



Råvarekvalitet

Foderets indflydelse på råvarekvaliteten
hos slagtesvin 2.

Linolsyre/linolensyre og solsikkefrø.

*The influence of feeds on meat quality of
growing pigs 2.*

Linoleic acid/linolenic acid and sunflower seed.



Richard Østerballe og Arne Madsen
Jens Jørgensen, Camilla Bejerholm
og Hanne-Lise Barton

03 JAN. 1991

685

Beretning

Foulum 1990

STATENS HUSDYRBRUGSFORSØG

Foulum, Postboks 39, 8830 Tjele. Telf.: 86 65 25 00

Statens Husdyrbrugsforsøg, oprettet 1883, er en institution under Landbrugsministeriet.

Institutionens mål er gennem forskning vedrørende avl, ernæring og miljø m.v. at øge den biologiske viden på husdyrbrugsområdet samt at udvikle nye metoder og ny teknik til fremme af dansk husdyrbrug.

Forskningen finansieres over statsbudgettet suppleret med bevillinger fra statslige og private fonde og landbrugets organisationer. Institutionen består af følgende afdelinger:

Dyrefysiologi og biokemi

Forsøg med kvæg og får

Forsøg med svin og heste

Forsøg med fjerkræ og kaniner

Forsøg med pelsdyr

Landbrugsdrift

Administration

NATIONAL INSTITUTE OF ANIMAL SCIENCE

Foulum, Postboks 39, 8830 Tjele, Denmark

Telephone: +45 86 65 25 00

The National Institute of Animal Science was founded 1883 and is a governmental research institute under the Ministry of Agriculture.

The aim of the institute is to investigate genetical, nutritional and environmental factors in farm animal production and to develop new methods and technology for the promotion of animal husbandry in Denmark.

The institute is financed by the State budget supplemented by grants from governmental, agricultural and private foundations.

The institute consists of the following departments:

Animal Physiology and Biochemistry

Research in Cattle and Sheep

Research in Pigs and Horses

Research in Poultry and Rabbits

Research in Fur Animals

Farm Management

Administration

Richard Østerballe og Arne Madsen
Afdelingen for Forsøg med Svin og Heste

H. P. Mortensen, Camilla Bejerholm og Patricia Barton
Slakteriernes Forskningsinstitut

Foderets indflydelse på råvarekvaliteten hos slagtesvin 2. Linolsyre/linolensyre og solsikkefrø

*The influence of feeds on meat quality of
growing pigs 2.
Linoleic acid/linolenic acid and sunflower seed.*

With English summary and subtitles

Manuskriptet afleveret november 1990

I kommission hos Landhusholdningsselskabets forlag,
Rolighedsvej 26, 1958 Frederiksberg C.

Trykt i Frederiksberg Bogtrykkeri a/s 1990

FORORD

Kravene til råvarekvaliteten hos slagtesvin er blevet aktuelt i de senere år. Mange forhold har imidlertid indflydelse herpå. Ved hjælp af en speciel bevilling fra Landbrugsministeriet er der i 1988 iværksat en større systematisk undersøgelse over foderets indflydelse på råvarekvaliteten. Resultaterne fra de fem første forsøg er publiceret i 673 Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg. Nærværende beretning omfatter de to næste forsøg i denne serie.

Undersøgelserne foretages i snævert samarbejde med Slagteriernes Forskningsinstitut (SF) i Roskilde. Fodringsforsøgene udføres dels på svineforsøgsstationen Sjælland II, Roskilde, der ejes af Danske Slagterier, dels ved Statens Husdyrbrugsforsøg i Foulum. Efter slagtning udtages forskellige prøver på slagtekroppen, som SF undersøger for en række vigtige kvalitetsegenskaber.

Aage Søgaard har assisteret ved databehandlingen, der er foregået på Danmarks EDB Center for forskning og uddannelse, UNI·C, Lyngby. Manuskriptet er renskrevet af Tove Børsting.

Foulum, november 1990

Henning Staun

INDHOLDSFORTEGNELSE

FORORD.....	3
SAMMENDRAG.....	6
SUMMARY.....	7
 1. INDLEDNING.....	 8
 2. MATERIALER OG METODER.....	 9
2.1 Forsøgsplan og metodik.....	9
2.2 Foderstofferne kemiske sammensætning.....	9
2.3 Foderblandingerne sammensætning.....	11
2.4 Statistisk analyse.....	14
2.5 Råvarekvalitet.....	14
2.5.1 Prøveudtagning.....	14
2.5.2 Fedtsyresammensætning og jodtal i rygspæk..	15
2.5.3 Skatol i rygspæk.....	15
2.5.4 Sondetal og pH ₂ -værdier.....	16
2.5.5 Saftbindeevne.....	17
2.5.6 Fedtindhold.....	17
2.5.7 Proteinindhold.....	17
2.5.8 Pigmentindhold.....	17
2.5.9 Smagsbedømmelse.....	18
 3. LINOLSYRE / LINOLENSYRE (Sv. 709).....	 19
3.1 Resultater.....	19
3.1.1 Tilvækst, foderforbrug og slagte­kvalitet...	19
3.1.2 Råvarekvalitet.....	21
3.2 Diskussion.....	25
3.2.1 Tilvækst, foderforbrug og slagte­kvalitet...	25
3.2.2 Råvarekvalitet.....	27

4.	SOLSIKKEFRØ (Sv. 715).....	30
4.1	Resultater.....	30
4.1.1	Tilvækst, foderforbrug og slagtekvalitet...	30
4.1.2	Råvarekvalitet.....	32
4.2	Diskussion.....	35
4.2.1	Tilvækst, foderforbrug og slagtekvalitet...	35
4.2.2	Råvarekvalitet.....	36
5.	DISKUSSION AF FODERFEDTETS INDFLYDELSE PÅ FEDTDEPONERING.	39
5.1	Fedtsyresammensætning i rygspæk.....	39
5.2	Intramuskulært fedt.....	48
6.	KONKLUSION.....	52
7.	LITTERATUR.....	53

SAMMENDRAG

Der er udført to forsøg for at belyse foderets indflydelse på slagtesvins tilvækst, foderforbrug, kødindhold og råvarekvalitet. Sogrise og galte blev fodret individuelt efter samme daglige energinorm i perioden 20-100 kg. De anvendte foderblandinger indeholdt så vidt muligt normale mængder fordøjelige aminosyrer, mineraler og vitaminer. Dagen efter slagtning blev der målt kødkvalitet (sondetal og pH₂) samt udtaget prøver til analyse af: saftbindeevne, fedt-, protein- og pigmentindhold. Rygspækket blev analyseret for fedtsyresammensætning og skatolindhold. Endvidere blev spisekvaliteten af bacon vurderet af et smagshold.

I et 2X3 faktorielt forsøg blev et grundfoder af sojaskrå og byg tilsat 6 pct. fedt med varierende fedtsyresammensætning. 15 og 31 pct. linolsyre blev kombineret med 1,5, 3,7 og 6,0 pct. linolensyre. Forsøgsbetingelserne påvirkede kun produktionsresultaterne i meget begrænset omfang. Ved høje koncentrationer af polyumættede fedtsyrer kunne der konstateres et fald i kødprocenten hos galte. Kun få råvarekvalitetsegenskaber blev påvirket. Med stigende mængder linol- og linolensyre i foderet var der et stigende indhold af polyumættede fedtsyrer i rygspæk, og ved det største indhold af polyumættede fedtsyrer i foderet var indholdet af intramuskulært fedt forøget. Smagskaraktererne var ikke påvirket af fodringen.

I det andet forsøg blev sojaskrå og byg erstattet med 4, 8 og 12 pct. solsikkefrø. Hverken produktionsresultaterne eller råvarekvaliteten, med undtagelse af fedtsyresammensætningen i rygspæk, var signifikant påvirket af fodringen. Det gennemsnitlige jodtal i rygspæk var for højt allerede ved 4 pct. solsikkefrø i foderet.

Resultaterne fra disse to forsøg er sammenholdt med resultater fra tidligere publicerede danske forsøg, og foderfedtets indflydelse på fedtsyresammensætningen i rygspæk og intramuskulært fedt er diskuteret.

SUMMARY

Two experiments were carried out in order to investigate the influence of feed on growth, feed efficiency, lean content and meat quality of growing pigs. The pigs were fed individually according to the same net energy level during the growth period 20-100 kg. The feed mixtures used contained, as far as possible, normal amounts of digestible amino acids, minerals and vitamins. After slaughter, meat samples were analyzed for: Probe value, pH₂, water holding capacity, intramuscular fat content, protein and pigment content. Fatty acid composition and skatole content were analyzed in backfat samples. Furthermore bacon quality was evaluated by a taste panel.

In a 2X3 factorial experiment, 6 percent fat with varying fatty acid composition, was added to a basal diet of soybean meal and barley. 15 and 31 percent linoleic acid were combined with 1.5, 3.7 and 6.0 percent linolenic acid. The experimental conditions only influenced the production results to a limited degree. At high concentrations of polyunsaturated fatty acids, a decrease in the meat percentage of castrates was observed. Few meat quality traits were influenced. With increasing levels of linoleic and linolenic acid in the feed, the backfat content of polyunsaturated fatty acids increased and at the highest level the intramuscular fat content increased. Taste panel scores were not affected.

In the second experiment soybean meal and barley were replaced by 4, 8 and 12 percent sunflower seeds. Neither the production results nor the meat quality, except back fat fatty acid composition, were significantly influenced by the feed. The average iodine value in back fat was too high even with 4 percent sunflower seeds included in the feed.

The results from these two experiments are compared with results from previously published Danish experiments, and the influence of feedfat on backfat fatty acid composition and intramuscular fat content are discussed.

1. INDLEDNING

Denne beretning omhandler to forsøg fra en forsøgsrække til belysning af spørgsmål vedrørende foderets indflydelse på råvarekvaliteten. Resultatet af de første fem forsøg er publiceret i 673. Beretning fra SH. Det fremgår bl.a. heraf, at fedtet i forskellige fodermidler har stor indflydelse på det aflejrede fedts sammensætning og dermed på råvarekvaliteten. De langkædede polyumættede fedtsyrer linol- og linolensyre er specielt interessante, da de både har vigtige fysiologiske egenskaber og stor indflydelse på fedtdepoterne hos grise. Det essentielle behov for linolsyre er undersøgt af Christensen (1985), og Tinoco (1982) har beskrevet linolensyrens betydning.

Linol- og linolensyre er de basale fedtsyrer i de såkaldte n-6 og n-3 fedtsyrefamilier. I de senere år har det vist sig, at under normale omstændigheder, når behovet for disse fedtsyrer er dækket, er forholdet imellem n-6 og n-3 fedtsyrer af stor betydning for deres fysiologiske effekt (Kinsella et al., 1990). For at undersøge om fedtsyresammensætningen i foderet har indflydelse på forskellige råvarekvalitetsparametre hos slagtesvin, blev der udført et fodringsforsøg (Sv. 709) med konstant indhold af protein og fedt, men med varierende fedtsyresammensætning. Ved at tilsætte et grundfoder 6 pct. fedt fra forskellige fedtkilder, blev 15 og 30 pct. linolsyre kombineret med 2, 4 og 6 pct. linolensyre.

