresammensætning og farve. Fritgående fik bedre sensorisk bedømmelse	Cava et al, 2000
?	Konventionel vs fritgående	Højere ultimativ pH i semimembranosus fra fritgående, ingen forskel i biceps femoris, longissimus dorsi og semispinalis capitis	Barton-Gade, 2008
Kløver/græs	Givet som enten frisk eller ensilage	Dårligere sensorisk bedømmelse ved kløver/græs fodring mht. mørhed, hårdhed og syrlig smag.	Danielsen et al, 1999

## 4. Resultater fra forsøg gennemført på Aarhus Universitet

Der er de seneste 10 år gennemført flere forsøg med slagtekyllinger og slagtesvin på Aarhus Universitet (AU), hvor græs er indgået i foderet, og hvor der er lavet kød- og spisekvalitetsanalyser på kødet fra disse dyr i samarbejdsprojekter mellem Institut for Husdyrvidenskab, Institut for Agroøkologi og Institut for Fødevarer. I dette afsnit præsenteres resultater fra fire forsøg, to med slagtesvin og to med slagtekyllinger. Der er tale om nye resultater, som endnu ikke har været i peer review, der vil derfor ved senere publicering kunne forekomme ændringer. I to af forsøgene er der lavet dosis-responsforsøg med stigende mængder af kløvergræs-protein til henholdsvis slagtesvin (SuperGrassPork og GreenPork) og slagtekyllinger (Multiplant). I forsøget med slagtesvin er der lavet både kød- og spisekvalitets undersøgelse. I forsøget med slagtekyllinger er der lavet undersøgelser på fedtsyre-sammensætningen. For at supplere disse resultater præsenterer vi også resultaterne fra et økologisk projekt (Markedsdrevet, højværdi økologisk kødproduktion med robuste dyr (SUMMER)), hvor der både var en arbejdsplanke med produktion af slagtesvin (AP2) og en med produktion af slagtekyllinger (AP1), og hvor der blev lavet både kød- og spisekvalitets analyser på kødet fra de to dyrearter i en tredje arbejdsplanke (AP5). I dette projekt blev der for både slagtesvin og slagtekyllinger testet fodringsstrategier som stimulerede til et øget foderoptag via direkte fouragering på græs og grønne urter, til sammenligning med standard fodring på friland. Resultaterne her kan derfor anvendes til at indikere eventuelle effekter af øget græs indtag på kød- og spisekvaliteten.

### 4.1 Projekter med slagtekyllinger

#### 4.1.1 Multiplant - Slagtekyllingeforsøg

I projektet MultiPlant blev der gennemført et produktionsforsøg med tildeling af stigende mængder bioraffineret kløvergræs ekstrakt til slagtekyllinger. I projektet blev effekten af kløvergræs ekstraktet på fedtsyresammensætningen i brystfileten undersøgt.

##### 4.1.1.1 Materialer og metoder

Kløvergræsprotein ekstraktet blev udtrukket af en afgrøde med almindelig rajgræs (*Lolium perenne*, L.), hybrid rajgræs (*Lolium x boucheanum*), hvidkløver (*Trifolium repens*, L.) og rødkløver (*Trifolium pretense*, L.) (ForageMax42, DLF Seed & Science) høstet i juni 2016. Det høstede kløvergræs blev presset gennem en skruepresse for at opnå en grøn juice og en fiber pulp fraktion. Den grønne juice blev fermenteret med mælkesyre bakterier for at udfælde proteinet, som efterfølgende blev separeret ved centrifugering og endelig frysetørret før det indgik i foderblandinger til slagtekyllingerne. Indholdet af råprotein var 36,2% i kløvergræs-proteinekstraktet.

Et forsøg med 640 slagtekyllinger (CYJA57) blev gennemført på Forskningscenter Foulum, AU. Kyllingerne blev indsat i forsøg 1 dag gamle og blev fordelt i 16 bokse med 40 kyllinger i hver og tildelt kommerciel økologisk starterfoder. Efter 10 dage blev hver boks yderligere opdelt i to stier, og én kylling fra hver sti blev mærket for at følge denne med hensyn til produktion og prøvetagning af brystfilet efter slagtning. Fra 12 dage gamle blev forsøgsfoderet tildelt til kyllingerne med 0, 8, 16 eller 24% kløvergræsprotein ekstrakt, svarende til 0, 13, 26, og 39% af total råprotein i forsøgsfoderet. Foderblandingerne var optimeret i forhold til anbefalinger fra

avlsselskabet Hubbard og følger lovgivning om økologisk produktion. Indholdet af alfa-tokoferol i de fire foderblandinger var 38,8 mg/kg, 46,3 mg/kg, 53,4 mg/kg og 65,3 mg/kg for henholdsvis 0, 8, 16 og 24% blandingen, mens gamma-tokoferol lå på 32,8 mg/kg, 30,0 mg/kg, 30,3 mg/kg og 29,3 mg/kg. For lutein var indholdet 2,51 mg/kg, 11,6 mg/kg, 19,7 mg/kg og 31,5 mg/kg for 0, 8, 16, og 24 % foderet.

De 32 stier blev tilfældigt fordelt på de fire forskellige foderblandinger, med 8 gentagelser af hver med hver 20 kyllinger. Kyllingerne havde fra dag 8 også adgang til hvede, som udgjorde 5% fra dag 8 til 33% af foderindtaget ved dag 29 og herefter uændret til slagtning. Ved dag 57 blev de mærkede kyllinger slagtet, og brystfileten udtaget, frosset ved -20°C indtil analyse for fedtsyresammensætning (Bligh & Dyer, 1959; Jensen & Nielsen, 1996; Petersen & Jensen, 2014) og indhold af vitaminer (Jensen, 1994; Jensen et al. 1998). Analyserne er foretaget på i alt 32 kyllinger, 8 gentagelser pr. foderblanding. Dødeligheden under forsøget lå på 1.4% fordelt på alle fodertyper.

#### 4.1.1.2 Statistisk analyse

Produktionsresultaterne og fedtsyresammensætningen blev analyseret med envejs variansanalyse med GLM proceduren i SAS, med foder som faktor og Tukeys korrektion for flere sammenligninger. Der er 8 gentagelser per foderblanding, hvor den eksperimentelle enhed for produktionsresultaterne er sti og for fedtsyresammensætningen er kylling. Resultaterne er præsenteret som LSMMeans med standard error of means (SEM), og  $P < 0,05$  vurderes som signifikant.

#### 4.1.1.3 Resultater

Slagtekyllingernes vægt, tilvækst, foderindtag og foderudnyttelse ved stigende mængder kløvergræsproteinprodukt i foderrationen ses i tabel 5. Tildeling af kløvergræsprotein påvirkede kyllingernes foderoptagelse og tilvækst negativt, og dermed også vægten ved slagtning og foderudnyttelsen i forsøgsperioden. Ved mere end 8% kløvergræsproteinprodukt i foderrationen var der en lavere daglig tilvækst og en dårligere foderudnyttelse.

Tabel 5. Vægt ved slagtning, foderoptagelse, daglig tilvækst og foderudnyttelse fra dag 16 til slagtning (d 57) hos slagtekyllinger fodret med stigende mængder kløvergræsproteinprodukt

% Kløvergræsprotein i foder	0	8	16	24	SEM	P-værdi
Vægt d10 (g/kylling)	161	166	163	165	2,01	0,30
Vægt ved slagtning (g/kylling)	2367 <sup>a</sup>	2389 <sup>a</sup>	2188 <sup>b</sup>	2017 <sup>c</sup>	25,4	<b>0,001</b>
Gns. daglig foderindtag d 16-57 (g/d)	114 <sup>a</sup>	118 <sup>a</sup>	112 <sup>ab</sup>	106 <sup>b</sup>	1,73	<b>0,001</b>
Daglig tilvækst d16-57 (g/d)	49,8 <sup>a</sup>	50,2 <sup>a</sup>	45,7 <sup>b</sup>	41,8 <sup>c</sup>	0,56	<b>0,001</b>
Foderudnyttelse d16-57, kg/kg tilv.	2,29 <sup>c</sup>	2,34 <sup>bc</sup>	2,45 <sup>ab</sup>	2,55 <sup>a</sup>	0,03	<b>0,001</b>

<sup>a,b,c</sup> LSMMeans (n=8) med forskelligt bogstav er signifikant forskellige ( $P < 0,05$ )

Tabel 6. Fedtsyresammensætning (g/kg fedtsyrer) og indhold af vitaminer/karotenoider (mg/kg) i brystfilet fra slagtekyllinger fodret med stigende mængder kløvergræsprotein

% græsprotein i foder	0	8	16	24	SEM	P-værdi
Fedtsyre sammensætning g/kg						
fedtsyrer						
C14:0	4,00	4,19	3,73	3,89	0,16	0,25
C16:0	245	246	239	241	4,02	0,52
C18:0	82,9	85,3	86,6	82,8	2,91	0,75
C18:1n-9	262	245	241	264	12,7	0,50
C18:2n-6	217	221	218	214	7,28	0,91
C18:3n-3	13,5 <sup>b</sup>	17,6 <sup>a</sup>	19,9 <sup>a</sup>	24,2 <sup>a</sup>	2,50	<b>0,04</b>
C20:4n-6	51,9	52,1	60,3	46,5	5,23	0,33
C20:5n-3 (EPA)	4,07	5,25	5,28	5,83	0,59	0,22
C22:5n-3 (DPA)	13,9	17,8	21,3	20,4	1,93	<b>0,05</b>
C22:5n-6	12,5	11,8	12,2	9,46	1,19	0,27
C22:6n-3 (DHA)	10,9 <sup>b</sup>	14,0 <sup>a</sup>	17,7 <sup>a</sup>	14,7 <sup>a</sup>	1,62	<b>0,05</b>
SFA <sup>x</sup>	336	341	334	332	5,84	0,78
MUFA <sup>x</sup>	298	276	265	292	15,4	0,45
PUFA <sup>x</sup>	338	357	375	352	12,4	0,23
n-6 PUFA	295	301	309	285	10,4	0,43
n-3 PUFA	43,6 <sup>c</sup>	56,0 <sup>b</sup>	66,6 <sup>a</sup>	67,4 <sup>a</sup>	2,58	<b>0,001</b>
n-6/n-3	6,86 <sup>a</sup>	5,39 <sup>b</sup>	4,66 <sup>c</sup>	4,25 <sup>c</sup>	0,19	<b>0,001</b>
Total FA <sup>y</sup> (g/kg DM)	7,47	6,60	5,99	7,11	0,77	0,56
Iodtal (g/100 g fedt)	108	111	117	112	2,28	0,08
Vitamin/carotenoid <sup>z</sup>						
Alfa-tocopherol	3,04 <sup>a</sup>	1,84 <sup>b</sup>	1,64 <sup>b</sup>	1,79 <sup>b</sup>	0,18	<b>0,001</b>
Gamma-tocopherol	0,47 <sup>a</sup>	0,28 <sup>b</sup>	0,23 <sup>b</sup>	0,20 <sup>b</sup>	0,03	<b>0,001</b>
Lutein	0,14 <sup>b</sup>	0,35 <sup>a</sup>	0,45 <sup>a</sup>	0,49 <sup>a</sup>	0,03	<b>0,001</b>

<sup>a,b,c</sup> LSM means (n=8) med forskelligt bogstav er signifikant forskellige (P<0,05)

<sup>x</sup> SFA: Mættet fedt, MUFA: Monumættet fedt, PUFA: Polyumættet fedt

<sup>y</sup>FA: Fedtsyrer

<sup>z</sup>mg/kg

Fedtsyresammensætningen i brystfilet fra slagtekyllinger fodret med stigende mængder kløvergræsprotein i foderet blev markant ændret med hensyn til indholdet af n3-PUFA (tabel 6). Andelen af  $\alpha$ -linolensyre (C18:3n3) stiger med stigende mængder af kløvergræsprotein, og tilsvarende mønster ses for DPA og DHA. Det betyder også at der er en stigning i n3-PUFA med 150% fra 0 til 24% kløvergræsprotein i foderet og et samtidigt fald i n6-n3 forholdet med stigende mængde kløvergræsprotein. Samlet set er der dog ingen ændring i mængden af MUFA og PUFA, hvorfor der ikke er fundet en forskel i jodtallet.

Mængden af alfa-tokoferol og gamma-tokoferol falder i kødet allerede fra 0-8% kløvergræsprotein, og er ikke forskellig mellem de tre niveauer af kløvergræsprotein (tabel 6). Samme mønster ses for Lutein, som dog øges ved fodring med kløvergræsprotein, men der er ikke forskel mellem de tre niveauer af kløvergræsprotein.

#### 4.1.2 Markedsdrevet, højværdi økologisk kødproduktion med robuste dyr (SUMMER) – arbejdsplan 1 og 5

I GUDP projektet blev et forsøg med slagtekyllinger på friland gennemført i 2012 på Forskningscenter Foulum, AU. Forsøget og dele af resultaterne er beskrevet af Steinfeldt og Horsted (2013) og dele af kødkvalitetsresultaterne af Therkildsen et al. (2013).