Endvidere blev der udført et forsøg (Sv. 715), hvor 4, 8, og 12 pct. solsikkefrø erstattede byg og sojaskrå. Udenlandske forsøg har vist, at disse proteinrige og olieholdige frø er anvendelige som alternativ foder i svineproduktionen (Marchello et al., 1984, Hartman et al., 1985, Wahlstrom, 1985).

Da formålet med de to udførte forsøg har været at belyse foderets indflydelse på råvarekvaliteten, har grisene fået samme daglige fodermængde ved samme vægt, ligesom det er tilstræbt, at de har fået normale mængder af aminosyrer, mineraler og vitaminer.

2. MATERIALER OG METODER

2.1 Forsøgsplan og metodik

Der er udført 2 forsøg (Sv. 709 og 715). Sv. 709 er et faktorielt forsøg med 2 niveauer af linolsyre (15 og 31 pct. af totalfedt), kombineret med 3 niveauer af linolensyre (1,5, 3,7 og 6,0 pct. af totalfedt) i en grundfoderblanding tilsat 6 pct. fedt. Sv. 715 er et regressionsforsøg, hvor sojaskrå og byg er delvis erstattet med 4, 8 og 12 pct. solsikkefrø.

Ialt er der anvendt 200 krydsningsgrise (YL x Y el. YL x L) der inden for kuld er fordelt tilfældigt på forsøgsholdene. Forsøg Sv. 709 er udført på Sjælland II med 10 kuld a 6 sogrise og 10 kuld a 4 galte. Forsøg Sv. 715 er udført ved SH i Foulum med 10 kuld a 4 sogrise + 4 galte. Der blev fodret individuelt efter følgende norm:

Vægt, kg	20	30	40	50	60	70	80	90	100
FEs dgl.	0,9	1,5	1,9	2,2	2,5	2,7	2,8	2,9	3,0

Grisene er indsat ved 20 kg og slagtet ved 100 kg. De er vejet hver 14. dag og fodermængden er reguleret hver uge. Ved slagtingen er kødindholdet (KC) bestemt, og dagen efter er der udtaget prøver til kvalitetsmålinger (afsnit 2.5).

2.2 Foderstoffernes kemiske sammensætning

Foderstoffernes kemiske sammensætning blev analyseret en gang om måneden i hele forsøgsperioden. Gennemsnitsresultaterne er vist i tabel 2.1.

Ved beregning af foderenheder er der anvendt standard fordøjelighedskoefficienter (Statens Foderstofkontrol, 1987). For solsikkefrøenes vedkommende blev der udført fordøjelighedsforsøg ved SH i Foulum, hvor følgende fordøjelighedskoefficienter blev fundet: råprotein 78, råfedt 85, træstof 6 og N-fri ekstr. 41.

Tabel 2.1 Foderstoffernes kemiske sammensætning

Table 2.1 Chemical composition of the feed

	Soja- skrå	Byg	Sol- sikke- frø	Palme- kerne- olie	Hør- frø- olie	Majs- kim- olie
FES pr. kg	1,12	1,02	1,19	3,26	3,22	3,26
<u>g/100g foderstof:</u>						
Tørstof	86,5	85,6	92,2	99,9	99,9	99,9
Råprotein	44,6	10,3	19,9			
Lysin	2,6	0,4	0,6			
Treonin	1,8	0,4	0,7			
Methionin	0,6	0,2	0,4			
Cystin	0,7	0,2	0,3			
Fedt (Stoldt)	3,1	2,9	31,2	99,9	98,6	99,8
Træstof	6,0	3,5	23,9			
Aske	6,2	1,7	3,1			
N-fri ekstr.	26,6	67,2	14,0		1,3	
<u>g/100 g fedtsyrer:</u>						
Caprylsyre (C8:0)	-	-	-	5,1	-	-
Caprin- (C10:0)	-	-	-	3,2	-	-
Laurin- (C12:0)	0,2	0,2	-	40,8	-	-
Myristin- (C14:0)	0,4	0,3	0,1	12,0	0,1	0,1
Palmitin- (C16:0)	18,3	25,2	7,0	8,3	6,6	10,4
Stearin- (C18:0)	4,2	1,3	6,3	2,2	4,9	1,6
Olie- (C18:1)	15,9	12,8	22,2	23,6	20,5	30,7
Linol- (C18:2)	51,8	53,6	61,6	4,0	14,6	54,6
Linolen- (C18:3)	6,8	4,9	0,4	0,1	51,9	1,7
Arachin- (C20:0)	0,4	0,2	0,4	0,1	0,4	0,4
Eicosen- (C20:1)	0,3	0,7	0,2	0,1	0,3	0,3
Eicosadien- (C20:2)	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1
Arachidon- (C20:4)	-	-	-	-	0,1	0,5
Mættede fedtsyrer	23,5	27,2	13,8	71,7	12,0	12,5
Umættede "	74,9	72,2	84,5	27,9	87,6	87,9
Polyumættede "	58,7	58,7	62,1	4,2	66,8	56,9
Totale fedtsyrer,						
pct. af fedt	70,3	86,6	80,3	98,5	93,7	96,5
Jodtal	135	128	132	29	182	127
Jodtalsprodukt (JTP)	37	38	418	294	1817	1268

Der blev anvendt forskellige partier af sojaskrå og byg i de to forsøg, men da forskellene var små, angiver tallene i tabel 2.1 gennemsnittet af alle analyser på sojaskrå og byg. De anvendte solsikkefrø var ikke behandlet på nogen måde, og blev formålet sammen med byggen. Palmekerneolie og majsskimolie blev indkøbt fra Århus Oliefabrik A/S, mens hørfrøolien var fra Dansk Sojakagefabrik. Alle tre oliepartier blev tilsat etoxyquin som antioxidant. (Angående jodtal se evt. afsnit 2.5.2).

2.3 Foderblandingerne sammensætning

Af praktiske årsager er der anvendt de samme foderblandinger i hele forsøgsperioden 20-100 kg i Sv. 709. I Sv. 715 er foderblandingerne proteinindhold lavere i perioden 50-100 kg end i perioden 20-50 kg. Dette er opnået ved ændringer i foderets indhold af sojaskrå og byg. Foderblandingerne relative sammensætning er vist i tabel 2.2.

Tabel 2.2 Foderblandingerne sammensætning

Table 2.2 Composition of experimental diets

Sv. 709 hold	1	2	3	4	5	6
Pct. af foder:						
Sojaskrå	31	31	31	31	31	31
Byg	60	60	60	60	60	60
Palmekerneolie	6	5,6	5,2	3,0	2,6	2,2
Hørfrøolie	-	0,4	0,8	-	0,4	0,8
Majskimolie	-	-	-	3,0	3,0	3,0

Sv. 715 hold	1	2	3	4
periode *	1	2	1	2
Pct. af foder:				
Sojaskrå	24	18	23	17
Byg	73,4	79,3	70,4	76,3
Solsikkefrø	-	-	4	4
			8	8
				12
				12

* periode 1 = 20-50 kg, periode 2 = 50-100 kg

Ud over det i tabellen anførte indeholdt alle blandinger 0,4 pct. kogsalt, 0,8 pct. kridt, 1,2-1,3 pct. dikalciumfosfat samt 0,2 pct. vitamin- og mikromineralblanding. Sidstnævnte indeholdt pr. g:

2000 i.e.	A-vitamin	40 mg	zink
500 " "	D ₃ -vitamin	10 "	kobber
2 mg	B ₂ -vitamin	25 "	jern
5 "	pantotensyre	14 "	mangan
0,01 "	B ₁₂ -vitamin	0,15 "	selen
15 "	E-vitamin	0,1 "	jod
1 "	K ₃ -vitamin		

På baggrund af de kemiske analyser af foderstofferne og foderblandingerne sammensætning er den gennemsnitlige kemiske sammensætning af de anvendte foderblandinger beregnet. Resultaterne er vist i tabel 2.3 og 2.4.

Tabel 2.3 Foderblandingerens kemiske sammensætning Sv. 709

Table 2.3 Chemical composition of the experimental diets Sv. 709

Hold	1	2	3	4	5	6
FES pr. kg	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16
g foder. pr. FES:						
Protein	145,4	145,4	145,4	145,4	145,4	145,4
Lysin	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1
Treonin	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6
Methionin	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
Cystin	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
g/100g foder:						
Tørstof	87,2	87,2	87,2	87,2	87,2	87,2
Råprotein	20,4	20,4	20,4	20,4	20,4	20,4
Fedt (Stoldt)	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6
Træstof	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6
Aske	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
N-fri ekstr.	48,6	48,6	48,6	48,6	48,6	48,6
g/100 g fedtsyrer:						
Caprylsyre (C8:0)	3,8	3,5	3,3	1,9	1,7	1,4
Caprin- (C10:0)	2,3	2,2	2,1	1,2	1,0	0,9
Laurin- (C12:0)	30,0	28,1	26,2	15,2	13,2	11,2
Myristin- (C14:0)	8,9	8,4	7,8	4,6	4,0	3,4
Palmitin- (C16:0)	12,1	12,0	12,0	12,9	12,8	12,8
Palmitol- (C16:1)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Stearin- (C18:0)	2,1	2,3	2,4	1,9	2,1	2,2
Olie- (C18:1)	21,1	21,0	20,8	23,7	23,5	23,4
Linol- (C18:2)	17,3	17,8	18,4	35,7	36,3	36,9
Linolen- (C18:3)	1,5	3,9	6,3	2,1	4,5	6,9
Arachin- (C20:0)	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
Eicosen- (C20:1)	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Eicosadien- (C20:2)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Arachidon- (C20:4)	-	-	-	0,2	0,2	0,2
Mættede fedtsyrer	59,4	56,7	54,0	38,0	35,1	32,2
Umættede "	40,4	43,2	46,0	62,2	65,0	67,9
Polyumættede "	18,9	21,8	24,8	38,1	41,1	44,1
Totale fedtsyrer,						
pct. af fedt	93,3	93,1	92,9	92,6	92,4	92,1
Jodtal	60	67	74	94	101	108
Jodtalsprodukt (JTP)	52	58	64	81	87	93