##### 4.1.2.1 Materialer og metoder

To slagtekyllingetyper er testet her: JA757 (traditionel dansk økologisk slagtekylling) og T851 (fransk slagtekylling). Slagtekyllingerne (høner) havde enten fri adgang til økologisk standard foder samt hel hvede (HP), eller fri adgang til en blanding af ærter, raps og lupin samt hel hvede, hel havre og kridt i separat silo (LP). Alle slagtekyllingerne gik i parceller tilsået med rajgræs og urter (12 m<sup>2</sup> pr kylling). Slagtekyllingerne som blev fodret med standard foder, blev slagtet 90 dage gamle (HP). Slagtekyllingerne på LP foder blev ved 90 dage fordelt på to grupper i forhold til slutfodring enten 2 eller 4 uger med økologiske standard foder + hel hvede. LP4 blev fodret 4 uger med økologisk standard foder, LP2 fortsatte ved 90 dage på LP foder i yderligere 2 uger, hvorefter de blev fodret de sidste 2 uger med økologisk standard foder før slagtning ved dag 117. Det blev i projektet prioriteret at slagte kyllingerne ved en sammenlignelig vægt frem for samme alder, derfor er både forskel i fodring og alder for HP sammenlignet med LP kyllingerne. Alle slagtekyllinger er slagtet på Sødam Fjerkræslagteri, og 24 timer efter slagtning (post mortem – PM) er der udtaget prøver fra slagtekyllingerne på Forskningscenter Foulums slagteri. Der er målt kødkvalitetsegenskaber og lavet sensorisk bedømmelse af brystfileten (*M. pectoralis major*). pH er målt med PHM201 pH meter (Radiometer, Danmark) med en Metrohm probe type glass elektrode WOC (Metrohm, Switzerland). Dryttab er målt over 48 timer efter udtag af prøve fra brystfilet som blev placeret i salmonellarør som beskrevet af Young et al. (2004). Farven af skindet målt med Minolta Chroma Meter CR-300 (Osaka, Japan) kalibreret mod en hvid plade ( $L^* = 92,30$ ,  $a^* = 0,32$  og  $b^* = 0,33$ ) med 3 gentagne målinger, og farven af kødet er tilsvarende målt med Minolta efter 1 times blooming med 3 gentagne målinger. Brystfilet til teksturmåling samt til sensorisk bedømmelse blev vakuumpakket, frosset ved -20°C indtil teksturbestemmelse jævnfør metode beskrevet i Hansen et al. (2006) med opvarmning af kødet til 72°C i vandbad eller sensorisk bedømmelse. Prøver til fedtsyrebestemmelse og måling af TBARS blev udskåret fra brystfilet og frosset ved -20°C. Fedtsyreanalyse blev gennemført ifølge Jensen (2008). Prøver til TBARS blev udskåret i strimler af 0,5 cm tykkelse og 2 cm længde (duplikat) og placeret i plastik bakker, dækket med polyethylen film, og placeret ved 5°C±1°C med lyskilde (~1000 LUX). Der blev udtaget prøve efter 0 og 6 dages eksponering for lys. Udviklingen af oxidations produkter i prøverne blev målt med TBARS test (Botsoglou et al. 1994) og udtrykkes som mg MDA/kg kød. Den sensoriske bedømmelse blev gennemført af Teknologisk Institut (Tåstrup, Danmark) med et trænet smagspanel ifølge ASTM-MNL 13, ISO 4121 og ISO 13299. Dommerne (8 stk.) vurderede kødet på en ustruktureret skala fra 0 (lidt) - 15 (meget). Brystfilet var optøet i 18 timer ved 4°C og blev derefter tilberedt i forvarmet ovn ved 150°C til en centrums temperature på 72-75°C.

##### 4.1.2.2 Statistisk analyse

Data er analyseret med Proc Mixed i SAS med variablerne foderstrategi (HP, LP4 og LP2) og genotype (JA757 og T851) og interaktionen mellem foderstrategi og genotype. Data er præsenteret som LSMMeans samt standard error of means (SEM) for foderstrategi, da der i langt de fleste tilfælde ikke var nogen signifikant



vekselvirkning mellem foderstrategi og genotype. Hvor dette er tilfældet er det markeret i tabellerne.  $P < 0,05$  vurderes som signifikant.

#### 4.1.2.3 Resultater vedr. SUMMER slagtekyllinger

Slagtekyllingerne der fik tildelt ærter, raps og lupin som proteinblanding (LP) foretrak hel hvede frem for proteinblandingen. Hel hvede udgjorde således 51-89% af det registrerede foderindtag ved LP kyllingerne mod 8-47% ved HP kyllingerne fra indsættelse 28 dage gamle til dag 90. Derudover blev det registreret at LP kyllingerne var væsentlige mere aktive i fouragering på arealet, dvs. det forventes at LP kyllingerne har optaget væsentlige mængder af græsser og urter til at dække deres næringsstofforsyning (Steenfeldt et al. 2014).

Denne forskel i foderoptag gav anledning til forskelle i slagtevægten for JA757 kyllingerne, hvor kyllingerne på standardfoder var væsentlig tungere end LP kyllingerne, selvom de blev fodret med standard foder enten 4 uger eller 2 uger før slagtning (tabel 7). I modsætning til dette var der ingen forskel mellem T851 kyllingerne i slagtevægt, når LP kyllingerne var blevet 4 uger ældre og var slutfodret i enten 4 eller 2 uger på standardfoder. LP JA757 kyllinger, der kun var på standard foder i 2 uger havde højere slut pH og et større dryptab end de øvrige strategier (tabel 7).

Tabel 7. Slagte- og kødkvalitet af slagtekyllinger på friland fodret med økologisk standard foder (HP) eller lokalt protein, helt korn og slutfodret enten 2 (LP2) eller 4 uger (LP4) med økologisk standard foder

Foderstrategi	HP	LP4	LP2	SEM	P-værdi
Antal kyllinger	16	16	16		
Vægt af kyllinger, g <sup>u</sup>					
JA757	2827 <sup>a</sup>	2292 <sup>b</sup>	2248 <sup>b</sup>		
T851	1618 <sup>c</sup>	1601 <sup>c</sup>	1555 <sup>c</sup>	61,1	<b>0,001</b>
pH 24 timer PM <sup>y</sup>	5,82 <sup>b</sup>	5,83 <sup>b</sup>	5,95 <sup>a</sup>	0,032	<b>0,017</b>
Dryptab <sup>x</sup>	1,46	1,56	2,01	0,200	0,123
Farve skind					
L <sup>*</sup>	61,54	63,21	63,64	0,688	0,087
a <sup>*y</sup>	1,52	2,19	1,62	0,360	0,373
b <sup>*z</sup>	15,88	17,10	14,58	0,994	0,214
Farve bryst					
L <sup>*</sup>	57,46	59,29	58,06	0,683	0,166
a <sup>*</sup>	0,983	1,23	0,95	0,222	0,623
b <sup>*</sup>	7,58 <sup>b</sup>	11,30 <sup>a</sup>	12,43 <sup>a</sup>	0,726	<b>0,001</b>
Konsistens, dag 1, N	16,5 <sup>a</sup>	12,7 <sup>b</sup>	11,9 <sup>b</sup>	0,57	<b>0,001</b>

<sup>a,b,c</sup>LSMeans med forskelligt bogstav er signifikant forskellige ( $P < 0,05$ )

<sup>u</sup> Genotype \* foderstrategi vekselvirkning på slagtevægt. JA757 HP kyllinger var tungere end LP kyllinger slutfodret enten 2 eller 4 uger, men dette var ikke tilfældet for T851 kyllinger.

<sup>y</sup> Genotype \* foderstrategi vekselvirkning. JA757 LP2 kyllinger har højere pH end øvrige foder strategier, Dette gælder ikke for T851 kyllinger.

<sup>x</sup> Genotype x foderstrategi vekselvirkning. JA757 LP2 kyllinger har højere dryptab end de to øvrige foderstrategier, ingen forskel hos T851.

<sup>y</sup> Genotype x foderstrategi vekselvirkning. T851 LP2 kyllinger er mere røde i skindet end HP kyllinger, LP4 er ind i mellem. Ingen signifikant forskel mellem JA757 kyllinger

<sup>z</sup> Genotype x foderstrategi vekselvirkning. T851 LP2 kyllinger er mindre gule end de øvrige behandlinger. Ingen forskel hos JA757

En markant effekt af foderstrategierne kunne ses på farven af brystfileten, hvor kyllinger som var fodret med LP protein var mere gule end kyllingerne på standard foder (HP) (Tabel 7). Denne forskel på 4-5 enheder vil kunne ses af en forbruger. Farven på de to genotyper var også forskellig, således var  $b^*$  værdien 7,91 og 12,97 for hhv. JA757 og T851 på brystfilet. Overraskende var der ikke forskel i gulheden af skindet mellem JA757 kyllingerne, og skindet var mindst gult ved T851 kyllinger fodret kortest tid på standard foder (LP2). LP strategierne resulterede også i et lavere konsistenstal for brystfilet sammenlignet med HP kyllingerne, dvs. kødet var mindre sejt (Tabel 7).

I tabel 8 er fedtsyresammensætningen af brystfilet præsenteret for de tre foderstrategier. Der var kun mindre forskelle i sammensætningen, men kyllinger på LP2 strategien har mere palmitinsyre (C16:0) sammenlignet med HP strategien, mindre C14:0 og linolsyre (C18:2). LP4 strategien resulterede i mere linolensyre (C18:3n-3) men mindre C20:3n-6 end LP2 kyllingerne, hvor HP kyllingerne lå midt imellem. Disse forskelle resulterede i at n6/n3 forholdet var mindre for LP2 kyllinger end for de to andre strategier, og at der var stigende mængde mættet fedt jo kortere tid kyllingerne var blevet fodret med standardfoder. Der var ingen forskel i mængden af umættet fedt eller i jodtallet for de tre strategier. Tilsvarende ses der heller ikke forskelle i udvikling i oxidation i brystfilet (Tabel 9). Mængden af TBARS stiger fra dag 0 til 6 dages eksponering for lys, men der er ikke forskelle i behandlingerne.

Tabel 8. Fedtsyresammensætning af brystfilet fra slagtekyllinger på friland fodret med økologisk standard foder (HP) eller lokalt protein, helt korn og slutfodret enten 2 (LP2) eller 4 uger (LP4) med økologisk standard foder

Foderstrategi	HP	LP4	LP2	SEM	P-værdi
Fedtsyre % af fedtsyrer					
Antal kyllinger	16	16	16		
C14:0 <sup>x</sup>	0,78 <sup>a</sup>	0,44 <sup>b</sup>	0,51 <sup>b</sup>	0,047	<b>0,001</b>
C16:0	22,36 <sup>c</sup>	23,11 <sup>b</sup>	24,65 <sup>a</sup>	0,200	<b>0,001</b>
C16:1w9	0,35	0,42	0,44	0,027	0,063
C16:1w7	1,48	1,60	1,65	0,136	0,680
C18:0	8,42	8,76	8,46	0,134	0,154
C18:1n-9	27,83	27,28	27,15	0,760	0,799
C18:1t11 (vaceen)	2,87	2,99	3,09	0,078	0,143
C18:2	16,96 <sup>a</sup>	17,09 <sup>a</sup>	15,24 <sup>b</sup>	0,362	<b>0,001</b>
C18:3n-6	1,38	1,23	1,42	0,074	0,175
C18:3n-3	1,30 <sup>ab</sup>	1,53 <sup>a</sup>	1,12 <sup>b</sup>	0,101	<b>0,024</b>
C20:1	0,21	0,25	0,23	0,010	0,101
C20:2 <sup>y</sup>	0,34	0,36	0,33	0,021	0,574
C20:4	8,15	7,64	7,58	0,438	0,604
C20:5	0,52	0,51	0,61	0,043	0,175
C20:3n-6	0,75 <sup>ab</sup>	0,66 <sup>b</sup>	0,80 <sup>a</sup>	0,035	<b>0,030</b>
C22:5n-6	1,32	1,22	1,25	0,072	0,600
C22: 5n-3	2,38	2,47	2,73	0,148	0,236
C22:6n-3	2,54	2,36	2,66	0,154	0,394
n6 sum	28,89	28,19	26,62	0,670	0,059
n3 sum	6,74	6,87	7,12	0,226	0,483
n6/n3	4,37 <sup>a</sup>	4,15 <sup>a</sup>	3,78 <sup>b</sup>	0,104	<b>0,001</b>
SFA	31,56 <sup>c</sup>	32,32 <sup>b</sup>	33,63 <sup>a</sup>	0,225	<b>0,001</b>
MUFA	32,76	32,54	32,56	0,876	0,981
PUFA	35,62	35,06	33,73	0,827	0,264
% fedt i ts	0,88	1,05	0,89	0,061	0,105
Jodtal g/100g fedt	122	120	118	1,93	0,426

<sup>a,b,c</sup>LSMeans med forskelligt bogstav er signifikant forskellige (P<0,05)

<sup>x</sup> Genotype \* foderstrategi vekselvirkning T851 LP2 kyllinger ikke forskellig fra HP

<sup>y</sup> Genotype \* foderstrategi vekselvirkning, JA757 LP4 kyllinger har mere C20:2 end HP kyllinger, hos T851 ses ikke denne forskel,

Tabel 9. Oxidation i brystfilet fra slagtekyllinger på friland fodret med økologisk standard foder (HP) eller lokalt protein, helt korn og slutfodret enten 2 (LP2) eller 4 uger (LP4) med økologisk standard foder målt som TBARS mg/kg muskel

Foderstrategi	HP	LP4	LP2	SEM	P-værdi
Antal kyllinger	10	10	10		
TBARS dag 0	2,02	2,22	1,92	0,186	0,507
TBARS dag 6	3,84	2,98	3,21	0,537	0,511
TBARS udvikling dag 0-6	1,82	0,75	1,30	0,475	0,306

Tabel 10. Sensorisk bedømmelse af kyllingefilet fra slagtekyllinger på friland fodret med økologisk standard foder (HP) eller lokalt protein, helt korn og slutfodret enten 2 (LP2) eller 4 uger (LP4) med økologisk standard foder

Foderstrategi	HP	LP4	LP2	SEM	P-værdi
Antal kyllinger	16	16	16		
Tilberedningssvind, %	15,9	16,1	16,5	0,86	0,894
Farve af skæreflade					
Grå farve	2,32 <sup>b</sup>	2,80 <sup>a</sup>	2,30 <sup>b</sup>	0,143	<b>0,027</b>
Gul farve	2,22	2,21	2,83	0,290	0,238
Aroma					
Kylling	5,51	5,50	5,09	0,287	0,512
Sødlig	3,35	3,00	3,18	0,136	0,200
Smag					
Kylling	6,63	6,49	6,03	0,254	0,226
Syrlig	4,15	4,34	4,31	0,132	0,598
Sødlig	3,31 <sup>a</sup>	2,87 <sup>b</sup>	3,15 <sup>ab</sup>	0,097	<b>0,010</b>
Bitter	3,59	3,59	3,82	0,128	0,359
Metal	2,37	2,22	2,48	0,140	0,431
Pap	2,03	1,68	1,74	0,155	0,255
Tekstur					
Fasthed i mund	6,42 <sup>a</sup>	6,31 <sup>a</sup>	5,25 <sup>b</sup>	0,262	<b>0,005</b>
Saftighed	5,41	5,51	5,93	0,276	0,382
Mørhed	8,31	8,08	8,81	0,258	0,139
Trevlet	3,99	4,58	3,71	0,251	0,054
Smuldrende	7,73	7,15	7,71	0,261	0,207
Tyggetid	6,59 <sup>a</sup>	6,85 <sup>a</sup>	5,85 <sup>b</sup>	0,212	<b>0,005</b>

<sup>a,b</sup>LSMeans med forskelligt bogstav er signifikant forskellige (P<0,05)

Resultatet af den sensoriske bedømmelse af brystfilet er præsenteret i tabel 10. Farven af kødet er bedømt på skærefladen, men der var ikke som på det ferske kød, en forskel i gul farve mellem strategierne, hvorimod kyllinger på LP4 strategien blev bedømt mere grå end HP og LP2. Der blev ikke fundet forskelle i aromaerne kylling og sødlig lugt, og på smagen blev der udelukkende fundet en forskel i sød smag, med mere sødlig smag i HP kyllingerne sammenlignet med LP4 kyllingerne og med LP2 ind imellem. På tekturen afspejlede resultaterne en kortere tyggetid og mindre fasthed i munden af brystfilet fra LP2 kyllinger, hvilket stemmer overens med konsistenstallet for samme kyllinger til sammenligning med HP kyllingerne, hvorimod LP4 kyllingerne ikke var forskellig fra HP kyllingerne i disse karakteristika, selv om de havde et lavere konsistenstal (tabel 7).

## 4.2 Projekter med slagtesvin

### 4.2.1 SuperGrassPork og GreenPork

Projektet GreenPork er støttet af Fonden for Økologisk Landbrug og er gennemført i 2019. Projektet har anvendt svinekød fra GUDP projektet SuperGrassPork, hvor der er gennemført et produktionsforsøg med slagtesvin i et dosis-respons forsøg med stigende mængder kløvergræsprotein (0, 5, 10 og 15% kløvergræsproteinprodukt) til slagtesvin. Ved slagtning af disse grise er der udtaget prøver til at lave kød- og spisekvalitetsanalyser i projektet GreenPork. Dele af resultaterne fra GreenPork er præsenteret i Therkildsen et al. (2019a; 2019b).

#### 4.2.1.1 Materialer og metoder

48 D-LY slagtesvin fordelt på 4 grupper blev fodret med enten 0, 5, 10 eller 15% kløvergræsproteinprodukt fra fravæning (48 dage) til slagtning (166 dage), svarende til 0, 12-14%, 23-28% og 34-41% af total råprotein i forsøgsfoderet, med stigende andel jo ældre grisene fra smågrisefoder til svinefoder. Slagtesvinene fik smågrisefoder med 20,6% råprotein fra dag 48-90, som ved dag 90 blev ændret til ungsvinefoder med 18,6% råprotein og fra dag 125 til slagtning en blanding med 17,0% råprotein. Foderblandingerne var primært baseret på byg og hvede, kinesisk sojakage, ærter og hestebønner og suppleret med den specifikke mængde af kløvergræsproteinprodukt i forhold til behandling (0, 5, 10 og 15%). Blandinger blev formuleret til at overholde normerne for økologiske svin og var alle optimeret med forventning om ens vækst. Det var primært kinesisk sojakage, som blev udskiftet med kløvergræsprotein og de andre ingredienser er herefter justeret for at opnå ens næringsstofsammensætning. I slagtesvineblandingen med 15% kløvergræs-protein produkt indgår der ikke kinesisk sojakage eller andre importerede foderkomponenter. Kløvergræsproteinproduktet blev ekstraheret fra kløvergræs fra vækstsæsonen 2018. Indholdet af råprotein var 47% i kløvergræsproteinproduktet. To grise kunne ikke bringes til slagtning og indgår ikke i beregningerne.

Grisene blev slagtet på Danish Crown i Herning, og 24 timer post mortem (PM) blev der udtaget to muskler fra slagtekroppene: svinekam (*M. longissimus lumborum*) og yderlåret (*M. biceps femoris*) til kød- og spisekvalitetsanalyser. Bugfedt blev udtaget fra slagtekroppen på slagtedagen og frosset ved -20°C indtil analyse for fedtsyresammensætning. Der blev bestemt pH, farve, tekstur, fedtsyresammensætning, oxidationsgrad på udskæringerne og gennemført sensorisk analyse af aroma, smag og mørhed af de to udskæringer på DMRI, Teknologisk Institut, Tåstrup. pH blev målt med indstiks-elektrode og farven blev målt med Minolta Chroma Meter CR-300 (Osaka, Japan) kalibreret mod en hvid plade ( $L^* = 92.30$ ,  $a^* = 0.32$  og  $b^* = 0.33$ ). Farven blev målt på svinekam (gennemsnit af 5 målinger) og yderlår (gennemsnit af 5 målinger) efter 1 times blooming, hvorimod farven på spæk over kam (gennemsnit af 3 målinger) blev målt staks efter frigørelse fra muskel. Prøverne til total fedt, fedtsyreanalyse og TBARS blev vakuumpakket og frosset ved -20°C indtil analyse. Prøverne til teksturanalyse (kammen) blev pakket i vakuum og modnet i yderligere 1 og 6 døgn før de blev frosset ind til analyse. Konsistensbestemmelsen blev gennemført jævnfør metode beskrevet i Oksbjerg et al. (2019) med opvarmning af kødet til 70°C i vandbad. Fedtsyreanalyse blev gennemført ifølge Bligh & Dyer (1959), Jensen & Nielsen (1996) og Petersen & Jensen (2014) og indhold af vitaminer ifølge metode beskrevet af Jensen (1994) og Jensen et al. (1998). Prøver fra svinekam og yderlår frosset 24 timer efter

slagting blev udskåret i strimler af 0,5 cm tykkelse og 2 cm længde (triplikat) og placeret i plastik bakker, dækket med polyethylen film, og placeret ved  $5^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$  med lyskilde ( $\sim 1000$  LUX). Der blev udtaget prøve efter 0, 2, 5 og 7 dages eksponering for lys. Udviklingen af oxidations produkter i prøverne blev målet med TBARS test (Botsoglou et al. 1994) og præsenteres som mg MDA/kg kød. Mængden af intramuskulært fedt i yderlåret blev bestemt på prøve (10 g) udtaget samme sted på alle dyr. Prøven gennemgår en syrehydrolyse med 4M HCL på Hydrotherm (Gerhardt, Germany) efterfulgt af ekstraktion med petroleumsether på Soxtherm (Gerhardt, Germany). Prøverne til sensorisk bedømmelse blev vakuumpakket modnet yderligere 6 dage ved  $4^{\circ}\text{C}$ , hvorefter udskæringerne er frosset ved  $-20^{\circ}\text{C}$  indtil sensorisk bedømmelse. Prøverne blev optøet i køleskab ved  $4^{\circ}\text{C}$  i ca. 1 døgn. Yderlåret blev tilberedt som steg i forvarmet ovn indstillet på  $90^{\circ}\text{C}$  til en centrumstemperatur på  $67-68^{\circ}\text{C}$ . Kødet hvilede i 20 min i flamingokasser, før det blev slicet i 15 mm tykke skiver, hvoraf der blev udskåret prøver, som blev serveret på opvarmede tallerkner. Ti trænede dommere bedømte yderlåret for udseende, lugt, smag og tekstur. Kammen blev tilberedt som koteletter af 20 mm tykkelse på stegeplade indstillet til  $170^{\circ}\text{C}$  til en centrumstemperatur på  $68-70^{\circ}\text{C}$ . Af hver kotelet blev der udskåret prøver af  $2,5 \times 4$  cm som blev serveret på opvarmede tallerkner. Ni trænede dommere bedømte kammen for udseende, lugt, smag og tekstur.

#### 4.2.1.2 Statistisk analyse

Data er analyseret med proc mixed proceduren i SAS, med foder som hovedeffekt. For analyse af de sensoriske data indgår endvidere dommer som tilfældig effekt. LSMeans for de fire niveauer af kløvergræsproteinprodukt er præsenteret samt standard error of means (SEM).  $P < 0,05$  vurderes som signifikant.

#### 4.2.1.3 Resultater – SuperGrassPork og GreenPork

Produktionsparametrene for grise fodret med stigende mængder kløvergræsprotein, som er udført i SuperGrassPork er præsenteret i tabel 11. Grisene havde en gennemsnitlig vægt på 10,5-10,8 kg ved indsættelse. Ved afslutning af første foderperiode, hvor grisene havde fået smågrisefoder, lå den gennemsnitlige vægt mellem 25,5-27,5 kg uden forskel mellem fodertyperne. Der var ingen forskel på udviklingen af vægten hen over ugerne ( $P=0,69$ ). Ved afslutningen af ungsvineperioden lå den gennemsnitlige vægt per dyr på 59,4-61,7 kg. Trods numerisk stigning ved øget tilsætning af kløvergræsprotein, var der ingen statistisk forskel på grupperne, hverken på vægten eller på den ugentlige udvikling. Det samme var tilfældet for den sidste foderperiode (slagteperiode), hvor den gennemsnitlige vægt per dyr var 122,2-126,3 kg. Den daglige tilvækst for hele forsøget var 995-1030 g/dyr. Der blev ikke fundet en forskel mellem grise på de fire fodertyper. Grisene blev i forsøget opstaldet i stier af tre dyr. Derfor kan foderindtag ikke beregnes per dyr, men beregnes i stedet per sti. Ad libitum fodring reducerer konkurrence om foderet og det antages at grisene alle indtager efter ædelyst. Det ugentlige foderindtag samlet for hele forsøget blev udregnet til 46,27-48,76 kg/sti uden forskel på grupperne. Der blev heller ikke fundet forskel i den ugentlige udvikling. Endeligt blev foderudnyttelsen beregnet. Det vil sige hvor meget foder et kg tilvækst kræver. Resultaterne viste en foderudnyttelse på 2,10-2,18 uden forskel på grupperne.

Tabel 11. Produktionsresultater for grise fodret med 0, 5, 10 eller 15% kløvergræsproteinprodukt

Foder, % kløvergræs-protein produkt	0	5	10	15	SEM	P-værdi foder	P-værdi foder*uge
<b>Vægt (kg)</b>							
Startvægt	10,7	10,8	10,5	10,8	0,50	0,98	-
Smågriseperiode (gns)*	16,7 [15,3;18,3]	17,1 [15,7;18,7]	15,9 [14,5;17,3]	16,8 [15,3;18,3]	-	0,61	0,69
Ungsvineperiode startvægt	26,0	26,8	25,5	27,5	1,48	0,79	-
Ungsvineperiode (gns)*	44,4 [40,0;49,3]	43,9 [39,6;48,8]	42,9 [38,7;47,7]	46,4 [41,8;51,3]	-	0,1	0,13
Slagteperiode startvægt	59,4	59,3	60,0	61,7	3,50	0,96	-
Slagteperiode (gns)*	78,3 [71,6;85,6]	83,0 [75,9;90,7]	83,9 [76,7;91,8]	84,3 [77,0;92,2]	-	0,69	0,64
Vægt ved slagtning	122,2	123,7	124,9	126,3	4,97	0,95	
Tilvækst (g/dag/gris)	995	1008	1021	1030	42,3	0,94	0,58
Indtag (kg/uge/sti)	47,37	46,27	47,15	48,76	2,16	0,88	0,98
Foderudnyttelse (kg foder/kg tilvækst)	2,18	2,10	2,10	2,17	0,04	0,36	0,58

\*Log transformeret data - [konfidens interval]

Slagte- og kødkvalitetsegenskaber for slagtesvin fodret med stigende mængder kløvergræsproteinprodukt er præsenteret i tabel 12. Grisene havde samme slagtevægt, men der var en tydelig effekt af stigende mængde kløvergræsprotein i blandinger på kødprocenten, som var højere ved grise på 15% kløvergræsprotein sammenlignet med grise tildelt 0%. Der blev ikke fundet forskel i pH eller mængden af intramuskulært fedt i mellem grupperne. Farven af de to muskler og af spæk over kammen er vist i tabel 12. For begge muskler var kødet mere mørkt ved 15% kløvergræsprotein sammenlignet med 0%, og 5 og 10% placeret der i mellem. Kammen blev endvidere mindre rød (a\*) og mindre gul (b\*) jo mere kløvergræsprotein der var i foderrationen. Den samme tendens blev ikke fundet i yderlåret. Farven på spækket blev også påvirket af mængden af kløvergræsprotein, men ikke helt så systematisk som musklerne. Spækket blev mørkere med kløvergræsprotein, sammenlignet med 0%. Spæk fra 5 og 15% grisene var mere gult end fra 0 og 10%.