Tabel 2.4 Foderblandingerne kemiske sammensætning Sv. 715

Table 2.4 Chemical composition of the experimental diets Sv. 715

Hold *	1	2	3	4
FES pr. kg	1,02	1,02	1,03	1,03
g ford. pr. FEs:				
Protein	132,2	132,4	132,0	132,0
Lysin	6,6	6,5	6,3	6,2
Treonin	4,8	4,8	4,8	4,8
Methionin	2,0	2,1	2,1	2,1
Cystin	2,4	2,4	2,4	2,4
g/100g foder:				
Tørstof	86,1	86,4	86,6	86,8
Råprotein	16,7	16,8	16,9	16,9
Fedt (Stoldt)	2,9	4,1	5,2	6,3
Træstof	4,1	4,9	5,7	6,5
Aske	5,2	5,2	5,2	5,2
N-fri ekstr.	57,2	55,5	53,7	52,0
g/100 g fedtsyrer:				
Laurinsyre (C12:0)	0,4	0,3	0,2	0,2
Myristin- (C14:0)	0,4	0,3	0,2	0,2
Palmitin- (C16:0)	24,7	18,7	15,4	13,4
Palmitol- (C16:1)	0,2	0,2	0,2	0,2
Stearin- (C18:0)	1,9	3,3	4,0	4,5
Olie- (C18:1)	12,4	16,2	18,2	19,4
Linol- (C18:2)	52,8	55,5	57,0	57,8
Linolen- (C18:3)	5,5	3,8	2,9	2,3
Arachin- (C20:0)	-	0,1	0,2	0,3
Eicosen- (C20:1)	0,7	0,5	0,4	0,4
Eicosadien- (C20:2)	0,2	0,1	0,1	0,1
Arachidon- (C20:4)	-	-	-	-
Mættede fedtsyrer	27,4	22,7	20,0	18,6
Umættede "	71,8	76,3	78,8	80,2
Polyumættede "	58,5	59,4	60,0	60,2
Totale fedtsyrer,				
pct. af fedt	74,2	77,2	78,8	79,9
Jodtal	127	128	129	130
Jodtalsprodukt (JTP)	37	52	67	82

* Data angiver den gennemsnitlige kemiske sammensætning af foderblandingerne til holdene for hele perioden 20-100 kg. vægtet i forhold til forærede mængder foder.

2.4 Statistisk analyse

Databehandlingen er foretaget på UNI-C, Danmarks edb-center for forskning og uddannelse. Resultaterne er analyseret ved hjælp af GLM proceduren i SAS (1985), efter modellerne:

(Sv. 709): $Y = \mu + \text{hold} + \text{køn} + \text{kuld}(\text{køn}) + \text{hold} * \text{køn} + e$

(Sv. 715): $Y = \mu + \text{hold} + \text{køn} + \text{kuld} + \text{hold} * \text{køn} + e$

Afregningsvægten er inkluderet som variationsårsag ved analyser af kødprocent.

I Sv. 709 er holdeffekten splittet op i linol-, linolensyre niveau og vekselvirkningerne mellem linol- og linolensyre niveau.

Procedurerne REG og STEPWISE er anvendt ved regressionsanalyser af fedtsyreindholdet i rygspæk.

2.5 Råvarekvalitet

2.5.1. Prøveudtagning

Dagen efter slagtning blev der foretaget kødkvalitetsmålinger samt udtaget prøver til analyser og smagsbedømmelser. Der er udført følgende målinger:

Fedtsyresammensætning, jodtal og skatolindhold i rygspæk

Sondetal i kam, inder- og yderlår

pH₂ i kam, nakkemuskel, inder- og yderlår

Protein, vand og fedt i inderlår, saftbindeevne og pigment i yderlår

Saftbindeevne, fedt og pigment i kam

Smagsbedømmelse af bacon

Prøverne til analyse af protein, vand, fedt, saftbindeevne og pigment blev hakket umiddelbart efter udtagning og nedfrosset, indtil analyserne kunne gennemføres. Slag og rygspæk blev vakuumpakket og straks nedfrosset. Smagsbedømmelse blev udført på slaget, tilberedt som saltet bacon.

2.5.2. Fedtsyresammensætning og jodtal

Fedtsyresammensætningen i rygspæk er efter ekstraktion analyseret ved hjælp af gaskromatografi.

Jodtal er et mål for fedtstoffers indhold af umættede fedtsyrer. Måleprincippet er en kemisk addering af jod til fedtets dobbeltbindinger, og medmindre der er tale om konjugerede dobbeltbindinger, er mol adderet jod direkte proportional med mol dobbeltbindinger. Enheden er g jod/100 g fedt. Jodtalsproduktet (JTP), der anvendes til at karakterisere foderets indhold af umættede fedtsyrer, har enheden g jod/kg foderstof.

Jodtal i rygspæk skal helst være mindre end 65. Værdier over 70 er uacceptable af hensyn til risikoen for en forringet spæk kvalitet og holdbarhed.

2.5.3. Skatol i rygspæk

Skatol er et nedbrydningsprodukt, fra bl.a. aminosyren tryptofan, som af ukendte årsager kan optages fra tarmen og indlejres i fedtvæv. Hangriselugt er stærkt korreleret til forhøjet skatolindhold, og hangrise bliver systematisk analyseret for dette. Det forekommer også i so- og galtgrise.

Skatolanalysen, der nu er en fuldautomatiseret on-line metode, er udført som beskrevet af Mortensen og Sørensen (1984). Bestemmelsen er uspecifik og dækker over både skatol og indolforbindelser, det maksimale tilladte indhold er p.t. 0,25 ppm.

2.5.4. Sondetal og pH_2 -værdier

Sondetal og pH -værdier blev målt dagen efter slagtning (pH_2). Der blev målt sondetal i yderlår, inderlår og kam, samt pH_2 i yderlår, inderlår, kam og nakkemuskel. Målestederne er vist i figur 2.1.

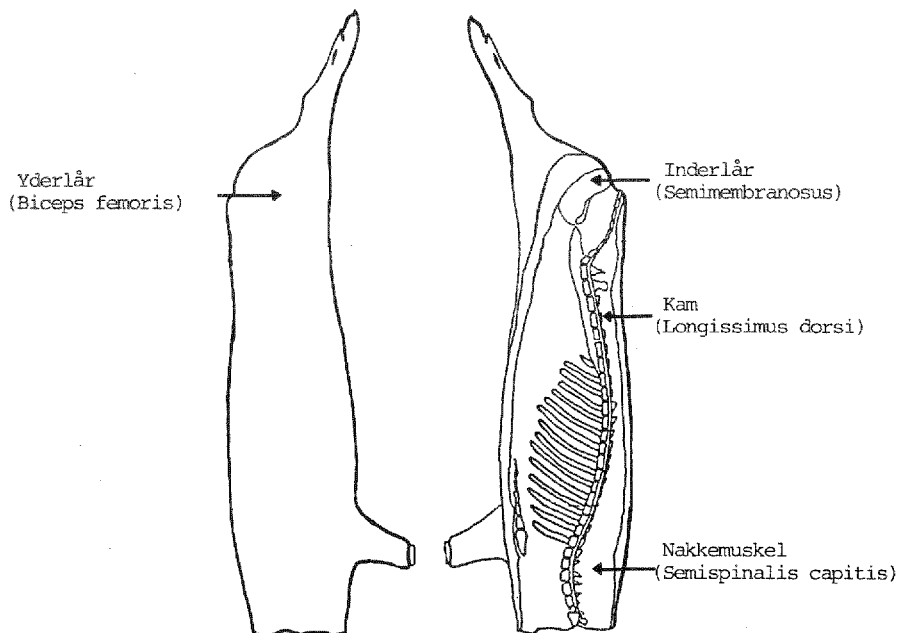


Fig 2.1. Målesteder for sondetal og pH_2 -værdier

Fig 2.1. Positions for measuring probe and pH_2 -values

Sondemålingerne, der er baseret på kødets refleksion af lys med en bølgelængde omkring 930 nm, er foretaget som beskrevet af Andersen (1984), samt Barton-Gade og Olsen (1984). Enheden er procent lys-refleksion.

Forekomst af lyst væskedrivende PSE kød (Pale-Soft-Exudative) ses altid ved høje sondetal. Sondetal i yderlår, inderlår og kam over henholdsvis 90, 85 og 80 svarer til PSE.

Til pH_2 -målingerne er der anvendt et pH -meter med en Ingold elektrode nr. 10406, indstillet ved henholdsvis pH 4,0 og 7,0.

Mørk tørt DFD kød (Dark-Firm-Dry) forekommer ved høje pH₂-værdier. pH₂-værdier på 5,9, 5,8, 5,7 og 6,3 i henholdsvis yderlår, inderlår, kam og nakkemuskel, anses for at være højere end normalt.

2.5.5. Saftbindeevne

Kødets saftbindeevne måles ved hjælp af proteinerne opløselighed. Analyseprincippet er en spektrofotometrisk bestemmelse af ekstraheerede peptider, der danner farvede komplekser med kuprisulfat i alkalisk opløsning (biuretreagens). Resultatet opgives i extinktionsenheder/g kød. Værdier $\geq 0,150$ svarer til god kødkvalitet (ikke PSE), mens værdier $< 0,150$ svarer til mere eller mindre PSE kød.

2.5.6 Fedtindhold

Bestemmelsen af fedt i kød er foretaget efter SBR-metoden (Nordisk Metodikkomite for levnedsmidler, 1974). Analysen består af en syrehydrolyse, efterfulgt af ekstraktion med ether. Ekstraktet tørres og vejes. Et fedtindhold i inderlår og kam på 2,0 pct. eller derover anses for at være tilfredsstillende for fersk køds spisekvalitet.

2.5.7 Proteinindhold

Kvælstofmængden (N) bestemmes efter Kjeldahl-metoden i Kjel-Foss Automatic 16210, (AOAC, 1984). Herefter beregnes proteinindholdet ved hjælp af formlen: % protein = % N X 6,25.

2.5.8 Pigmentindhold

Kød indeholder en lang række pigmenter såsom: myoglobin, hæmoglobin og forskellige cytokromer. Heraf er myoglobin det eneste, der normalt findes i så store mængder, at det har betydning for kødets visuelle farve. Metoden til pigmentbestemmelse er en modifikation af Hornsey's metode (Hornsey, 1957), og den udnytter det forhold, at de fleste pigmenter indeholder en jernholdig hæmgruppe, der kan bestemmes spektrofotometrisk.

Den ideelle pigmentmængde i yderlår og kam er henholdsvis 40 og 25 ppm. Værdier under 30 henholdsvis 15 ppm anses for at være for lave.

2.5.9 Smagsbedømmelse

Smagsbedømmelse blev udført på saltet bacon af slaget.

Slaget blev efter optøning lagt i saltlage (17° Bé) i 2 døgn, hvorefter det blev drænet i to døgn. Af slaget blev udskåret 3 mm tykke skiver på pålægsmaskine. Disse blev tilberedt i mikrobølgeovn i glas-petriskåle med låg. Tilberedningstiden var 3 min.

Samtlige prøver blev serveret i tilfældig rækkefølge for Slagteriernes Forskningsinstituts smagshold og bedømt for lugt, farve (stegt), saltsmag, egensmag, konsistens og helhedsindtryk efter en skala gående fra 0 til 10, hvor 0 = slet, 5 = hverken god eller dårlig og 10 = ideel. For saltsmag gælder at 0 = alt for fersk, 5 = tilpas og 10 = alt for salt.

3. LINOLSYRE / LINOLENSYRE (Sv. 709)

Grisene fortærede de tildelte fodermidler uden problemer. Sundhedstilstanden var god. En enkelt gris døde. Ved slagtingen fik 4 grise anmærkninger for brysthindear, en havde kronisk ledbetændelse og to grise viste sig at være halvørner og fik ikke målt kødprocent.

3.1 Resultater

3.1.1 Tilvækst, foderforbrug og slagtekvantitet

Grisene i SV. 709 er indsat ved en gennemsnitsvægt på 20,1 kg og slagtet ved 98,4 kg. Produktionsresultaterne er vist som gennemsnit af sogrise og galte i tabel 3.1. For tilvækst og foderforbrug var der kun en signifikant effekt af gentagelse (kuld). Kødprocenten (KC) var foruden de forventede effekter af afregningsvægt, gentagelse og køn, også signifikant påvirket af linolsyreniveauet. Der var ingen signifikante vekselvirkninger blandt de analyserede variansårsager.

Der var ingen signifikante forskelle blandt holdene i daglig tilvækst eller foderforbrug pr. kg tilvækst, hverken i delperioderne 20-50 kg, 50-100 kg eller hele perioden 20-100 kg. Gennemsnitsværdierne for alle 6 hold i hele forsøgsperioden var: 807 g i daglig tilvækst og 2,77 FE's pr. kg tilvækst.

For afregningsvægten blev der ikke fundet signifikante forskelle mellem holdene, gennemsnitsværdien var 74,1 kg. Resultaterne for slagtesvind og kødprocent udviste derimod signifikante forskelle. Den højeste og laveste kødprocent var 58,5 og 56,9 og fandtes for hold 2 og hold 6 respektivt.

Ser man på data for henholdsvis sogrise og galte (tabel 3.2), viser det sig, at den gennemsnitlige holdforskel i kødprocent hovedsagelig skyldes, at galtene fik lavere kødprocent. Endvidere fremgår det, at sogrissene på hold 1 og 2 havde tendens til højere daglig tilvækst og mindre foderforbrug pr. kg tilvækst end galtene.

Tabel 3.1 Sv. 709: Tilvækst, foderforbrug og slagtekvallitet
 Table 3.1 Sv. 709: Pig performance

Hold	1	2	3	4	5	6
Cl8:2, pct. af fedt	15	15	15	31	31	31
Cl8:3, pct. af fedt	1,4	3,7	5,9	1,6	3,8	6,0
Antal grise	20	20	20	20	20	20
Antal udsatte	1	0	0	0	0	0
Start vægt, kg	19,9	20,1	20,2	20,1	20,2	20,1
Slut vægt, kg	97,8	97,9	98,4	99,0	99,0	98,6
<u>20 - 50 kg:</u>						
FES pr. gris daglig	1,58	1,61	1,61	1,62	1,62	1,62
Daglig tilvækst, g	693	694	685	688	690	693
FES pr. kg tilvækst	2,29	2,34	2,36	2,37	2,36	2,34
<u>50 - 100 kg:</u>						
FES pr. gris daglig	2,72	2,73	2,73	2,73	2,73	2,74
Daglig tilvækst, g	907	917	902	894	901	899
FES pr. kg tilvækst	3,00	2,98	3,04	3,08	3,04	3,07
<u>20 - 100 kg: *</u>						
FES pr. gris daglig	2,20	2,22	2,23	2,24	2,24	2,24
Daglig tilvækst, g	815	815	800	803	802	807
FES pr. kg tilvækst	2,71	2,73	2,79	2,80	2,79	2,78
kg sojaskrå	56,7	56,9	58,1	58,5	58,2	58,1
kg byg	109,7	110,1	112,5	113,2	112,7	112,4
kg palmekerneolie	11,0	10,3	9,8	5,7	4,9	4,1
kg hørfrøolie	-	0,7	1,5	-	0,8	1,5
kg majskeimolie	-	-	-	5,7	5,6	5,6
FES ialt	213	213	218	219	218	218
Foderdage ialt	97	96	98	98	98	97
Afregningsvægt kg	73,8	73,7	73,8	74,3	74,2	74,4
Pct. slagtesvind	24,4 ^a	24,6 ^{ab}	25,0 ^b	24,7 ^{ab}	25,1 ^b	24,7 ^{ab}
Pct. kød (KC)**	58,1 ^{ab}	58,5 ^a	57,3 ^{ab}	57,2 ^b	57,2 ^b	56,9 ^b

* Korrigeret til gns. afregningsvægt og slagtesvind

** Korrigeret til gns. afregningsvægt

a,b,c = Resultater afmærket med forskellige bogstaver er
 signifikant forskellige ($P < 0,05$)

Tabel 3.2 Sv. 709: Umættede/mættede fedtsyrer i foderfedt (U/M), daglig tilvækst, foderforbrug og kødprocent (KC)

Table 3.2 Sv. 709: Unsaturated/saturated fatty acids in feed fat (U/M), daily gain, feed/gain and lean percentage (KC)

Hold	1	2	3	4	5	6
U/M	0,7	0,8	0,9	1,7	2,0	2,2
<u>Sogrise:*</u>						
Daglig tilvækst, g	819	819	801	782	797	802
FEs pr. kg tilvækst	2,68 ^a	2,71 ^a	2,78 ^{ab}	2,89 ^b	2,80 ^{ab}	2,77 ^{ab}
Pct. kød (KC)**	59,1	59,9	59,1	58,5	58,6	59,1
<u>Galte:*</u>						
Daglig tilvækst, g	811	811	799	825	806	812
FEs pr. kg tilvækst	2,73	2,75	2,80	2,72	2,79	2,80
Pct. kød (KC)**	57,2 ^a	57,0 ^a	55,5 ^{ab}	56,1 ^{ab}	55,6 ^{ab}	54,8 ^b

a,b,*,** = se tabel 3.1

3.1.2 Råvarekvalitet

Resultaterne for analyser af fedtsyresammensætning, jodtal og skatolindhold i rygspæk er vist i tabel 3.3. De fleste fedtsyrer var signifikant påvirket af fodringen. Med stigende indhold af linol- og linolensyre i foderet var der et faldende indhold af mættede og monumættede fedtsyrer i rygspækket og en stigning i indholdet af polyumættede fedtsyrer. Fra hold 1 til 6 steg forholdet: polyumættede/mættede fedtsyrer fra 0,2 til 0,6.

Det stigende indhold af polyumættede fedtsyrer gav et stigende jodtal. Det var dog kun for holdene 4-6, der fik den høje koncentration af linolsyre, at der blev konstateret gennemsnitlige jodtal over 70. På hold 1-3 blev der ikke observeret nogen grise med jodtal over 70, mens der på hold 4-6 var henholdsvis 50, 95 og 95 pct. grise med for højt jodtal i rygspæk.

Skatolindholdet i rygspæk var lavt for alle hold. Det individuelle skatolindhold varierede fra 0,07 til 0,18 ppm.

Tabel 3.3 Sv. 709: Fedtsyresammensætning, jodtal og skatolindhold
i rygsæk

Table 3.3 Sv. 709: Fatty acid composition, iodine value and skatole
content of backfat

Hold	1	2	3	4	5	6
Cl8:2, pct. af fedt	15	15	15	31	31	31
Cl8:3, pct. af fedt	1,4	3,7	5,9	1,6	3,8	6,0
JTP	52	58	64	81	87	93
Antal grise	19	20	20	20	20	20
<u>g/100g fedtsyrer:</u>						
Caprinsyre (C10:0)	1,2 ^a	1,1 ^a	1,1 ^a	0,7 ^{ab}	0,7 ^b	0,7 ^b
Laurin- (C12:0)	2,2 ^a	2,1 ^a	1,8 ^b	1,2 ^c	1,1 ^c	1,0 ^d
Myristin- (C14:0)	6,1 ^a	5,9 ^a	5,3 ^b	3,8 ^c	3,6 ^d	3,2 ^e
Palmitin- (C16:0)	25,6 ^a	24,9 ^b	24,9 ^b	23,4 ^c	23,0 ^c	22,3 ^d
Palmitol- (C16:1)	3,1 ^e	2,9 ^d	2,8 ^c	2,1 ^b	2,0 ^b	1,9 ^a
Heptadecan- (C17:0)	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Heptaden- (C17:1)	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Stearin- (C18:0)	12,2 ^{abc}	12,3 ^{ab}	12,6 ^a	12,0 ^{bc}	11,7 ^c	11,9 ^c
Olie- (C18:1)	39,1 ^d	38,2 ^c	38,0 ^c	36,0 ^b	35,1 ^a	35,3 ^a
Linol- (C18:2)	7,4 ^a	8,0 ^b	8,3 ^b	16,8 ^c	17,7 ^d	17,7 ^d
Linolen- (C18:3)	0,6 ^a	1,6 ^c	2,7 ^e	0,8 ^b	1,8 ^d	3,0 ^f
Arachin- (C20:0)	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Eicosen- (C20:1)	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	0,7
Eicosadien- (C20:2)	0,3 ^a	0,3 ^a	0,3 ^a	0,6 ^b	0,7 ^b	0,7 ^b
Arachidon- (C20:4)	0,2 ^a	0,3 ^b	0,4 ^c	0,3 ^b	0,4 ^c	0,6 ^d
Docosapentaen- (C22:5)	0,0	0,1	0,2	0,0	0,1	0,2
Mættede fedtsyrer total	47,6 ^a	46,8 ^a	46,0 ^b	41,6 ^c	40,6 ^d	39,4 ^e
Umættede "	51,6 ^a	52,4 ^a	53,5 ^b	57,7 ^c	58,8 ^d	60,1 ^e
Polyumættede "	8,4 ^a	10,4 ^b	11,8 ^c	18,6 ^d	20,7 ^e	22,1 ^f
Jodtal	54,9 ^a	59,0 ^b	62,6 ^c	70,0 ^d	74,4 ^e	78,2 ^f
Skatol, ppm	0,09	0,09	0,09	0,10	0,11	0,11

a,b,c,d,e,f = se tabel 3.1

Analyserne af kødkvalitet viste kun få signifikante holdforskelle, mens der var forskelle mellem kuld for de fleste egenskaber. Resultaterne er vist i tabel 3.4.

pH₂-værdier i nakkemusklens udviste signifikante holdforskelle, og med undtagelse af hold 1 var der på alle hold 15-25 pct. af grisene der havde forhøjede pH₂-værdier i mindst én muskel. Saftbindeevne i yderlår udviste også signifikante holdforskelle, men niveauet var højt og ingen grise havde dårlig saftbindeevne (<0,150) svarende til PSE i yderlår. En enkelt gris på hold 3, 4 og 5 havde dårlig saftbindeevne i kam.