Table 12. Slagte- og kødkvalitets karakteristika af grise fodret med 0, 5, 10 eller 15% kløvergræs proteinprodukt

Foder, % kløvergræsproteinprodukt	0	5	10	15	SEM	P-værdi
Antal grise	12	11	12	11		
Slagtevægt, kg	90.3	91.7	93.2	93.8	4.33	0.935
Kødprocent, %	57.2 <sup>b</sup>	59.0 <sup>ab</sup>	58.7 <sup>ab</sup>	60.3 <sup>a</sup>	0.71	<b>0.025</b>
pH 24 timer PM, kam	5.69	5.66	5.69	5.70	0.026	0.634
Intramuskulært fedt i yderlår, %	3.44	2.73	3.19	2.69	0.350	0.347
Farve, kam						
L*	54.6 <sup>a</sup>	53.8 <sup>ab</sup>	54.3 <sup>a</sup>	52.7 <sup>b</sup>	0.46	<b>0.026</b>
a*	8.72 <sup>a</sup>	8.50 <sup>a</sup>	7.46 <sup>b</sup>	7.28 <sup>b</sup>	0.35	<b>0.001</b>
b*	7.40 <sup>a</sup>	7.17 <sup>a</sup>	7.01 <sup>ab</sup>	6.50 <sup>b</sup>	0.21	<b>0.024</b>
Farve, yderlår						
L*	52.3 <sup>a</sup>	52.3 <sup>a</sup>	51.7 <sup>ab</sup>	50.5 <sup>b</sup>	0.47	<b>0.041</b>
a*	10.6	10.70	10.9	10.19	0.24	0.329
b*	7.64	7.94	7.53	7.36	0.18	0.150
Farve, spæk over kam						
L*	78.2 <sup>a</sup>	76.6 <sup>b</sup>	77.5 <sup>ab</sup>	76.9 <sup>b</sup>	0.37	<b>0.017</b>
a*	4.97	5.92	5.16	4.96	0.31	0.104
b*	6.42 <sup>c</sup>	7.49 <sup>ab</sup>	6.61 <sup>bc</sup>	7.72 <sup>a</sup>	0.36	<b>0.030</b>

<sup>abc</sup>LSMeans med forskellig bogstav er signifikant forskellige (P<0.05)

Der er målt konsistens på kammen modnet 2 og 7 dage PM og resultaterne er præsenteret i tabel 13. Der var ingen effekt af de forskellige mængder af kløvergræsprotein i foderet på optøningssvind, tilberedningssvind eller konsistenstal efter 2 eller 7 dages modning, men en klar effekt af at modne kødet i 7 dage kontra 2 dage, således at kødet bliver mere mørt.

Tabel 13. Tekstur af kam modnet 2 eller 7 dage post mortem fra slagtesvin fodret med 0, 5, 10 eller 15% kløvergræsproteinprodukt

Foder, % græsproteinprodukt	0	5	10	15	SEM	P-værdi
Dag 2						
Optøningssvind, %	6,26	5,98	6,23	5,34	0,445	0,443
Tilberednings svind, %	22,60	24,74	22,46	24,75	0,814	0,058
Konsistens, N	36,5	44,7	37,9	37,1	2,23	0,132
Dag 7						
Optøningssvind, %	7,41	6,73	6,82	6,12	0,615	0,502
Tilberedningssvind, %	23,84	24,38	22,17	22,61	0,835	0,187
Konsistens, N	28,6	30,1	29,8	27,6	1,67	0,727

Oxidation i kam og yderlår er målt som TBARS, hvor øget mængde af TBARS indikerer øget dannelse af oxidationsprodukter fra fedt oxidation. Der er en tydelig udvikling i TBARS fra 0 til 7 dages lyspåvirkning for alle prøver uafhængig af mængden af kløvergræsprotein, og kun for yderlåret dag 0 var der en forskel mellem behandlingerne, hvor kød fra 10% kløvergræsprotein havde et højere niveau end de øvrige prøver, men det afspejlede sig ikke i prøverne efter flere dages lyspåvirkning (Tabel 14).

Tabel 14. Oxidation i kam og yderlår efter lagring i 0, 2, 5 eller 7 dage, målt som TBARS (mg/kg muskel) fra slagtesvin fodret med 0, 5, 10 eller 15% kløvergræsproteinprodukt

Foder, % kløvergræsprotein- produkt	0	5	10	15	SEM	P-værdi
Kam – TBARS mg/kg						
Dag 0	0,365	0,365	0,447	0,989	0,244	0,259
Dag 2	1,371	1,296	0,936	1,134	0,242	0,586
Dag 5	4,023	4,591	3,535	3,905	0,404	0,332
Dag 7	5,730	8,410	6,130	5,846	1,103	0,274
Yderlår – TBARS mg/kg						
Dag 0	0,330 <sup>b</sup>	0,418 <sup>b</sup>	0,632 <sup>a</sup>	0,486 <sup>ab</sup>	0,0670	<b>0,018</b>
Dag 2	3,203	4,266	3,277	3,855	0,579	0,512
Dag 5	8,561	10,348	9,051	9,873	1,011	0,583
Dag 7	10,291	12,676	11,155	11,855	1,122	0,490

<sup>a,b</sup> LSMmeans med forskelligt bogstav er significant forskellige (P<0.05)

Tabel 15. Fedtsyresammensætning og mængden af alfa-tokoferol i kam (muskel) (g/100 g fedtsyre) fra slagtesvin fodret med 0, 5, 10 eller 15% kløvergræsproteinprodukt

Foder, % kløvergræsprotein- produkt	0	5	10	15	SEM	P-værdi
Fedtsyrer						
C14:0	1,171	1,190	1,207	1,151	0,0298	0,5604
C16:0	24,896	25,123	25,032	24,636	0,193	0,2950
C18:0	11,146	10,850	11,314	11,061	0,2497	0,6185
C18:1n-9	42,891	42,766	42,361	41,860	0,608	0,5999
C18:2n-6	7,610	7,309	6,917	7,458	0,596	0,8556
C18:3n-3	0,521 <sup>d</sup>	0,794 <sup>c</sup>	1,134 <sup>b</sup>	1,561 <sup>a</sup>	0,059	<b>0,0001</b>
C20:4n-6	1,066	0,975	0,819	0,857	0,115	0,4004
C20:5n-3 (EPA)	0,112 <sup>c</sup>	0,193 <sup>bc</sup>	0,313 <sup>b</sup>	0,505 <sup>a</sup>	0,042	<b>0,0001</b>
C22:5n-3 (DPA)	0,271 <sup>b</sup>	0,385 <sup>sb</sup>	0,497 <sup>a</sup>	0,582 <sup>a</sup>	0,054	<b>0,0008</b>
C22:5n-6	0,199 <sup>a</sup>	0,168 <sup>ab</sup>	0,118 <sup>bc</sup>	0,106 <sup>c</sup>	0,016	<b>0,0004</b>
C22:6n-3 (DHA)	0,152	0,135	0,144	1,156	0,019	0,8470
n-6 PUFA	9,398	8,945	8,322	8,895	0,749	0,7823
n-3 PUFA	1,174 <sup>c</sup>	1,691 <sup>c</sup>	2,334 <sup>b</sup>	3,120 <sup>a</sup>	0,157	<b>0,0001</b>
n-6/n-3	8,032 <sup>a</sup>	5,239 <sup>b</sup>	3,564 <sup>c</sup>	2,828 <sup>d</sup>	0,092	<b>0,0001</b>
SFA <sup>3</sup>	37,719	37,677	38,090	37,390	0,364	0,5830
MUFA <sup>3</sup>	54,920 <sup>a</sup>	54,532 <sup>ab</sup>	53,773 <sup>bc</sup>	53,703 <sup>c</sup>	0,205	<b>0,0001</b>
PUFA <sup>3</sup>	10,572	10,636	10,656	12,015	0,896	0,5853
% fedt i tørstof	2,120	1,315	1,873	1,490	0,344	0,3297
Jodtal g/100g fedt	69	70	70	73	1,5	0,2890
Alfa-tokoferol	3,587 <sup>a</sup>	2,515 <sup>b</sup>	1,983 <sup>bc</sup>	1,698 <sup>c</sup>	0,148	<b>0,0001</b>

<sup>a,b,c</sup> LSMmeans med forskelligt bogstav er signifikant forskellige (P<0.05)

Fedtsyresammensætningen i kammen (Tabel 15) og i bugfedt (tabel 16) var signifikant påvirket af mængden af kløvergræsprotein i foderet til slagtesvinene. Specielt mængden af n3-PUFA ( $\alpha$ -linolensyre, EPA, DPA, DHA) blev øget i både kam og i bugfedt med stigende mængder af kløvergræsprotein i foderet, hvorimod mængden af n6-PUFA faldt, specielt i bugfedt med stigende mængder kløvergræsprotein. Det betyder at n3-PUFA udgør en stigende andel af fedtet i både svinekam og bugfedt, og i bugfedt er der en faldende andel af n6-PUFA. Svinekød fra slagtesvin fodret med 10-15% kløvergræsprotein har et n6/n3 forhold, der er mindre

end værdien 4. Ændringen i n3-PUFA gav dog ikke anledning til at der var forskel i den samlede mængde af PUFA, hvorimod der var lidt mindre MUFA med stigende mængde kløvergræsprotein i både kam og bugfedt. Der blev fundet mindre alfa-tokoferol (E-vitamin) i kam og med samme tendens i bugfedt med stigende mængder af kløvergræsprotein. Alfa-tokoferol indholdet i de anvendte foderblandinger lå relativt stabilt for de fire foderblandinger med et gennemsnitligt indhold på 122 mg/kg for smågriseblandingen, 76 mg/kg for ungsvineblandingen og 78 mg/kg for slagtesvineblandingen. E-vitamin er en antioxidant der hæmmer oxidation i fedt, den faldende mængde af E-vitamin i kammen med stigende mængder græsprotein kan derfor forklares med, at der har været et forbrug af E-vitamin, for at hæmme oxidation, hvilket også ses på den manglende forskel i TBARS i muskeltvæv (tabel 14).

Tabel 16. Fedtsyresammensætning og mængden af alfa-tokoferol i bugfedt (g/100 g fedtsyre) fra slagtesvin fodret med 0, 5, 10 eller 15% kløvergræsproteinprodukt

Foder, % kløvergræsprotein produkt	0	5	10	15	SEM	P-værdi
Fedtsyre % af fedtsyrer						
C14:0	1,56	1,54	1,59	1,53	0,034	0,6598
C16:0	24,34	23,57	24,58	23,80	0,324	0,1134
C18:0	11,82 <sup>ab</sup>	10,68 <sup>b</sup>	12,41 <sup>a</sup>	11,65 <sup>ab</sup>	0,379	<b>0,0210</b>
C18:1n-9	36,77	36,02	35,36	36,97	0,841	0,4917
C18:2n-6	15,13 <sup>a</sup>	15,86 <sup>a</sup>	13,35 <sup>ab</sup>	11,85 <sup>b</sup>	0,822	<b>0,0043</b>
C18:3n-3	1,88 <sup>c</sup>	3,31 <sup>b</sup>	4,15 <sup>ab</sup>	4,99 <sup>a</sup>	0,243	<b>0,0001</b>
C20:4n-6	0,34 <sup>a</sup>	0,31 <sup>ab</sup>	0,23 <sup>b</sup>	0,25 <sup>b</sup>	0,023	<b>0,0044</b>
C20:5n-3	0,036 <sup>c</sup>	0,060 <sup>b</sup>	0,078 <sup>b</sup>	0,106 <sup>a</sup>	0,005	<b>0,0001</b>
C22:5n-3	0,149 <sup>c</sup>	0,201 <sup>b</sup>	0,229 <sup>b</sup>	0,272 <sup>a</sup>	0,0085	<b>0,0001</b>
C22:5n-6	0,0677	0,0664	0,0473	0,0471	0,00625	<b>0,0225</b>
C22:6n-3	0,115	0,102	0,1059	0,0888	0,0089	0,2032
n-6 PUFA	16,18 <sup>a</sup>	16,89 <sup>a</sup>	14,18 <sup>ab</sup>	12,66 <sup>b</sup>	0,83	<b>0,0024</b>
n-3 PUFA	2,39 <sup>d</sup>	4,04 <sup>c</sup>	5,03 <sup>b</sup>	6,04 <sup>a</sup>	0,26	<b>0,0001</b>
n-6/n-3	6,76 <sup>a</sup>	4,17 <sup>b</sup>	2,82 <sup>c</sup>	2,11 <sup>d</sup>	0,04	<b>0,0001</b>
SFA	38,26 <sup>ab</sup>	36,32 <sup>b</sup>	39,13 <sup>a</sup>	37,52 <sup>ab</sup>	0,619	<b>0,0180</b>
MUFA	55,53 <sup>a</sup>	55,72 <sup>a</sup>	52,32 <sup>b</sup>	52,67 <sup>b</sup>	0,475	<b>0,0001</b>
PUFA	18,57	20,93	19,21	18,70	1,07	0,3782
Total FA (g/100 g DM)	17,34	18,37	17,52	17,92	0,764	0,774
Iodine Value (g/100 g fat)	75,60	80,96	77,63	79,60	1,57	0,0608
Alfa-tokoferol <sup>4</sup>	3,435	2,281	2,653	1,878	0,432	0,0684

<sup>a,b</sup> LSM means med forskelligt bogstav er signifikant forskellige (P<0.05)

Resultaterne af den sensoriske analyse af svinekam og yderlår er vist i tabel 17 og 18, hhv. På trods af de stigende mængder kløvergræsprotein i foderet, blev der ikke fundet forskelle i svinekam eller yderlår i hverken udseende af det stegte kød, i aromaen, hvor kødet blev karakteriseret med begreberne stegt kød, sødlig, syrlig, metal og grise lugt, eller i smagen af kødet, som blev karakteriseret med begreberne stegt kød, syrlig, sødlig, grise-, metal og bitter smag. For svinekammen gav kødet anledning til en trevlende mundfornemmelse med stigende mængder kløvergræsprotein, 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.