Det gennemsnitlige indhold af pigment i kam og yderlår udviste ikke signifikante forskelle mellem holdene. På hold 2, 5 og 6 var der en enkelt gris med et pigmentindhold i kam på under 15 ppm. I yderlår var der på alle holdene 1-3 grise med pigmentindhold under 30 ppm.

Grisene på hold 6 havde gennemsnitlig højere fedtindhold i kam og inderlår end de øvrige hold. Forskellen var dog kun signifikant i kam, og generelt var fedtindholdet i kammene lavt. På hold 1-6 var der henholdsvis 0, 1, 2, 0, 1, og 3 grise med over 2 pct. fedt i kam. Antallet af grise med tilfredsstillende fedtindhold i inderlår var henholdsvis 4, 7, 5, 4, 8, og 10.

Resultaterne for smagsbedømmelse af bacon er vist i tabel 3.5. Der blev kun konstateret signifikante, men ubetydelige forskelle imellem holdene for farven på stegt bacon og saltsmag. Niveauet for egensmag og konsistens svarede til "meget god".

Tabel 3.4 Sv. 709: Kødkvalitet

Table 3.3 Sv. 709: Meat quality

Hold	1	2	3	4	5	6
C18:2, pct. af fedt	15	15	15	31	31	31
C18:3, pct. af fedt	1,4	3,7	5,9	1,6	3,8	6,0
Antal grise	19	20	20	20	20	20
Sondetal, yderlår	59,4	62,8	59,9	62,7	59,3	63,0
" , inderlår	63,1	64,0	63,6	64,6	63,6	66,1
" , kam	60,4	63,7	58,2	66,6	61,1	67,4
pH ₂ , yderlår	5,57	5,57	5,63	5,68	5,65	5,65
" , inderlår	5,56	5,55	5,59	5,64	5,63	5,59
" , kam	5,49	5,56	5,58	5,56	5,58	5,57
" , nakkemuskel	5,80 ^a	5,86 ^{ab}	5,97 ^{bc}	5,99 ^c	5,91 ^{ab}	5,92 ^{bc}
* bc c ab abc a ab						
Saftbindeevne, yderlår	0,182	0,179	0,184	0,183	0,187	0,186
" , kam	0,186	0,188	0,184	0,182	0,189	0,189
Pigment, yderlår	37,8	39,8	37,4	39,5	38,0	37,5
" , kam	20,0	20,7	20,6	21,2	20,3	20,1
Pct. protein, inderlår	22,38	22,15	22,61	22,22	22,35	22,21
Pct. vand, inderlår	75,24	75,24	74,89	75,36	75,13	72,02
Pct. fedt, inderlår	1,69	1,87	1,75	1,72	1,81	2,03
" , kam	1,42 ^b	1,34 ^b	1,30 ^b	1,33 ^b	1,38 ^b	1,70 ^a

* = gruppering for saftbindeevne, yderlår

a,b,c = se tabel 3.1

Tabel 3.5 Sv. 709: Smagsbedømmelse af bacon

Table 3.5 Sv. 709: Taste characteristics of bacon

Hold	1	2	3	4	5	6
Antal grise	19	20	20	20	20	20
Lugt	5,9	5,6	5,9	6,0	5,8	5,7
Farve, stegt	7,2 ^a	7,3 ^a	7,3 ^a	7,1 ^a	7,3 ^a	6,8 ^b
Saltsmag	5,0 ^{ab}	5,1 ^b	4,9 ^a	4,9 ^a	4,9 ^a	4,9 ^a
Egensmag	7,2	7,0	7,1	7,2	7,2	7,0
Konsistens	7,3	7,3	7,3	7,2	7,3	7,0
Helhedsindtryk	7,0	6,7	7,0	6,8	6,9	6,7

a,b = se tabel 3.1

3.2 Diskussion

3.2.1 Tilvækst, foderforbrug og slagtekvantitet

Adskillige udenlandske og danske forsøg har vist, at foderblandinger tilsat op til 10 pct. fedt af god kvalitet kan anvendes uden negative effekter på tilvækst, foderforbrug og slagtekvantitet. Fedtstofferne til fodring bør dog opfylde en række kvalitetskrav (Danske Slagterier, 1988), og god kvalitet i denne sammenhæng betyder især fedt med et højt indhold af esterbundne fedtsyrer.

Alle foderblandingerne i SV 709 var tilsat 6 pct. fedt og indeholdt i gennemsnit 8,6 pct. fedt totalt, hvilket svarede til ca. 24 pct. af nettoenergien.

Som det fremgår af tabel 3.1 medførte forsøgsbetingelserne kun signifikante forskelle i slagtesvind og kødprocent (KC). Der var en tendens til højere tilvækst, mindre foderforbrug pr. kg tilvækst og højere kødprocent for hold 1 og 2. Det harmonerer med resultater af Oslage et al. (1983), der ved fodring med 8 pct. fedt til galte af Tysk Landrace, først fik faldende produktionsresultater ved et linol- og linolensyreindhold på henholdsvis 29 og 30 pct.

Faldet i gennemsnitlig kødprocent skyldes at, galtene fik lavere kødprocent (tabel 3.2). Foderets totale indhold af fordøjelige aminosyrer, kulhydrater og fedt var ens for alle hold i hele perioden, så de observerede forskelle må skyldes foderets fedtsyresammensætning.

Forholdet mellem umættede og mættede fedtsyrer (U/M) har ifølge Stahly (1984) betydning for fedtets fordøjelighed. Fedt med et U/M forhold under 1,5 har en lavere fordøjelighed og dermed et lavere indhold af fordøjeligt energi. U/M forholdet i foderfedtet var stigende (tabel 3.2) og da foderets proteinindhold var ens for alle hold, kunne galtens faldende kødprocent tyde på en stigende fordøjelighed af energien i foderet. Flere ting taler dog for at dette ikke er tilfældet.

Fordøjeligheden af fedt er bl.a. afhængig af fedtsyrernes evne til at indgå i miceller, der kan transportere fedtopløselige stoffer igennem vandfasen i tarmen til epitelcellerne, hvor de absorberes. De mættede langkædede fedtsyrer er ikke blandbare med vand og har tendens til at forblive på dråbeform i tarmen, men samtidig tilstedeværelse af umættede fedtsyrer eller monoglycerider øger micellerens kapacitet for mættede fedtsyrer (Freeman, 1969). Et stigende U/M forhold er således først og fremmest medvirkende til at øge absorptionen af de mættede langkædede fedtsyrer: palmitin- og stearinsyre (C16:0, C18:0). Disse udgjorde imidlertid kun ca. 14 pct. af totalfedtsyrer i de anvendte foderblandinger. Derimod udgjorde de mættede mellemkædede fedtsyrer (C8:0-C12:0) ca 36-13 pct. af totalfedtsyrerne. Disse fedtsyrer absorberes hurtigt i tarmen og kun i ringe omfang via miceller. Da de to typer af fedtsyrer absorberes forskelligt, er der kun mening i at sammenligne fedtfordøjelighed og U/M forholdet, hvis fedtet indeholder ubetydelige mængder mellemkædede fedtsyrer, eller hvis U/M forholdet er beregnet på basis af fedtets indhold af langkædede fedtsyrer (C>12).

Indholdet af mellemkædede fedtsyrer og det lave indhold af mættede langkædede fedtsyrer gør det vanskeligt at argumentere for holdforskelle i fedtfordøjelighed. Endvidere har både sogrise og galte omtrent den samme daglige tilvækst og foderforbrug pr. kg tilvækst, hvilket tyder på samme indhold af fordøjelig energi. At galtenes kødprocent forringes må skyldes en forskel i fedtstofskiftet mellem sogrise og galte, udover den velkendte forskel i fedtdeponeringsrate.

Grisenes omsætning af forskellige typer fedtsyrer kan have betydning ved fodring med fedt af god kvalitet. De mellemkædede fedtsyrer optages direkte i blodet og nedbrydes i leveren, mens de langkædede fedtsyrer via lipoproteiner hovedsagelig indlejres i fedtvæv (se afsnit 5.1). Nedbrydningen af mellemkædede fedtsyrer i leveren resulterer enten i en direkte forbrænding eller dannelse af ketonstoffer (acetoacetat og hydroxysmørsyre), der kan forbrændes andre steder i kroppen. Begge processer er glucosebesparende og dermed et energitilskud, der er tilstede samtidig med høje koncentrationer af

absorberede aminosyrer (Simon, 1989). De langkædede fedtsyrer anvendes først som energireserve efter flere timers faste, på et tidspunkt hvor proteinaflejringerne må formodes at være minimal. Dette kan være en del af forklaringen på tendensen til høj tilvækst og samtidig høj kødprocent på hold 1 og 2.

Det kan konkluderes at en ombytning af mellemkædede fedtsyrer (C8-C12) med polyumættede fedtsyrer (C18) i de beskrevne forhold ikke medførte signifikante forskelle i gennemsnitlig daglig tilvækst og foderforbrug pr. kg tilvækst. Med stigende mængder polyumættede fedtsyrer i foderet konstateredes et signifikant fald i kødprocent (KC) hos galtene.

3.2.2 Råvarekvalitet

Fedtsyresammensætningen i rygspækket var meget påvirket af fodringen med de forskellige fedttyper. Den generelle nedgang i det relative indhold af mættede og monumættede fedtsyrer skyldes den øgede indlejring af polyumættede fedtsyrer fra foderet (se afsnit 5.1).

Mellemkædede mættede fedtsyrer (C8-C12) findes normalt i meget begrænset omfang i rygspæk, og myristinsyreniveauet (C14:0) i grise på et sojaskrå-byg foder uden tilsat fedt, er omkring 1,5 pct. Det forhøjede indhold af disse fedtsyrer må derfor stamme fra foderet og som følge heraf er det faldende indhold fra hold 1 til 6, en simpel konsekvens af et faldende indhold i foderet. Sammenlignet med tidligere forsøg, hvor der blev fodret med tilsvarende mængder laurin- og myristinsyre (Mortensen et al., 1983), er indlejringen af disse fedtsyrer noget større i de nye forsøg. Dette kan ikke umiddelbart forklares.

Palmitinsyre (C16:0), der er et slutprodukt af grisenes egen fedtsyresyntese, og stearin-, palmitol- og oliesyre (C18:0, C16:1, C18:1), der enten kommer fra foderet eller er kædeforlængelses- (tilføjet 2CH_2) og/eller desatureringsprodukter (indført dobbeltbinding) af palmitinsyre, udviste koncentrationsændringer i overensstemmelse med de forventede effekter af fodringen. De langkædede polyumættede fedtsyrer hæmmer fedtsyntesen mere end mellemkædede

(Allee et al., 1972a), og det er formentlig hovedårsagen til faldet i palmitinsyreindholdet. Stearinsyreindholdet var derimod relativt konstant og palmitol- og oliesyreindholdet faldt. Det kan skyldes, at de langkædede polyumættede fedtsyrer hæmmer enzymet $\Delta 9$ -desaturase (Garton & Wahle, 1975), der omdanner langkædede mættede fedtsyrer til monoumættede (eks: C18:0 til C18:1). Denne effekt er muligvis dobbelt, idet hæmningen af $\Delta 9$ -desaturasen dels medfører en direkte ophobning af substratet C18:0 og dels medfører den faldende produktion af C18:1 og C16:1 muligvis en stimulering af C18:0 dannelsen (Murakami et al., 1990). Selv med et fald i fedtsyresyntese kan det betyde, at indholdet af stearinsyre forbliver næsten konstant.

Indholdet af eicosadien- (C20:2) og docosapentaensyre (C22:5), som er forlængelses- og desatureringsprodukter af henholdsvis linol- og linolensyre, afspejlede niveauet af disse fedtsyrer i foderet. Indholdet af arachidonsyre (C20:4), der produceres af linolsyre, udviste en signifikant stigning med både linol- og linolensyreindholdet i foderet. Denne fedtsyre, der spiller en central rolle i dannelsen af eicosanoider (prostaglandiner, leukotriener, m.m.; Christensen, 1985), findes mest i strukturlipiderne i forskellige cellemembraner. Ved fodring med stigende mængder linolensyre ses imidlertid et kraftigt fald i arachidonsyreindholdet i disse lipider (Seher et al., 1984). Resultaterne fra Sv. 709 kunne derfor tyde på en omlejring af arachidonsyre fra strukturlipider til triglycerider, som f.eks. i rygsækken.

Jodtallet i rygsækken steg som forventet med stigende mængder linol- og linolensyre i foderet. Ifølge Madsen et al. (1990) vil det gennemsnitlige jodtal i rygsækken overstige 70, når der fodres med mere end 164 JTP pr. dag. Det kunne da også konstateres, at ingen grise på hold 1-3, der fik 100-124 JTP/dag, havde jodtal over 70. De havde tværtimod en tendens til lavere jodtal end forventet (fig 4.1 side 37), hvilket må skyldes foderets indhold af mellemkædede fedtsyrer. På hold 4-6, der fik 159-181 JTP/dag, var der som ventet mange grise med forhøjet jodtal i rygsæk.

Af de øvrige undersøgte råvarekvalitetsegenskaber udviste kun pH₂ i nakkemusklens, saftbindeevne i yderlår og fedt i kam signifikante forskelle mellem holdene. Ændringerne i pH₂-værdier i nakkemusklens kan ikke umiddelbart tilskrives en fodringseffekt, men det kan ikke udelukkes at det høje indhold af mellemkædede fedtsyrer i foderet, specielt til hold 1-3 har haft betydning. Forbrændingen af mellemkædede fedtsyrer og ketonstoffer kunne tænkes at medføre større depoter af glycogen, og dermed mulighed for et større pH-fald i musklerne efter slagtingen. Dette er undersøgt af Fischer et al. (1990) hos Duroc og Piétrain slagtesvin. Resultaterne var imidlertid ikke entydige, og da ydre faktorer som transport og slagteprocedurer også har indflydelse på pH-faldet, er flere undersøgelser nødvendige for at belyse dette.

Fedtindholdet i kam var generelt lavt. Af de 120 grise i forsøg havde kun ialt 7 et fedtindhold på over 2.0 pct. Med et lavere kriterium på 1,6 pct. fedt var der ialt 31 grise med tilfredstillende fedtindhold i kam, heraf fandtes de 12 på hold 6. Grisene på hold 6 havde det højeste gennemsnitlige indhold af fedt i kam, men årsagen er uvis (se afsnit 5.2).

Ved smagsbedømmelse af bacon blev der ikke bemærket nogen effekt af fodringen på lugt, smag eller konsistens. Niveaueet svarede til "meget god". De forskelle, der blev fundet i farve og saltsmag, var så små, at de ikke har nogen betydning.

Det kan konkluderes, at fodring med 6 pct. fedt med de beskrevne fedtsyresammensætninger ikke påvirkede hovedparten af de undersøgte råvarekvalitetsegenskaber i nævneværdig grad. Fedtsyresammensætningen i rygspækket var til gengæld tydeligt påvirket, og når grisene fortærede mere end 160 JTP/dag, såes den velkendte forhøjelse af rygspækkets jodtal til over 70. Fedtindholdet i kam var størst ved det højeste indhold af linol- og linolensyre i foderet.

4. SOLSIKKEFRØ (Sv. 715)

Grisene fortærede de tildelte fodermidler uden problemer, og sundhedstilstanden var god. En enkelt gris måtte udsættes på grund af utrivelighed. Ingen grise fik anmærkninger ved slagtingen.

4.1 Resultater

4.1.1 Tilvækst, foderforbrug og slagtekvantitet

Grisene i SV 715 er indsat ved en gennemsnitsvægt på 21,1 kg og slagtet ved en vægt på 96,0 kg. Produktionsresultaterne for sogrise og galte er vist i tabel 4.1. Tilvækst og foderforbrug var kun signifikant påvirket af gentagelse (kuld), og ingen af de analyse-rede variansårsager udviste vekselvirkninger.

I perioden 20-50 kg var der en tendens til lavere daglig tilvækst på forsøgsholdene, der fik solsikkefrø. I perioden 50-100 kg var der tendens til højere tilvækst end på kontrolholdet. I hele forsøgsperioden var der en svag non-signifikant tendens til højere daglig tilvækst, og faldende foderforbrug pr. kg tilvækst, med stigende mængde solsikkefrø i foderet. Gennemsnitsværdierne for daglig tilvækst og foderforbrug pr. kg tilvækst for alle holdene var: 779 g og 2,83 FEs.

Resultaterne for slagtesvind, afregningsvægt og kødprocent udviste ingen signifikante forskelle mellem holdene. Gennemsnitsværdierne var: 25,5 pct. slagtesvind, 71,5 kg afregningsvægt og 57,6 pct. kød (KC). For kødprocenten konstateredes kun signifikant effekt af afregningsvægt og gentagelse, der var ingen signifikant forskel mellem kønnene.

Tabel 4.1 Sv. 715: Tilvækst, foderforbrug og slagte kvalitet
 Table 4.1 Sv. 715: Pig performance

Hold	1	2	3	4
Solsikkefrø, pct.	0	4	8	12
Antal grise	20	20	20	20
Antal udsatte	1	0	0	0
Start vægt, kg	21,3	21,0	20,8	21,3
Slut vægt, kg	96,0	95,9	95,7	96,1
20 - 50 kg:				
FES pr. gris daglig	1,61	1,60	1,60	1,61
Daglig tilvækst, g	674	659	655	656
FES pr. kg tilvækst	2,40	2,44	2,45	2,46
50 - 100 kg:				
FES pr. gris daglig	2,67	2,68	2,67	2,70
Daglig tilvækst, g	863	870	892	904
FES pr. kg tilvækst	3,13	3,13	3,03	3,00
20 - 100 kg:*				
FES pr. gris daglig	2,20	2,19	2,18	2,19
Daglig tilvækst, g	775	771	783	787
FES pr. kg tilvækst	2,85	2,86	2,79	2,80
kg sojaskrå	41,9	39,8	37,0	34,5
kg byg	162,0	156,0	145,8	138,2
kg solsikkefrø	-	8,4	16,4	24,3
FES ialt	213	214	210	209
Foderdage ialt	97	98	97	95
 Afregningsvægt kg	 71,9	 70,9	 71,7	 71,6
Pct. slagtesvind	25,5	25,5	25,3	25,6
Pct. kød (KC) **	57,7	57,6	58,0	57,1

* Korrigeret til gns. afregningsvægt og slagtesvind

** Korrigeret til gns. afregningsvægt

a,b,c = se tabel 3.1

4.1.2 Råvarekvalitet

Resultaterne for analyser af fedtsyresammensætning, jodtal og skatolindhold i rygspæk er vist i tabel 4.2.

De fleste fedtsyrer var signifikant påvirket af fodring med stigende mængder solsikkefrø. Fra hold 1 til 4 var der et faldende indhold af mættede og monoumættede fedtsyrer, og en tilsvarende stigning af polyumættede fedtsyrer, hvilket næsten udelukkende var linolsyre. Forholdet: polyumættede/mættede steg fra 0,2 til 0,8. For summen af mættede og umættede fedtsyrer var der signifikante forskelle mellem køn og kuld, men for de enkelte umættede fedtsyrer og summen af polyumættede var der hverken køn eller kuld forskelle. Det øgede indhold af linolsyre resulterede i en kraftig stigning i jodtallet i rygspækket. På de fire hold var procentdelen af grise, der havde jodtal over 70, henholdsvis 0, 56, 100 og 95 pct.

Skatolindholdet i rygspæk var ikke signifikant påvirket af fodringen med solsikkefrø. Det individuelle skatolindhold varierede fra 0,01 til 0,16 ppm.

Resultaterne for kødkvalitet er vist i tabel 4.3. Ingen af de analyserede egenskaber udviste signifikante holdforskelle. De gennemsnitlige sondetal var ikke påvirket af fodringen, men 4 grise på hold 1 og 2 grise på hold 3 og 4 var PSE enten i kam eller yderlår. Der blev på alle hold konstateret fra 30 til 47 pct. grise med forhøjet pH₂ i mindst en muskel.

Det gennemsnitlige indhold af fedt, både i kam og inderlår, var ikke signifikant forskellig for holdene, men der var en tendens til stigende fedtindhold i begge muskler med stigende mængder solsikkefrø i foderet. Antallet af grise med et fedtindhold over 2 pct. i kam og inderlår var henholdsvis 1, 4, 4, 3 og 3, 4, 7, 6.

Resultaterne for smagsbedømmelse af bacon er vist i tabel 4.4. Fodringen med solsikkefrø påvirkede ikke smagen i bacon. Bedømmelsesniveauet på alle fire hold svarede til "meget god" til "fint".