Tabel 17. Sensorisk bedømmelse af svinekam (*M. longissimus lumborum*) fra slagtesvin fodret med 0, 5, 10 eller 15% kløvergæsproteinprodukt

Foder, % kløvergæsproteinprodukt	0	5	10	15	SEM	P-værdi
Udseende skæreflade	8,90	9,00	9,23	8,73	0,375	0,400
Aroma						
Stegt kød	7,96	7,75	7,7	7,80	0,425	0,939
Sødlig	4,96	4,92	4,78	4,64	0,632	0,539
Syrlig	4,66	4,93	5,10	4,85	0,430	0,220
Metal	3,82	3,82	3,80	3,76	0,461	0,999
Gris	3,74	3,73	3,83	3,64	0,660	0,858
Smag						
Stegt kød	7,66	7,47	7,44	7,20	0,30	0,142
Syrlig	5,47	5,37	5,22	4,93	0,51	0,080
Sødlig	3,99	4,10	3,95	4,06	0,48	0,877
Gris	3,47	3,69	3,57	4,03	0,69	0,082
Metal	3,99	4,48	4,17	4,36	0,55	0,455
Bitter	4,13	4,24	4,12	4,18	0,77	0,916
Texture						
Saftighed	7,10	7,14	6,40	6,39	0,58	0,228
Hårhed	6,08	6,24	6,48	6,85	0,55	0,279
Mørhed	7,06	6,98	6,54	6,33	0,41	0,219
Tyggetid	7,51	7,87	8,11	8,40	0,47	0,122
Knasende	5,86	5,64	5,87	6,17	0,49	0,413
Trevlet	5,93 <sup>b</sup>	5,93 <sup>b</sup>	6,62 <sup>a</sup>	6,74 <sup>a</sup>	0,49	<b>0,036</b>
Smuldrende	5,42	5,06	5,30	4,94	0,439	0,479

<sup>a,b</sup>LSMeans med forskelligt bogstav er signifikant forskellige (P<0,05)

Tabel 18. Sensorisk bedømmelse af yderlår (*M. biceps femoris*) fra slagtesvin fodret med 0, 5, 10 eller 15% kløvergæsproteinprodukt

Foder, % kløvergæsproteinprodukt	0	5	10	15	SEM	P-værdi
Udseende skæreflade	9,75	10,06	9,83	8,88	0,53	0,684
Aroma						
Stegt kød	7,03	7,06	7,11	6,83	0,34	0,324
Sødlig	3,81	3,99	4,00	3,76	0,576	0,469
Syrlig	5,60	5,40	5,54	5,64	0,386	0,554
Metal	4,51	4,52	4,54	4,55	0,594	0,995
Gris	4,38	4,16	4,28	4,04	0,588	0,447
Smag						
Stegt kød	7,54	7,47	7,46	7,48	0,295	0,959
Syrlig	5,51	5,57	5,57	5,88	0,382	0,208
Sødlig	3,96	3,83	3,84	4,05	0,515	0,570
Gris	3,62	3,48	3,40	3,54	0,646	0,759
Metal	4,26	4,16	4,18	4,52	0,613	0,394
Bitter	4,23	4,46	4,31	4,36	0,708	0,455
Texture						
Saftighed	4,58	3,99	4,71	4,57	0,486	0,227
Hårhed	5,75	5,98	5,56	5,67	0,486	0,804
Mørhed	7,51	7,41	7,59	7,70	0,448	0,895
Tyggetid	7,57	7,83	7,59	7,81	0,559	0,851
Knasende	5,03	4,88	4,94	4,84	0,470	0,949
Trevlet	5,78	5,92	5,38	5,75	0,568	0,265
Smuldrende	6,78	7,15	6,91	6,79	0,441	0,633

#### 4.2.2 Markedsdrevet, højværdi økologisk kødproduktion med robuste dyr (SUMMER) - arbejdsplan 2 og 5

I GUDP projektet (SUMMER) blev et produktionsforsøg med slagtesvin på friland med adgang til kløvergræs (77%) og urter (23%) fra ca. 34 kg levendevægt til slagtning suppleret med cikorie (bladgrønt og rod) de sidste 16 dage før slagtning gennemført i 2012 på Forskningscenter Foulum. Produktionsresultaterne er publiceret af Kongsted et al. (2015) og dele af kødkvalitetsresultaterne af Kongsted & Therkildsen (2014).

##### 4.2.2.1 Materiale og metode

To genotyper (DLY og TLY) indgik i forsøget: DLY – afkom fra Landrace x Yorkshire søer krydset med Duroc orner, hvilket er den mest gængse genotypekombination for slagtesvin i Danmark; TLY – afkom fra Landrace x Yorkshire søer krydset med Tamworth orner. Der blev anvendt produktionssæd fra hhv. DK (DLY) og Nordirland (TLY), hvorfor antallet af orner, der har leveret sæden ikke kendes. Alle slagtesvin var sogrise og de indgik i forsøget ved gennemsnitlig alder på 88 dage, fulgt af en tilvænningsperiode på 3 uger. I alt 72 grise (heraf 36 DLY og 36 TLY) blev inden for genotype fordelt på tre behandlinger: Efter norm, hvor grisene fik tildelt en økologisk kraftfoderblanding i henhold til anbefalinger (NORM), eller restriktivt hvor grisene blev fodret restriktivt med samme blanding (fra 78-54% af NORM gruppen) enten med (Restriktiv+) eller uden (Restriktiv-) supplement af en gængs vitamin- og mineralblanding. Der blev kun sammenlignet kødkvalitet mellem NORM og Restriktiv+. Baseret på beregninger over daglig tilvækst og foderudnyttelse hos de to grupper af grise er det estimeret at NORM grisene har dækket 13% af deres energibehov ved direkte fouragering på marken dvs. via indtag af kløvergræs/urter/cikorie samt regnorme og lign., svarende til 5 MJ ME/dag, og de restriktivt fodrede grise til sammenligning har dækket 26% af deres energibehov svarende til 8 MJ ME/dag (Kongsted et al. 2015). NORM grisene blev slagtet efter 66 dage i forsøg, og de restriktivt fodrede grise blev slagtet efter 87 dage i forsøg, for at nå en passende slagtevægt. Grisene blev slagtet på Danish Crown i Herning, hvor slagtevægt og kødprocent er bestemt og pH er målt 1 og 3 timer *post mortem* (PM). Næste dag blev kammen (*M. longissimus lumborum*) og yderlåret (*M. biceps femoris*) udtaget af slagtekroppen og transporteret til Forskningscenter Foulums forsøgsslagteri, AU, hvor der blev lavet yderligere kødkvalitetsmålinger og udtaget prøver til sensorisk bedømmelse. pH er målt med indstiks-elektrode, og dryptab over 48 timer er målt med posemetoden beskrevet af Honikel (1998). Farven af kødet er målt med Minolta Chroma Meter CR-300 (Osaka, Japan) kalibreret mod en hvid plade ( $L^* = 92.30$ ,  $a^* = 0.32$  og  $b^* = 0.33$ ). efter 1 times blooming. Kam og yderlår blev udskåret til teksturmåling 1, 4 og 7 dage PM. Prøverne vakuumpakkes, modnes ved 4°C i yderligere 0, 3 eller 6 dage før de fryses ved -20°C indtil teksturbestemmelse jævnfør metode beskrevet i Hansen et al. (2006) med opvarmning af kødet til 70°C i vandbad. Prøver til fedtsyrebestemmelse er udtaget fra begge muskler og frosset ved -20°C, indtil fedtsyreanalyse ifølge Jensen (2008). Prøver til bestemmelse af oxidation udtages fra kam og yderlår frosset 24 timer PM, udskæres i strimler af 0,5 cm tykkelse og 2 cm længde (triplikat) og placeres i plastik bakker, dækkes med polyethylen film, og placeres ved 5°C±1°C med lyskilde (~1000 LUX). Der udtages prøve efter 0 og 3 dages eksponering for lys. Udviklingen af oxidationsprodukter i prøverne måles med TBARS test (Botsoglou et al. 1994) og udtrykkes som mg MDA/kg kød. Kam og yderlår til sensorisk bedømmelse er modnet ialt i 4 døgn i vakuum ved 4°C, før de er frosset ved -20°C ind til den sensoriske bedømmelse. Den sensoriske bedømmelse er gennemført af DMRI, Teknologisk Institut, Tåstrup med et trænet smagspanel ifølge ASTM-MNL 13, ISO 4121 og ISO 13299. Dommerne (8 stk.) vurderer kødet på en ustruktureret skala fra 0 (lidt) -15 (meget).

#### 4.2.2.2 Statistisk analyse

Data er analyseret med Proc Mixed i SAS med variableerne fodring og genotype og interaktionen mellem fodring og genotype. I analyse af areal af muskel og fedt, er slagtevægten anvendt som ko-variabel. Data er præsenteret som LSMmeans samt standard error of means (SEM) for fodring, da der i langt de fleste tilfælde ikke var nogen signifikant vekselvirkning mellem fodring og genotype. Hvor dette er tilfældet, er det markeret i tabellen.  $P < 0,05$  vurderes som signifikant.

#### 4.2.2.3 Resultater vedr. SUMMER slagtesvin

På trods af at de restriktivt fodrede grise var 3 uger ældre, nåede de ikke samme slagtevægt som NORM grise, hvorimod de havde en højere kødprocent (tabel 19). Dette blev også afspejlet i tværsnitsarealet af kammen og fedt over kammen, hvor restriktivt fodrede grise havde en mindre muskel og mindre fedt. Derimod var der ingen forskel i vægten på yderlåret, når slagtevægten indgik som ko-variabel. De restriktivt fodrede grise havde et langsommere pH-fald i kammen, men et hurtigere i yderlåret sammenlignet med NORM grise. Dryptabet var i begge muskler højere i de restriktivt fodrede grise og kammen var mere lys sammenlignet med NORM grise.

Tabel 19. Slagte- og kød kvalitetskarakteristika fra slagtesvin tildelt kraftfoder svarende til anbefalet mængde for udegående slagtesvin (NORM) eller Restriktivt (svarende til 78-56% af anbefalet mængde) på kløvergræs mm.

	Norm	Restriktivt	SEM	P-værdi
Antal grise	16	16		
Slagtevægt, kg	81,006	73,956	1,294	<b>0,001</b>
Kød %	58,29	59,83	0,52	<b>0,046</b>
<i>Kam (M. longissimus lumborum)</i>				
Areal af muskel cm <sup>2a</sup>	46,7	37,7	1,53	<b>0,003</b>
Fedt over kam, cm <sup>2a</sup>	25,9	21,5	1,16	<b>0,021</b>
pH 1 time PM <sup>d</sup>	6,27	6,26	0,049	0,943
pH 3 timer PM <sup>e</sup>	5,98	6,16	0,049	<b>0,014</b>
pH 22 timer PM <sup>f</sup>	5,63	5,63	0,025	0,958
Drybtap %	5,89	8,10	0,49	<b>0,004</b>
L*	46,35	49,39	0,50	<b>0,001</b>
a*	13,33	12,71	0,63	0,489
b*	7,97	8,82	0,38	0,121
<i>Yderlår (M. biceps femoris)</i>				
Vægt af yderlår, g <sup>a</sup>	1388	1371	32	0,734
pH 1 time PM	6,34	6,33	0,048	0,857
pH 3 timer PM	5,85	5,63	0,046	<b>0,002</b>
pH 22 timer PM	5,69	5,60	0,025	<b>0,012</b>
Drybtap % <sup>b</sup>	2,24	3,32	0,24	<b>0,004</b>
L*	52,24	50,97	0,59	0,140
a*	7,25	7,38	0,58	0,878
b <sup>*c</sup>	6,37	6,13	0,34	0,627

<sup>a</sup>Slagtevægt anvendt som ko-variabel

<sup>b</sup>genotype \* fodring vekselvirkning - ingen forskel på TLY grise

<sup>c</sup>genotype \* fodring vekselvirkning - men ingen forskel inden for genotype

<sup>d</sup>genotype \* fodring vekselvirkning - men ingen forskel inden for genotype

<sup>e</sup>genotype \* fodring vekselvirkning - høj pH ved DLY rest grise

<sup>f</sup>genotype \* fodring vekselvirkning - men ikke forskel inden for genotype

Teksturen af kam og yderlår målt efter 1, 4 og 7 døgn modning er vist i tabel 20. Kammen fra restriktivt fodrede grise var på alle modningstider mere sej end kammen fra NORM grise, selvom der i begge foderstrategier skete en modning fra dag 1 til dag 7. Forskellen på dag 7 mellem de to strategier er lille, og vil ikke kunne genkendes af en forbruger. I yderlåret er der ikke forskel i teksturen efter 1 og 4 dages modning, men efter 7 døgn er kødet mere sejt hos de restriktivt fodrede grise.