Tabel 4.2 Sv. 715: Fedtsyresammensætning, jodtal og skatolindhold i rygspæk

Table 4.2 Sv. 715: Fatty acid composition, iodine value and skatole content of backfat

Hold	1	2	3	4
Solsikkefrø, pct.	0	4	8	12
JTP	37	52	67	82
Antal grise	19	19	20	20
<u>g/100g fedtsyrer:</u>				
Caprinsyre (C10:0)	0,4	0,3	0,4	0,5
Laurin- (C12:0)	0,1	0,1	0,1	0,1
Myristin- (C14:0)	1,4	1,4	1,3	1,2
Palmitin- (C16:0)	25,5 ^a	23,8 ^b	22,3 ^c	20,4 ^d
Palmitol- (C16:1)	2,4 ^d	2,1 ^c	1,9 ^b	1,6 ^a
Heptadecan- (C17:0)	0,3	0,3	0,3	0,3
Heptadecen- (C17:1)	0,3	0,2	0,2	0,2
Stearin- (C18:0)	15,3 ^a	14,3 ^b	13,5 ^c	12,5 ^d
Olie- (C18:1)	41,9 ^d	39,2 ^c	36,5 ^b	35,3 ^a
Linol- (C18:2)	8,1 ^d	14,6 ^c	19,7 ^b	23,8 ^a
Linolen (C18:3)	0,7	0,7	0,7	0,7
Arachin- (C20:0)	0,3	0,2	0,3	0,2
Eicosen- (C20:1)	1,2	1,1	0,9	0,8
Eicosadien- (C20:2)	0,5 ^a	0,8 ^b	1,0 ^c	1,2 ^d
Arachidon- (C20:4)	0,3 ^a	0,4 ^b	0,4 ^b	0,5 ^c
Docosatetraen- (C22:4)	0,0	0,1	0,1	0,1
Docosapentaen- (C22:5)	0,1	0,1	0,1	0,1
Mættede fedtsyrer total	43,2 ^a	40,3 ^b	38,1 ^c	35,1 ^d
Umættede "	56,5 ^a	59,3 ^b	61,3 ^c	64,2 ^d
Polyumættede "	9,7 ^a	16,8 ^b	22,0 ^c	26,3 ^d
Jodtal	61,1^a	70,5^b	76,8^c	83,5^d
Skatol, ppm	0,06	0,05	0,07	0,09

a,b,c,d = se tabel 3.1

Tabel 4.3 Sv. 715: Kødskvalitet
Table 4.3 Sv. 715: Meat quality

Hold	1	2	3	4
Solsikkefrø, pct.	0	4	8	12
Antal grise	19	19	20	20
Sondetal, yderlår	79,7	79,5	80,2	81,1
" , inderlår	64,8	64,1	64,1	65,7
" , kam	55,7	58,5	63,3	58,3
PH ₂ , yderlår	5,78	5,74	5,80	5,72
" , inderlår	5,66	5,72	5,71	5,67
" , kam	5,73	5,71	5,68	5,69
" , nakkemuskel	6,12	6,08	6,11	6,09
Saftbindeevne, yderlår	0,182	0,184	0,182	0,187
" , kam	0,177	0,181	0,175	0,180
Pigment, yderlår	38,91	40,70	38,15	40,70
" , kam	20,04	20,48	20,94	21,58
Pct. protein, inderlår	22,64	22,36	22,48	22,23
Pct. vand, inderlår	75,23	75,23	75,11	75,37
Pct. fedt, inderlår	1,71	1,71	1,99	1,75
" , kam	1,40	1,52	1,60	1,58

a,b,c = se tabel 3.1

Tabel 4.4 Sv. 715: Smagsbedømmelse af bacon
Table 4.4 Sv. 715: Taste characteristics of bacon

Hold	1	2	3	4
Antal grise	19	19	20	20
Lugt	7,6	7,5	7,4	7,6
Farve, stegt	6,5	6,8	6,7	6,6
Saltsmag	5,0	5,0	4,9	5,0
Egensmag	7,7	7,7	7,5	7,6
Konsistens	7,7	7,7	7,5	7,6
Helhedsindtryk	7,5	7,6	7,5	7,5

a,b,c = se tabel 3.1

4.2 Diskussion

4.2.1 Tilvækst, foderforbrug og slagte kvalitet

Tidligere undersøgelser har vist, at 12 pct. solsikkekrå + 6 pct. animalsk fedt kan anvendes i foderblandinger til slagtesvin uden negative produktionsresultater (Mortensen & Madsen, 1982). Den anvendte solsikkekrå indeholdt 27,8 pct. træstof i pct. af tørstof, og det totale træstofindhold pr. FEs blev sænket ved at tilsætte fedt. Ved at udnytte solsikkefrøenes egen indhold af fedt kan den samme effekt opnåes. Solsikkefrøene i Sv. 715 indeholdt 26 pct. træstof, men den højeste træstofkoncentration i foderblandingerne var 6,5 pct.

Fra ilealfordøjelighedsforsøg med solsikkefrø, angiver Green og Kiener (1989) en fordøjelighed på 80 pct. for protein og 83 pct. for lysin. Lavere værdier på henholdsvis 75 og 71 pct. er tidligere fundet af Green et al. (1988). Fordøjeligheden af treonin og cystin var i sidstnævnte forsøg ca 74 pct., mens den for methionin var 88 pct.. Det høje træstofindhold i solsikkefrø kan medføre en del variation i fordøjelighedsestimater, men selv med mulighed for en reel lavere lysinfordøjelighed medførte den anvendte fordøjelighedskoefficient på 78 pct., i Sv. 715, ingen tegn på aminosyreangel.

Som det fremgår af tabel 4.1 havde anvendelsen af op til 12 pct. solsikkefrø i foderet, ikke nogen signifikant effekt på tilvækst, foderforbrug eller slagte kvalitet. Forsøgsholdenes tendens til lavere tilvækst i perioden 20-50 kg, og højere tilvækst end kontrolholdet i perioden 50-100 kg, skyldes måske, at grisene i den sidste vækstperiode bedre kan udnytte det højere fedt- og træstofindhold i foderblandingerne med solsikkefrø.

I ad lib. fodringsforsøg med 13-26-39 pct. solsikkefrø i foderet, fandt Marchello et al. (1984) en tendens til faldende tilvækst ved anvendelse af 26-39 pct. solsikkefrø. Dette skyldtes til dels, at grisene ikke brød sig om de meget olieholdige foderblandinger. Hartman et al. (1985) fandt derimod en signifikant stigende til-

vækst og forøget foderforbrug ved anvendelse af 0-10 pct. solsikkefrø. De fandt ingen signifikante forskelle i slagtekvantitet, hvilket harmonerer med resultaterne fra Sv. 715, hvor hverken slagtesvind eller kødprocent var påvirket af de forskellige forsøgsbetingelser. Den normalt signifikante forskel i kødprocent for sogrise og galte kunne ikke konstateres i dette forsøg.

Det kan konkluderes, at op til 12 pct. solsikkefrø kan anvendes i foderet til slagtesvin uden signifikant effekt på tilvækst, foderforbrug og slagtekvantitet.

4.2.2 Råvarekvalitet

Fedtindholdet i foderet steg fra 2,9 til 6,3 pct. og fedtsyresammensætningen i rygspækket var kraftigt påvirket af dette. Det stigende fedtindhold i foderet medfører en mindsket fedtsyresyntese i grisenes fedtvæv (se afsnit 5.1) og dermed mindre indhold af de fedtsyrer, der hovedsagelig kommer fra fedtsyresyntesen (C16:0, C16:1, C18:0 og C18:1). Selvom der var et stigende indhold af stearin- og oliesyre i foderet, faldt deres indhold i rygspækket.

Det høje indhold af linolsyre i solsikkefrø medførte, at linolsyre og kædeforlængelses- og desatureringsprodukter af linolsyre var de eneste fedtsyrer, hvis andel i rygspækket var stigende. Linolsyreindholdet blev tredoblet fra 8 til 24 pct.. Lignende er fundet af Hartman et al. (1985) og Marchello et al. (1983) ved ad lib. fodring med op til 39 pct. solsikkefrø. Grisene fodret med disse store mængder solsikkefrø havde op til 54 pct. linolsyre i rygspækket. Afsmeltet fedt fra dette forblev flydende ved 2 °C. Til sammenligning kan nævnes, at ren linolsyre forbliver flydende ned til -5 °C.

Marchello et al. (1983) fandt ligeledes et stigende indhold af eicosadien- (C20:2) og arachidonsyre (C20:4). De angav, at eicosadiensyre ikke tidligere var konstateret i rygspæk. Denne specielle linolsyreaflædede er dog også konstateret i forsøg med andre fodermidler end solsikkefrø (eks. Sv.709). I Sv. 715 blev der endvidere fundet endnu en afledet fedtsyre i små mængder, det drejer sig om docosatetraensyre (C22:4), der er et kædeforlængelsesprodukt af aracidonsyre.

Det stærkt stigende indhold af linolsyre i rygspækket medførte en voldsom stigning i rygspækkets jodtal. Allerede ved 4 pct. solsikkefrø i foderet havde over halvdelen af grisene forhøjet jodtal i rygspækket. Data er vist i fig 4.1 med data fra sammenlignelige forsøg, herefter benævnt basisforsøg (basisdata er fra Mortensen et al., 1983, Mortensen & Bejerholm, 1986, og Madsen et al., 1990).

Jodtallet er højere end forventet. Årsagen til dette kendes ikke, men forskellige faktorer kan have haft betydning. Genetisk betingede magre grise har generelt et højere indhold af umættede fedtsyrer i rygspækket end federe grise (Scott et al., 1981), og der kan have været lignende arvelige forskelle mellem grisene i Sv. 715 og basisforsøgene. Resultaterne fra basisforsøgene kan også have været ensidigt påvirket af forskellige andre faktorer såsom fodermidlernes proteinkvalitet og/eller eventuelle antinutritionelle faktorer.

JT i rygspæk

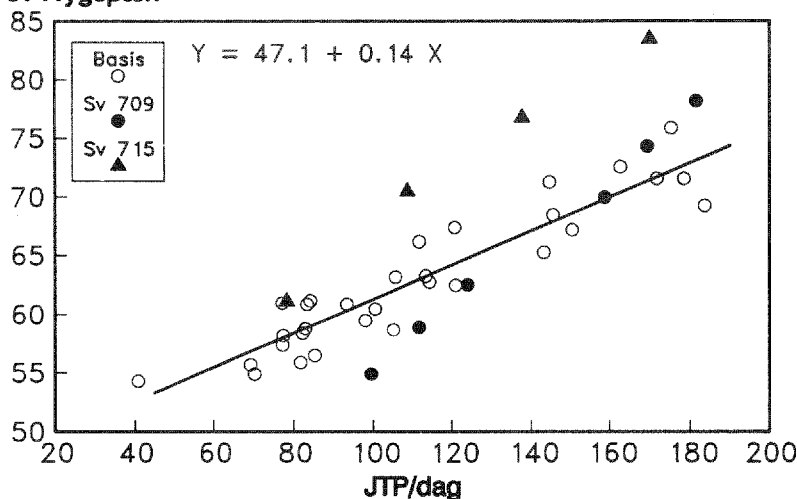


Fig 4.1 Sammenhængen mellem JTP/dag og jodtal i rygspæk (regressionsligning fra Madsen et al., 1990).

Fig 4.1 Correlation between JTP/day and iodine number in backfat (regression from Madsen et al., 1990).