Tabel 20. Tekstur af kam og yderlår modnet 1, 4 eller 7 dage post mortem fra slagtesvin fodret efter NORM eller Restriktivt på kløvergræs

	NORM	Restriktivt	SEM	P-værdi
Antal grise	16	16		
<i>Kam (M. longissimus lumborum)</i>				
Konsistens dag 1, N	35,4	43,7	1,72	<b>0,002</b>
Konsistens dag 4, N	29,6	39,6	1,81	<b>0,001</b>
Konsistens dag 7, N	24,5	26,5	1,82	<b>0,001</b>
<i>Yderlår (M. biceps femoris)</i>				
Konsistens dag 1, N	47,0	50,1	1,89	0,245
Konsistens dag 4, N	42,6	44,4	1,93	0,503
Konsistens dag 7, N	36,1	41,3	1,20	<b>0,005</b>

Resultaterne af den sensoriske beskrivelse er præsenteret i tabel 21 (kam) og tabel 22 (yderlår). Der blev fundet en forskel i stegesvind mellem de to fodringsstrategier, men med mindre stegesvind i kammen for restriktivt fodrede grise, og mere stegesvind i yderlåret for restriktivt fodrede grise. Der var ingen forskel hverken i kammen eller yderlåret i aroma eller smagen af kødet. Kammen blev vurderet mere sej og mere saftig fra de restriktivt fodrede grise, hvorimod der ikke var nogen forskel i yderlåret. Disse resultater ligger sig tæt op af resultaterne vedr. tekstur præsenteret i tabel 20.

Tabel 21. Sensorisk bedømmelse af kam modnet i 4 dage post mortem tilberedt som koteletter til centrumstemperatur på 65-66°C fra slagtesvin fodret efter NORM eller Restriktivt på kløvergræs

	NORM	Restriktivt	SEM	P-værdi
Antal grise	16	16		
Stegesvind, %	16,91	15,27	0,42	<b>0,009</b>
<i>Aroma</i>				
Stegt kød lugt	5,91	6,23	0,20	0,266
Syrlig lugt	3,44	3,67	0,14	0,272
Grise lugt	1,91	2,22	0,14	0,127
<i>Smag</i>				
Stegt kød smag	4,90	4,85	0,15	0,813
Grise smag	2,73	3,12	0,15	0,075
Syrlig smag	5,84	6,04	0,14	0,342
Sødlig smag	2,32	2,18	0,091	0,282
Metal smag	3,33	3,57	0,16	0,269
Bitter smag	3,22	3,47	0,11	0,105
<i>Tekstur</i>				
Saftighed	4,99	5,71	0,187	<b>0,011</b>
Bidemodstand	6,90	7,76	0,27	<b>0,034</b>
Tyggetid	7,68	9,07	0,30	<b>0,003</b>
Mørhed	5,71	4,24	0,32	<b>0,003</b>
Trevlet	3,94	4,08	0,14	0,505
Knasende	6,09	6,33	0,18	0,343
Smuldrende	5,09	3,29	0,27	<b>0,001</b>

Tabel 22. Sensorisk bedømmelse af yderlår modnet i 4 dage post mortem tilberedt som steg i ovn til centrumstemperatur på 68-70°C fra slagtesvin fodret efter NORM eller Restriktivt på kløvergræs

	NORM	Restriktivt	SEM	P-værdi
Antal grise	16	16		
Stegesvind, %	27,72	30,63	0,85	<b>0,022</b>
Aroma				
Stegt kød lugt	4,51	4,51	0,13	0,989
Syrlig lugt	4,11	4,09	0,13	0,914
Grise lugt	2,24	2,20	0,140	0,828
Smag				
Stegt kød smag	4,76	4,74	0,11	0,858
Grise smag	2,55	2,43	0,17	0,617
Syrlig smag	5,56	5,96	0,19	0,143
Sødlig smag	2,65	2,49	0,16	0,472
Metal smag	3,35	3,53	0,14	0,359
Bitter smag	4,58	4,43	0,12	0,411
Tekstur				
Saftighed	3,48	3,44	0,17	0,86
Bidemodstand	6,49	6,91	0,19	0,132
Tyggetid	6,81	6,93	0,23	0,697
Mørhed	5,76	5,62	0,28	0,730
Trevlet	2,05	2,28	0,20	0,428
Knasende	5,66	5,75	0,17	0,711
Smuldrende	6,48	6,21	0,21	0,369

Resultaterne af fedsyreanalyserne af kam og yderlår er vist i tabel 23. Der var meget få vekselvirkninger mellem muskel og fodringsstrategi, hvorfor resultaterne er vist på tværs af begge muskler. Restriktivt fodrede grise havde færre kort-kædede fedtsyrer (C14 og C16) end NORM grise og tilsvarende mindre palmitoleinsyre (C16:1n-7). Derimod havde de restriktivt fodrede grise mere linolensyre (C18:3n-3), C20:5, EPA (C20:3n-3) og DPA (C22:5n-3). Samlet set afspejler det sig i flere n3-PUFA, et lavere n6/n3 forhold, mindre mættet fedt og mere PUFA i de restriktivt fodrede grise. Denne større grad af umættet fedt resulterede i et højere jodtal i fedtet, men kun for genotypen TLY gav det sig udslag i større oxidationsgrad i kammen målt som TBARS (tabel 24), hvorimod der ikke var forskel i genotypen DLY.



Tabel 23. Fedtsyresammensætning i muskel (kam og yderlår) fra slagtesvin fodret efter NORM eller Restriktivt på kløvergræs

Fedtsyre % af fedtsyrer	NORM	Restriktivt	SEM	P-værdi
C14:0	1,23	1,06	0,023	<b>0,038</b>
C16:0	22,24	21,26	0,160	<b>0,001</b>
C16:1w9	0,26	0,31	0,021	0,094
C16:1w7	2,49	2,25	0,064	<b>0,014</b>
C18:0 <sup>a</sup>	10,52	10,29	0,142	0,315
C18:1n-9	34,87	33,61	0,622	0,160
C18:1t11 (vaceen)	3,96	4,06	0,047	0,138
C18:2	16,07	17,37	0,510	0,077
C18:3n-6	0,72	0,73	0,038	0,856
C18:3n-3	0,95	1,07	0,032	<b>0,011</b>
C20:0	0,13	0,14	0,007	0,178
C20:1 <sup>a</sup>	0,58	0,64	0,025	0,065
C20:2 <sup>a</sup>	0,37	0,41	0,014	0,083
C20:4	3,01	3,58	0,219	0,074
C20:5	0,32	0,44	0,033	<b>0,010</b>
C20:3n-6	0,37	0,43	0,021	0,073
C20:3n-3 <sup>b</sup>	0,13	0,18	0,009	<b>0,003</b>
C22:5n-6	0,39	0,43	0,018	0,099
C22: 5n-3	0,74	0,99	0,055	<b>0,004</b>
n6 sum	20,92	22,94	0,74	0,063
n3 sum	2,30	2,84	0,090	<b>0,001</b>
n6/n3	9,12	8,09	0,115	<b>0,001</b>
SFA	34,01	32,75	0,275	<b>0,003</b>
MUFA	42,15	40,88	0,700	0,203
PUFA	22,83	25,35	0,815	<b>0,036</b>
% fedt i ts	1,69	1,49	0,090	0,113
lodtal g/100g fedt	89,39	94,69	1,42	<b>0,013</b>

<sup>a</sup>genotype\*fodring\*muskel vekselvirkning

<sup>b</sup>fodring\*muskel vekselvirkning

Tabel 24. Oxidation i muskel (kam og yderlår) fra slagtesvin fodret efter NORM eller Restriktivt på kløvergræs målt som TBARS mg/kg muskel

Fodring Genotype	NORM		Restriktivt		SEM	Fodring	P-værdi	
	DLY	TLY	DLY	TLY			Genotype	F*G
Kam ( <i>M. longissimus lumborum</i> )								
TBARS dag 1	0,96	0,92	1,43	1,63	0,147	0,001	0,595	0,444
TBARS dag 3	4,93 <sup>a</sup>	2,46 <sup>b</sup>	3,91 <sup>ab</sup>	4,52 <sup>a</sup>	0,632	0,417	0,156	<b>0,023</b>
TBARS - udvikling	3,97 <sup>a</sup>	1,55 <sup>b</sup>	2,47 <sup>ab</sup>	2,90 <sup>ab</sup>	0,620	0,907	0,118	<b>0,030</b>
Yderlår ( <i>M. biceps femoris</i> )								
TBARS dag 1	1,71	1,19	1,00	0,87	0,189	0,011	0,094	0,310
TBARS dag 3	5,19	3,31	3,50	2,83	0,690	0,126	0,074	0,389
TBARS - udvikling	3,48	2,12	2,50	1,95	0,61	0,352	0,126	0,506

## 5. Diskussion

Der findes ikke i litteraturen forsøg, der direkte kan sammenlignes med de to studier der er gennemført på Aarhus Universitet (AU) med kløvergræsproteinprodukt til hhv. slagtekyllinger (Multiplant) og slagtesvin (SuperGrassPork og GreenPork). Derfor danner resultaterne fra AU forsøgene udgangspunkt for denne diskussion, og resultater fra litteraturen og projektet SUMMER inddrages, hvor de kan bidrage med yderligere information om forventet effekt af græsbaseret protein til slagtekyllinger og slagtesvin.

### 5.1 Effekt af kløvergræsproteinprodukt på produktion, kød- og spisekvalitet

Frisk kløvergræs blev bioraffineret til kløvergræsproteinprodukt i 2016 og 2018, og derefter anvendt til hhv. slagtekyllinger og slagtesvin. De to produkter adskiller sig i råproteinkoncentrationen, hhv. 36,2 og 47,0%. Denne forskel i kvalitet forklares med raffineringsprocessen, som er blevet optimeret i denne periode, og dette har vist sig at være afgørende for produktionsresultaterne hos dyrene. Hos slagtekyllingerne ses en produktionsnedgang i kraft af lavere daglig tilvækst og lavere foderudnyttelse fra 8 til 16% kløvergræsproteinprodukt og yderligere forringelse ved tilsætning af 24% kløvergræsproteinprodukt (produceret i 2016). I modsætning til dette ses der ingen produktionsændring hos slagtesvinene ved tildeling fra 5 til 15% kløvergræsproteinprodukt (produceret i 2018). For slagtesvinene, der er tildelt 15% kløvergræsproteinprodukt, betyder det at foderrationen til grisene i slagtesvineperioden kan sammensættes helt uden tilsætning af soja.

For slagtekyllingerne tildelt kløvergræsproteinprodukt findes der kun data på fedtsyresammensætningen i brystfilet, hvor der sker en stigning i mængden af n3-PUFA med stigende mængde kløvergræsproteinprodukt, men ingen ændring i den procentvise fordeling mellem mættet, mono-umættet og poly-umættet fedt. I produktionsforsøget med slagtekyllinger på friland (SUMMER) ses en nedgang i Linolsyre og Linolensyre, men samlet set et lavere forhold mellem n6/n3 fedtsyrer hos slagtekyllingerne, der forventes at have ædt mest græs og urter (L2). Disse ændringer med stigende mængde kløvergræs i foderrationen er også fundet i litteraturen og afspejler den forventede udvikling i fedtsyresammensætningen. Resultatet mod mere n3-PUFA er positivt ud fra et humant synspunkt (Jaturasitha et al. 2016), men det er ikke muligt at sige, om den stigende mængde n3-PUFA har konsekvenser for oxidationsrisikoen for i kødet. I begge dosis-responsforsøg med slagtekyllinger og slagtesvin er der målt en faldende koncentration af antioxidanter (E-vitamin) med stigende tilsætning af kløvergræsproteinprodukt, hvilket indikerer, at der er et træk på antioxidanterne i kødet for at hindre oxidation. I forsøget med slagtesvin blev der ikke fundet nogen forskel i oxidationsgraden, hvilket antyder, at det er muligt at beskytte mod oxidation, hvis der er tilstrækkeligt med E-vitamin eller lignende antioxidanter tilstede i kødet.

Bortset fra ændringer i fedtsyresammensætningen er der ikke på grundlag af litteraturen eller produktionsforsøget med slagtekyllinger på friland (SUMMER) tydelige indikationer på ændringer i kød- og spisekvaliteten i kraft af græs eller græslignende produkter i foderrationen, nærmere tværtimod, der ses meget små forskelle i kød- og spisekvaliteten. I projektet med slagtekyllinger på friland (SUMMER) blev der fundet en lavere konsistens og tilsvarende kortere tyggetid og mindre fasthed i mund i brystfilet fra kyllinger, der forventes at have ædt mest græs og urter (L2). Dette forklares ved, at de ved denne strategi udviste kompensatorisk vækst

de sidste to uger før slagtning, hvor de havde fri adgang til en økologisk standardblanding (Therkildsen et al. 2013), og det forventes ikke at have en direkte sammenhæng med mængden af optaget græs og urter. Men det er værd at bemærke, at der ikke blev fundet forskelle i den sensoriske bedømmelse af hverken aroma eller smag af kødet fra disse slagtekyllinger, selvom der ved måling af farve blev fundet en markant forskel i den gule farve af brystfilet hos de kyllinger, der var kortest tid på den økologiske standardblanding (L2), hvilket netop indikerer at disse kyllinger har ædt en væsentlig andel af græs og urter, uden at det har betydet noget for holdbarhed, smag og aroma.

For slagtesvin viser dosis-responsforsøget tilsvarende en ændring i fedtsyreprofilen af både muskel og fedt mod mere n3-PUFA, mindre n6-PUFA og derfor en markant ændring i n6/n3 forholdet. Dette er også ændringer, der er set i litteraturen ved tildeling af mere græs eller græs-lignende produkter og blev tilsvarende fundet i kødet fra de restriktivt fodrede slagtesvin i projektet SUMMER. På trods af disse ændringer i fedtsyresammensætningen, blev der i dosis-responsforsøget, som nævnt ovenfor ikke fundet forskel i oxidationsgraden mellem 0, 5, 10 og 15% kløvergræsproteinprodukt. I SUMMER projektet var der en stigning i andelen af PUFA, en stigning i jodtallet, og der blev fundet en øget oxidation ved den ene genotype (TLY) i kød fra grise der blev fodret restriktivt og dermed åd mere græs og urter sammenlignet med NORM fodring. Dette antyder, at der kan være en risiko for øget oxidation ved ændringer mod mere umættet fedt, hvilket kan hænge sammen med hvor mange antioxidanter, der er til rådighed for at hæmme oxidation. I SUMMER projektet er der ikke målt indhold af antioxidanter i kødet, men en forskel i indhold mellem de to genotyper kunne måske forklare forskellen i oxidation.

Dosis-responsforsøget med stigende mængder kløvergræsproteinprodukt til slagtesvin viser, at de øvrige kød- og spisekvalitetssegenskaber ikke ændrer sig signifikant, som følge af proteinkilden. Dette gælder pH, tekstur, aroma og smag, hvor der ikke findes nogen forskelle. Undtagen herfor er farven af det ferske kød, hvor svinekammen bliver mere mørk, mindre rød og mindre gul, yderlåret mere mørkt, og spækket mere mørkt og mere gult. Disse ændringer i farve vurderes dog fortsat at ligge inden for normalområdet af fersk svinekød, men det kan være relevant at teste dette over for forbrugere og aftagere. I SUMMER produktionsforsøget med slagtesvin på friland blev der fundet en række forskelle mellem de to fodringsstrategier, hvor de restriktivt fodrede slagtesvin, der forventes at have ædt mere kløvergræs og cikorie (Kongsted et al. 2015) havde et større dryptab, en højere konsistens, og lavere mørhed sammenlignet med slagtesvin, der var fodret efter NORM med økologisk kraftfoderblanding. Disse tekstur forskelle mellem de to fodringsstrategier forventes at hænge sammen med tilvæksten før slagtning, og dermed protein omsætningen i muskulaturen, som har betydning for mørhedsudviklingen (Therkildsen et al. 2002; Kristensen et al. 2004), og har ikke en direkte sammenhæng med mængden af indtaget kløvergræs og cikorie fra marken. Der blev ikke fundet forskelle i smag og aroma mellem de to strategier, selvom det forventes af de restriktivt fodrede grise har dækket 26% af deres energibehov ved fouragering på marken versus 13% for de NORM fodrede.

## 5.2 Manglende viden

Litteraturgennemgangen og evaluering af relevante forsøg fra AU viser potentialet for kløvergræsprotein til slagtekyllinger og slagtesvin som erstatning for f.eks. sojaprotein. Der er dog områder, der lægger op til yderligere undersøgelser med slagtekyllinger og slagtesvin.

For slagtekyllinger er der behov for at dosis-responsforsøg tilsvarende til forsøget med slagtesvin med den forbedrede kvalitet af kløvergræsproteinproduktet inklusiv kød- og spisekvalitetsundersøgelser for at få belyst effekten af dette produkt på slagtekyllingers produktion og kødkvalitet, og dermed mulighederne for at erstatte soja med kløvergræsprotein i foderblandingerne til slagtekyllinger. Her vil det også være relevant at inddrage effekten af produktionssystem, f.eks. hvor meget kan der tilsættes af kløvergræsprotein til kraftfoderet til økologiske slagtekyllinger, når der er krav om adgang til udeareal med vegetation (Landbrugsstyrelsen, 2019), hvor det forventes at slagtekyllingerne vil fouragere. Desuden at belyse responset hos langsomt- og hurtigt voksende genotyper, bl.a. fordi langsomt voksende typisk er mere aktive i deres fødesøgning og dermed kan indtage en større mængde grønt fra udearealet.

For slagtesvin viser resultaterne, at der kan tilsættes op til 15% kløvergræsproteinprodukt med 47% råprotein til slagtesvin, uden negative effekter på produktions-, kød- og spisekvalitetssegenskaber. 15% kløvergræsprotein var den maksimale tilsætning, der blev undersøgt i forsøget, det vil derfor være relevant at undersøge, hvor meget der kan tilsættes før det får negative konsekvenser for produktion, kød- og spisekvalitet, samt at undersøge om det afhænger af, hvilke proteinkilder der erstattes. Her kan det også være relevant at se på effekten af produktionssystem samt køn, for at afdække om der kan være effekt på f.eks. ornelugt. For økologiske slagtesvin er der krav om adgang til grovfoder, som kan være frisk græs (Landbrugsstyrelsen, 2019). Den mængde kløvergræsprotein, der kan tilsættes til kraftfoderet, vil eventuelt afhænge af grovfodertype og hvor meget grisene æder af dette.

Kvaliteten af svinekød er afgørende for den videre forarbejdning til f.eks. saltede produkter og pålægsvarer. Dette er ikke undersøgt i AU forsøgene. Der er set ændringer i fedtsyresammensætningen i begge forsøg, hvilket kan have betydning for processering og sliceability, hvorfor dette bør indgå i fremtidige undersøgelser sammen med iodtals bestemmelser på rygspæk, som anvendes som kvalitetskrav for specifikke produkttyper (Landbrug og Fødevarer, 2015).

For både slagtekyllinger og slagtesvin er der de seneste år inddraget nye genotyper i produktionen, specielt i den økologiske produktion. I SUMMER projektet med slagtekyllinger og slagtesvin er der indikationer på, at der kan være forskelle i responset på både produktions- og kødkvalitetssegenskaber mellem genotyper. Det er derfor relevant at inddrage forskellige genotyper i fremtidige undersøgelser.

Endelig bør der være fokus på mængden af E-vitamin og andre antioxidanter i foderet, som ser ud til at være vigtige for at hindre oxidation i kødet. Undersøgelser af hvor meget der kommer direkte fra kløvergræsprotein og hvor meget det derudover er nødvendigt at tilsætte til foderet for at opnå den ønskede effekt i kødet, kræver fremtidige undersøgelser med både slagtekyllinger og slagtesvin.

## 6. Konklusion

Kløvergræsprotein bioraffineret fra frisk kløvergræs er et lovende fodermiddel, som delvis erstatning for soja i kraftfoderblandinger til slagtekyllinger og slagtesvin. Bioraffineringsprocessen er vigtig for at opnå en høj kvalitet med højt råprotein indhold i produktet for at undgå negative konsekvenser på produktionsegenskaber. Udsiftning af soja med kløvergræsproteinprodukt til slagtekyllinger og slagtesvin vil betyde, at der sker en ændring i fedtsyresammensætningen af specielt de poly-umættede fedtsyrer (PUFA). Der kommer en større andel af n3-PUFA, hvilket er positivt ud fra et humant perspektiv. Der bliver også et større forbrug af antioxidanter i kødet ved fodring med kløvergræsprotein for at hindre oxidation, og det er derfor vigtigt at følge op på, hvilket indhold i foderet, der er nødvendig for at bevare en høj kvalitet af kødet. I forsøg med slagtesvin har det vist sig, at det er muligt at tildele op til 15% kløvergræsproteinprodukt uden at det har en betydning for produktion, kød- eller spisekvalitet. For slagtekyllinger er niveauet ikke undersøgt mht. maksimalt indhold af høj-kvalitets kløvergræsproteinprodukt i forhold til effekt på kød- og spisekvalitet. Endelig bør der være opmærksomhed på betydningen af genotype og produktionssystem i forhold til fremtidige studier af tildeling af kløvergræsproteinprodukt, da det ikke kan udelukkes, at der kan være en betydning af disse faktorer i forhold til produktion, kød- og spisekvalitet.

## 7. Litteratur

- Almeida, J., Bressan, M.C., Santos-Silva, J., Moreira, O., Bettencourt, C., Gama, L.T., 2018. Physicochemical characteristics and sensory attributes of meat from heavy-weight Iberian and F1 Large White x Landrace pigs finished intensively or in free-range conditions. *J Anim Sci* 96, 2734-2746.
- Atapattu, N.S.B.M., Silva, L.M.S., 2016. Effects of Gradual Feed Dilution with Inert or Less Nutritive Materials on Growth Performance, Feed Cost and Meat Organoleptic Properties of Broiler Chicken. *Brazilian Journal of Poultry Science* 18, 427-433.
- Barton-Gade, P., 2008. Effect of rearing system and mixing at loading on transport and lairage behaviour and meat quality: comparison of outdoor and conventionally raised pigs. *Animal* 2, 902-911.
- Bligh, E.G. & Dyer, W.J., 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can J Biochem Physiol*, 37:911-917.
- Botsoglou N.A., Fletouris D.J., Papageorgiou G.E., Vassilopoulos V.N., Mantis A.J. & Trakatellis A.G., 1994. rapid, sensitive, and specific thiobarbituric acid method for measuring lipid-peroxidation in animal tissue, food, and feedstuff samples. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 42, 1931-7.
- Brown, S.N., Nute, G.R., Baker, A., Hughes, S.I., Warriss, P.D., 2008. Aspects of meat and eating quality of broiler chickens reared under standard, maize-fed, free-range or organic systems. *Br Poult Sci* 49, 118-124.
- Castellini, C., Mugnai, C., Dal Bosco, A., 2002. Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality. *Meat Sci* 60, 219-225.
- Cava, R., Ventanas, J., Ruiz, J., Andres, A.I., Antequera, T., 2016. Sensory characteristics of Iberian ham: Influence of rearing system and muscle location/ Características sensoriales del jamón Ibérico: Influencia del sistema de engorde y del músculo. *Food Sci Technol Int* 6, 235-242.
- Comert, M., Sayan, Y., Kirkpınar, F., Bayraktar, O.H., Mert, S., 2016. Comparison of Carcass Characteristics, Meat Quality, and Blood Parameters of Slow and Fast Grown Female Broiler Chickens Raised in Organic or Conventional Production System. *Asian-Australas J Anim Sci* 29, 987-997.
- Crawford M.A. & Ghebremeskel K., 1988. Leaf protein and its by-products in human and animal nutrition. Pirie, N.W. *Interdisciplinary Science Reviews* 13, 288-9.
- Damborg V.K., Jensen S.K., Johansen M., Ambye-Jensen M. & Weisbjerg M.R., 2019. Ensiled pulp from biorefining increased milk production in dairy cows compared with grass-clover silage. *Journal of Dairy Science* 102, 8883-97.
- Danielsen, V., Hansen, L.L., Møller, F., Bejerholm, C., Nielsen, S., 2000. Production results and sensory meat quality of pigs fed different amounts of concentrate and ad lib. Clover grass or clover grass silage. Danish Research Centre for Organic Farming (DARCOF), Tjele, pp. 79-86.
- Hansen, L.L., Claudi-Magnussen, C., Jensen, S.K., Andersen, H.J., 2006. Effect of organic pig production systems on performance and meat quality. *Meat Sci* 74, 605-615.
- Hansen, S., Therkildsen, M. & Byrne, D. 2006. Effects of compensatory growth strategy on sensory and physical properties of meat from young bulls. *Meat Sci.* 74, 628-643.
- Högberg, A., Pickova, J., Andersson, K., Lundström, K., 2003. Fatty acid composition and tocopherol content of muscle in pigs fed organic and conventional feed with different n6/n3 ratios, respectively. *Food Chemistry* 80, 177-186.
- Honikel K.O., 1998. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Sci.* 49, 447-57.
- Horsted, K., Allesen-Holm, B.H., Hermansen, J.E., Kongsted, A.G., 2012. Sensory profiles of breast meat from broilers reared in an organic niche production system and conventional standard broilers. *J Sci Food Agric* 92, 258-265.

- Husak, R.L., Sebranek, J.G., Bregendahl, K., 2008. A survey of commercially available broilers marketed as organic, free-range, and conventional broilers for cooked meat yields, meat composition, and relative value. *Poult Sci* 87, 2367-2376.
- Jaturasitha S., Chaiwang N., Kayan A. & Kreuzer M., 2016. Nutritional strategies to improve the lipid composition of meat, with emphasis on Thailand and Asia. *Meat Science* 120, 157-66.
- Jensen, B. B., Kudahl, A. B., Thomsen, R., Rasmussen, M. K., Kongsted, A. G., Gregersen, V. R., Callesen, H., Bendixen, C., Ekstrand, B. & Jensen, K. H., 2014. Alternatives to surgical castration in Danish pig production - A position review. DCA - Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug. 161 p. (DCA rapport; No. 42).
- Jensen S.K., 1994. Retinol determination in milk by HPLC and fluorescence detection. *J Dairy Res*, 61:233-240.
- Jensen S.K., 2008. Improved Bligh and Dyer extraction procedure. *Lipid Technology*, 20:280-281.
- Jensen S.K., Jensen, C., Jakobsen, K., Engberg, R. M., Andersen, J. O., Lauridsen, C., Sørensen, P., Skibsted, L.H. & Bertelsen, G., 1998. Supplementation of broiler diets with retinol acetate,  $\beta$ -carotene or canthaxanthin: Effect on vitamin status and oxidative status of broilers in vivo and on meat stability. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science*, 48:28-37.
- Jensen, S.K. & Nielsen, K.N., 1996. Tocopherols, retinol, beta-carotene and fatty acids in fat globule membrane and fat globule core in cows' milk. *J Dairy Res*, 63:565-574.
- Karwowska, M., Dolatowski, Z.J., 2013. Comparison of lipid and protein oxidation, total iron content and fatty acid profile of conventional and organic pork. *Int J Food Sci Technol* 48, 2200-2206.
- Kim, D.H., Cho, S.H., Kim, J.H., Seong, P.N., Lee, J.M., Jo, C., Lim, D.G., 2009. Comparison of the Quality of the Chicken Breasts from Organically and Conventionally Reared Chickens. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources* 29, 409-414.
- Kongsted A.G., Norgaard J.V., Jensen S.K., Lauridsen C., Juul-Madsen H.R., Norup L.R., Engberg R.M., Horsted K. & Hermansen J.E., 2015. Influence of genotype and feeding strategy on pig performance, plasma concentrations of micro nutrients, immune responses and faecal microbiota composition of growing-finishing pigs in a forage-based system. *Livestock Science* 178, 263-71.
- Kongsted, A.G. & Therkildsen, M., 2014. Effect of genotype and feed allowance on behavior, performance and meat quality of free-range pigs. European Association for Animal Production. Annual Meeting. Book of Abstracts, vol 20, s. 441-441.
- Kristensen L., Therkildsen M., Dall Aaslyng M., Oksbjerg N. & Ertbjerg P., 2004. Compensatory growth improves meat tenderness in gilts but not in barrows. *J.Anim.Sci.* 82, 3617-24.
- Landbrug og Fødevarer, 2015. Beretning vedrørende svineafgiftsfondens virksomhed i perioden 1.1.2014 – 31.12.2014. side 23.
- Landbrugsstyrelsen, 2019. Vejledning om økologisk jordbrugsproduktion. Miljø- og fødevarerministeriet, Landbrugsstyrelsen. ISBN 978-87-7120-014-0.
- Lærke, H. N., Stødkilde-Jørgensen, L., Ambye-Jensen, M., Jensen, S. K., Sørensen, J. F., Nørgaard, J. V., & Knudsen, K. E. B. 2019. Extracts of green biomass as source of protein for pigs. *EAAP Scientific Series: 138 - Pages: 177 – 178.* [https://doi.org/10.3920/978-90-8686-891-9\\_28](https://doi.org/10.3920/978-90-8686-891-9_28)
- Millet, S., Hesta, M., Seynaeve, M., Ongenaes, E., De Smet, S., Debraekeleer, J., Janssens, G.P.J., 2004. Performance, meat and carcass traits of fattening pigs with organic versus conventional housing and nutrition. *Livestock Production Science* 87, 109-119.
- Millet, S., Raes, K., Van den Broeck, W., De Smet, S., Janssens, G.P., 2005. Performance and meat quality of organically versus conventionally fed and housed pigs from weaning till slaughtering. *Meat Sci* 69, 335-341.
- Mordenti, A.L., Boccuzzi, R., Martelli, G., Zaghini, G., Sardi, L., 2009. The quality of raw and cured hams as affected by the dietary replacement of soya bean meal with alternative protein sources. *Vet Res Commun* 33 Suppl 1, 289-291.

- Mordenti, A.L., Martelli, G., Brogna, N., Nannoni, E., Vignola, G., Zaghini, G., Sardi, L., 2012. Effects of a soybean-free diet supplied to Italian heavy pigs on fattening performance, and meat and dry-cured ham quality. *Italian Journal of Animal Science* 11, e80.
- Mourao, J.L., Pinheiro, V.M., Prates, J.A., Bessa, R.J., Ferreira, L.M., Fontes, C.M., Ponte, P.I., 2008. Effect of dietary dehydrated pasture and citrus pulp on the performance and meat quality of broiler chickens. *Poult Sci* 87, 733-743.
- Oliveira, G.B., Alewijn, M., Boerrigter-Eenling, R., van Ruth, S.M., 2015. Compositional Signatures of Conventional, Free Range, and Organic Pork Meat Using Fingerprint Techniques. *Foods* 4, 359-375.
- Oksbjerg, N., Krogh, U., Jensen, J. A., Møller, H. S., Ramaekers, P, Rasmussen, M. K., Therkildsen, M., and Theil, P. K. 2019. Supplementation of sows with L-Arginine during gestating and lactation affects muscle traits of offspring related with postnatal growth and meat quality: From conception to consumption. *Meat Science* 152, 58-64.
- Paiva-Martins, F., Barbosa, S., Pinheiro, V., Mourao, J.L., Outor-Monteiro, D., 2009. The effect of olive leaves supplementation on the feed digestibility, growth performances of pigs and quality of pork meat. *Meat Sci* 82, 438-443.
- Petersen, M.B. & Jensen S.K., 2014. Biohydrogenation of Fatty Acids Is Dependent on Plant Species and Feeding Regimen of Dairy Cows. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62:3570-3576.
- Ponte, P.I., Mendes, I., Quaresma, M., Aguiar, M.N., Lemos, J.P., Ferreira, L.M., Soares, M.A., Alfaia, C.M., Prates, J.A., Fontes, C.M., 2004. Cholesterol levels and sensory characteristics of meat from broilers consuming moderate to high levels of alfalfa. *Poult Sci* 83, 810-814.
- Ponte, P.I., Prates, J.A., Crespo, J.P., Crespo, D.G., Mourao, J.L., Alves, S.P., Bessa, R.J., Chaveiro-Soares, M.A., Ferreira, L.M., Fontes, C.M., 2008. Improving the lipid nutritive value of poultry meat through the incorporation of a dehydrated leguminous-based forage in the diet for broiler chicks. *Poult Sci* 87, 1587-1594.
- Prevolnik, M., Ocepek, M., Candek-Potokar, M., Bavec, M., Skorjanc, D., 2011. Growth, Carcass and Meat Quality Traits of Pigs Raised under Organic or Conventional Rearing Systems Using Commercially Available Feed Mixtures. *Slovenian Veterinary Research* 48, 15-26.
- Rasmussen, M.K., Zamaratskaia, G., 2014. Regulation of porcine hepatic cytochrome p450 - implication for boar taint. *Comput Struct Biotechnol J* 11, 106-112.
- Rasmussen, M.K., Brunius, C., Zamaratskaia, G., Ekstrand, B., 2012. Feeding dried chicory root to pigs decrease androstenone accumulation in fat by increasing hepatic 3b hydroxysteroid dehydrogenase expression. *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology* 130, 90-95.
- Santamaria-Fernandez M., Molinuevo-Salces B., Lubeck M. & Uellendahl H., 2018. Biogas potential of green biomass after protein extraction in an organic biorefinery concept for feed, fuel and fertilizer production. *Renewable Energy* 129, 769-75.
- Santos e Silva, J., Enes, M., Figueiredo, F.O., Pires da Costa, J.S., Abreu, J.M.F., 2007. Grass utilization in growing finishing Bísaro pigs (85-107 kg): performance and carcass composition. In: Casabianca, F., Monin, G., Audiot, A. (Eds.) 5 International Symposium on the Mediterranean Pig, vol. 76. Zaragoza : CIHEAM, pp. 143-149.
- Smith, L.A., Houdijk, J.G., Homer, D., Kyriazakis, I., 2013. Effects of dietary inclusion of pea and faba bean as a replacement for soybean meal on grower and finisher pig performance and carcass quality. *J Anim Sci* 91, 3733-3741.
- Srednicka-Tober, D., Baranski, M., Seal, C., Sanderson, R., Benbrook, C., Steinshamn, H., Gromadzka-Ostrowska, J., Rembialkowska, E., Skwarlo-Sonta, K., Eyre, M., Cozzi, G., Krogh Larsen, M., Jordon, T., Niggli, U., Sakowski, T., Calder, P.C., Burdge, G.C., Sotiraki, S., Stefanakis, A., Yolcu, H., Stergiadis, S., Chatzidimitriou, E., Butler, G., Stewart, G., Leifert, C., 2016. Composition differences between organic and conventional meat: a systematic literature review and meta-analysis. *Br J Nutr* 115, 994-1011.



- Steenfeldt, S., Horsted, K. & Sørensen, P., 2014. Contribution of feeds from range in organic broiler production. Proceedings of Proceedings of the XIVth European Poultry Conference, Stavanger, Norway , 23-27 June, 2014.
- Stødkilde L., Damborg V.K., Jørgensen H., Lærke H.N. and Jensen S.K., 2018. White clover fractions as protein source for monogastrics: dry matter digestibility and protein digestibility-corrected amino acid scores. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 98:7, 2557-2563
- Stodkilde L., Damborg V.K., Jorgensen H., Laerke H.N. & Jensen S.K., 2019. Digestibility of fractionated green biomass as protein source for monogastric animals. *Animal* 13, 1817-25.
- Sundrum, A., Aragon, A., Schulze-Langenhorst, C., Butfering, L., Henning, M., Stalljohann, G., 2011. Effects of feeding strategies, genotypes, sex, and birth weight on carcass and meat quality traits under organic pig production conditions. *Njas-Wagen J Life Sc* 58, 163-172.
- Szymczyk, B., Gwiazda, S., Hanczakowski, P., 1996. The nutritive value for rats acid chicks of unextracted and defatted leaf protein concentrates from red clover and Italian ryegrass. *Anim Feed Sci Technol* 63, 297-303.
- Therkildsen, M., Horsted, K. & Steenfeldt, S. 2013. Improved texture of breast meat after a short finishing feeding period of broilers in an organic free-range system. *World's Poultry Science Journal*, vol 69, nr. supplement, s. 1-5.
- Therkildsen, M., Jensen, J. A., Andersen, E. S., Møller, H. S., Jensen, S. K. & Stødkilde-Jørgensen, L., 2019a. GreenPork : Kan det ses og smages, når slagtesvin fodres med græsprotein? Poster ved Food Festival 6-8. september, Aarhus, Danmark.
- Therkildsen, M., Rasmussen, M. K., Jensen, J. A., Jensen, S. K., Stødkilde-Jørgensen, L., 2019b. GreenPork - impact of grass-protein to slaughter pigs on final meat. Poster session præsenteret ved ICoMST 2019 65th International Congress of Meat Science and Technology, Potsdam, Tyskland.
- Therkildsen M., Riis B., Karlsson A., Kristensen L., Ertbjerg P., Purslow P.P., Dall Aaslyng M. & Oksbjerg N., 2002. Compensatory growth response in pigs, muscle protein turn-over and meat texture : effects of restriction/realimentation period. *Anim.Sci.* 75, 367-77.
- Woo-Ming, A., Arsi, K., Moyle, J.R., Gaunsalis, V.B., Owens, C.M., Clark, F.D., Fanatico, A., Upadhyay, A., Donoghue, D.J., Donoghue, A.M., 2018. Meat quality characteristics of fast-growing broilers reared under different types of pasture management: Implications for organic and alternative production systems (Part II). *J Appl Poultry Res* 27, 215-222.
- Young J.F., Karlsson A.H. & Henckel P., 2004. Water-holding capacity in chicken breast muscle is enhanced by pyruvate and reduced by creatine supplements. *Poultry Science* 83, 400-5.
- Zheng, M., Mao, P., Tian, X., Guo, Q., Meng, L., 2019a. Effects of dietary supplementation of alfalfa meal on growth performance, carcass characteristics, meat and egg quality, and intestinal microbiota in Beijing-you chicken. *Poult Sci* 98, 2250-2259.
- Zheng, M.L., Mao, P.C., Tian, X.X., Meng, L., 2019b. Growth performance, carcass characteristics, meat and egg quality, and intestinal microbiota in Beijing-you chicken on diets with inclusion of fresh chicory forage. *Italian Journal of Animal Science* 18, 1310-1320.

### **Om DCA**

DCA - Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug er den faglige indgang til jordbrugs- og fødevarerforskningen ved Aarhus Universitet (AU). Centrets hovedopgaver er myndighedsbetjening, videnudveksling, rådgivning og erhvervs- og internationalt samarbejde.

Centret koordinerer videnudveksling og rådgivning med institutter, som har fødevarer og jordbrug, som hovedområde eller et meget betydende delområde:

Institut for Husdyrvidenskab  
Institut for Fødevarer  
Institut for Agroøkologi  
Institut for Ingeniørvidenskab  
Institut for Molekylærbiologi og Genetik

Herudover har DCA mulighed for at inddrage andre enheder ved AU, som har forskning af relevans for fagområdet.

### **DCA rapporter og nyhedsbrev**

DCA rapporter indeholder hovedsageligt myndighedsrådgivning i henhold til Aarhus Universitets aftale med Miljø- og Fødevareministeriet. Derudover udgives rapporter, som indeholder afrapportering fra forskningsprojekter, oversigter, vidensynteser, konferencebilag, tekniske afprøvninger, vejledninger m.fl.

Rapporterne kan frit downloades her: [dca.au.dk](http://dca.au.dk)

Gengivelse er tilladt med kildeangivelse, herunder link til DCAs rapporthjemmeside: [dca.au.dk/publikationer/](http://dca.au.dk/publikationer/)

DCA udsender endvidere ugentligt et nyhedsbrev, der orienterer om forskning i jordbrug og fødevarer samt kommende arrangementer.

Tilmelding til nyhedsbrevet på [dca.au.dk](http://dca.au.dk)



## RESUME

Cirkulær bioøkonomi er en vigtig vej til at adressere en række af de miljø- og ressourcemæssige udfordringer, som vores nuværende produktion af varer har skabt. For husdyrproduktion og dermed kødproduktion kan det være at fremme en mere ressourceeffektiv anvendelse af biomasse til foder. For Danmark er det relevant at undersøge nye proteinværdikæder, bl.a. fordi en meget stor andel af det protein, der anvendes i den danske husdyrproduktion, importeres. En ny proteinværdi-kæde er bioraffinering af græs. Proteinkoncentrat fra bioraffineret græs kan anvendes som proteinkilde til slagtekyllinger og slagtesvin, men det er væsentligt at få dokumenteret, at der ikke ved introduktionen skabes andre problemer for kødproduktionen f.eks. en reduktion af fodereffektivitet og/eller ringere kød- og spisekvalitet. Denne rapport undersøger effekten af fodring med stigende mængder kløvergræsproteinprodukt til slagtekyllinger og slagtesvin. Rapporten konkluderer at anvendelsen af kløvergræsproteinprodukt til kyllinger og grise er lovende, og at det forventes at produktet kan indgå i foderrationen til slagtekyllinger og slagtesvin uden at det har negative konsekvenser for kød- og spisekvaliteten.