Andre forsøg med solsikkefrø har også vist en kraftig effekt på rygspækkets fedtsyresammensætning. Ved ad lib. fodring med 10 pct solsikkefrø fandt Hartman et al. (1985) praktisk talt den samme fedtsyresammensætning i rygspækket, som grisene der fik 12 pct. solsikkefrø i Sv. 715.

Ingen af de øvrige analyserede råvarekvalitetsegenskaber var signifikant påvirket af fodringen med solsikkefrø. For fedt i kam og inderlår var der dog en tendens til flere grise med højere fedtindhold på holdene fodret med solsikkefrø. Hartman et al. (1985) konstaterede de højeste fedtprocenter ved anvendelse af 20 pct. solsikkefrø, men samtidig var der et fald i den subjektivt vurderede fedtmarmorering. Intet af dette var dog signifikant.

Smagen i bacon viste heller ingen signifikante effekter af fodring med solsikkefrø, og bedømmelsesniveauet var højt for alle hold. Tilsvarende fandt Hartman et al. (1985) ingen effekter på smagen i koteletter ved fodring med op til 20 pct. solsikkefrø.

I overensstemmelse med de tidligere refererede udenlandske forsøg, må det konkluderes, at den eneste råvarekvalitetsfaktor, der begrænser anvendelsen af solsikkefrø, er det stigende jodtal i rygspæk. Det er til gengæld så alvorligt, at selv fodring med kun 4 pct. solsikkefrø medfører en betydelig risiko for forhøjet jodtal, og det kan derfor ikke anbefales.

5. DISKUSSION AF FODERFEDTETS INDFLYDELSE PÅ FEDTDEPONERING

5.1 Fedtsyresammensætning i rygspæk

For grise er fedtvæv ikke bare et energidepot, de er som andre pelsløse pattedyr afhængig af et fedtlag til varmeisolering. Lige fra fødslen er deres stofskifte indrettet til at deponere og vedligeholde et subkutant fedtlag. Fra konsumentens, og dermed producentens synspunkt, er for meget fedt imidlertid uønsket, og grises evne til fedtdeponering har gennem årtier været genstand for intens forskning. Via avlsarbejde og fodringsstrategi er det lykkedes at reducere fedtmængden i slagtesvin ganske betragteligt, men der er en naturlig fysiologisk grænse for, hvor magre grise kan blive, uden at det får konsekvenser. En af konsekvenserne af stigende væksthastighed og mindre fedtdeponering er foderfedtets øgede indflydelse på fedtsyresammensætningen i fedtdepoterne.

Resultaterne fra ældre danske forsøg vedrørende foderets indflydelse på rygspæk kvaliteten er publiceret af Madsen et al. (1977). Resultaterne fra Sv. 709 og Sv. 715, samt et omfattende datamateriale fra nyere forsøg ved SH (benævnt som: basisforsøg) med grise fodret med forskellige fedtstoffer eller fedtholdige fodermidler efter samme energinorm (Mortensen et al., 1983, Mortensen & Bejerholm, 1986, Madsen et al., 1990), danner grundlaget for den følgende diskussion af foderets indflydelse på fedtsyresammensætningen i rygspæk.

Alle langkædede fedtsyrer ($>C_{14}$) fra foderfedt indlejres formentlig i rygspæk i et omfang, afhængig af deres relative mængde i foderet. Da grise ikke selv kan syntetisere langkædede polyumættede n-6 og n-3 fedtsyrer, er det imidlertid indlejringen af disse, der er det mest iøjnefaldende. Linol- ($C_{18:2}$) og linolensyre ($C_{18:3}$) er de kvantitativt mest betydningsfulde n-6 og n-3 polyumættede fedtsyrer, og deres koncentration i rygspæk er afgørende for udviklingen af for højt jodtal og forringet spæk kvalitet. Linolsyre findes i høje koncentrationer i de fleste planteolier, og det er derfor den fedtsyre, der i praksis påvirker jodtallet mest. I de før-

nævnte basisforsøg, og forsøg Sv. 709 og Sv. 715, var korrelationen mellem linolsyrekoncentrationen og jodtal i rygsæk på 0,93. Linolensyre forekommer kun i høje koncentrationer i hørfrøolie og er ikke i samme omfang som linolsyre et problem, men opnår den høje koncentrationer, kan linolensyren, udover effekten på jodtallet, være medvirkende til alvorlige oxidationsprocesser og pigmentophobninger (lipofuscin) i rygsækket, også kaldet gul fedtsyge (Christensen, 1969, Oslage et al., 1983).

Utallige undersøgelser har vist lineære sammenhænge mellem foderets indhold af polyumættede fedtsyrer og deres deponering i rygsækket. Der er endvidere i nogle forsøg opnået meget høje koncentrationer af linolsyre i rygsækket. Berschauer et al. (1984) fandt således 47 pct. linolsyre i rygsækket på grise fodret med 12 pct. solsikkeolie, og Marchello et al. (1983) fandt 54 pct. linolsyre i rygsækket ved fodring med 39 pct. solsikkefrø. Seher et al. (1983) viste, at fedtsyresammensætningen i stort set alle fedtstoffer og fedtdepoter i kroppen på grise var påvirket af fodring med forskellige mængder linol- og linolensyre. De opnåede 12 pct. linolensyre i flommefedt ved fodring med 5 pct. hørfrøolie, og fandt en lineær afhængighed mellem den fortærede mængde linolensyre og koncentrationen i flommefedt.

I basisforsøgene samt forsøg Sv. 709 og Sv. 715 kunne det også konstateres, at de enkeltfaktorer, der udviste den højeste korrelation mellem linol- og linolensyrekoncentrationerne i rygsækket, var de respektive fortærede mængder linol- og linolensyre. Dette er vist i figur 5.1.

Regressionskoefficienten for linolensyre (0,27) var signifikant lavere end for linolsyre (0,34), hvilket formentlig skyldes en specifik forskel i omsætningen i kroppen mellem linol- og linolensyre. Det kan også have betydning, at linolensyre forbrændes med en højere rate end linolsyre (Clouet et al., 1989). Sammenligner man linolsyrekoncentrationerne i rygsæk (fig 5.1) med jodtallet i rygsæk (fig 4.1) ses et sammenfald af høje værdier for grisene i forsøg Sv. 715. Det illustrerer linolsyrens betydning for jodtallet i rygsæk, og selvom jodtalsproduktet/dag giver en bedre forudsigelse

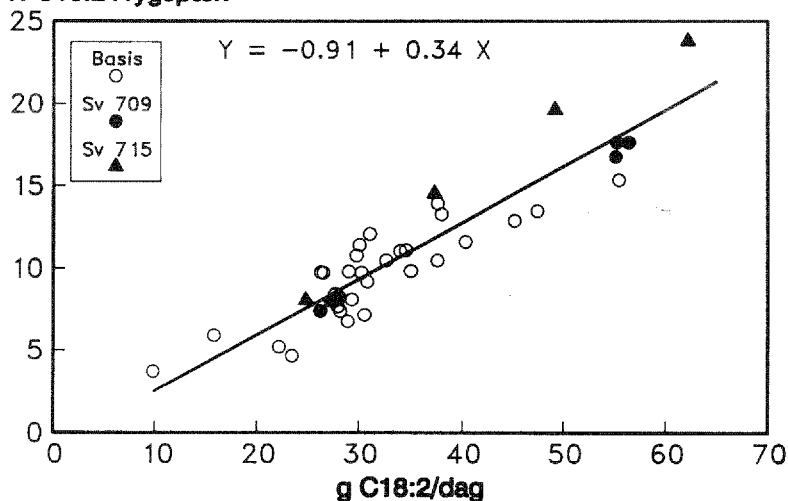
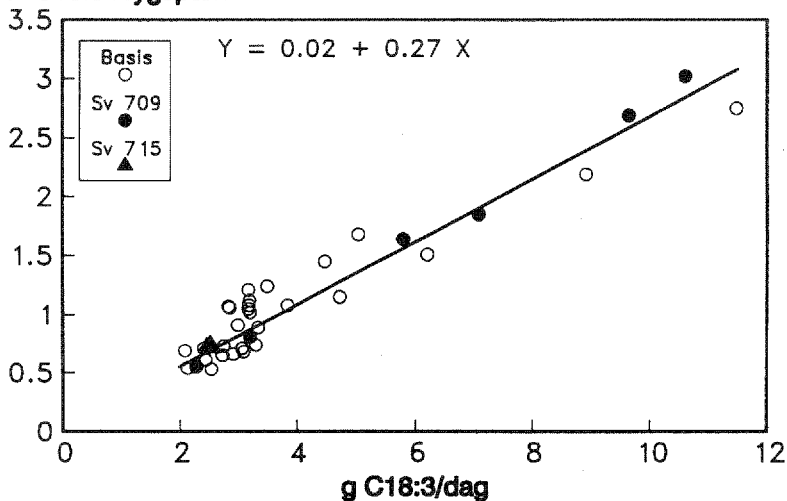
% C18:2 i rygspæk**% C18:3 i rygspæk**

Fig 5.1 Fortærede mængder linol- (C18:2) og linolensyre (C18:3) og koncentrationerne i rygspæk

Fig 5.1 Consumed amounts of linoleic (C18:2) and linolenic acid (C18:3) and concentrations in backfat

af jodtallet i rygspæk, er korrelationen mellem fortæret mængde linolsyre og jodtal i rygspæk så høj som 0,87. I gennemsnit må linolsyrekoncentrationen i rygspæk ikke overstige 14 pct. hvis det gennemsnitlige jodtal skal være under 70, og det betyder at den daglige fortærede mængde linolsyre ikke må være højere end 44 g.

At det netop er de fortærede mængder polyumættede fedtsyrer, der er kritisk for jodtallet i rygspæk, skyldes flere faktorer i grisenes fedtstofskifte. En skitsering af fedtsyreomsætningen i en fedtcelle fra rygspækken kan være med til at forklare dette (fig 5.2).

I rygspækken findes op mod 90 pct. af fedtsyrerne deponeret i form af triglycerider (TG). Disse består af et glycerolmolekyle og tre esterbundne fedtsyrer (FS₁₋₃). Fedtsyrerne i triglyceriderne stammer fra en pulje af frie fedtsyrer i fedtcellen (FS pulje). Herfra indbygges de i triglyceriderne via TG syntesen (1). En speciel selektiv mekanisme i TG syntesen hos grise medfører, at hovedparten af de midterste fedtsyrer (FS₂) i triglyceriderne er mættede fedtsyrer, og langt den hyppigste er palmitinsyre (C16:0) (Raju & Six, 1975, Stokes et al., 1975). De to andre fedtsyrer (FS₁ og FS₃) er hovedsagelig umættede fedtsyrer med tendens til indlejring af olie-syre (C18:1) som FS₁ og en mere tilfældig fedtsyre som FS₃. Under TG syntesen og i triglyceriderne kan der ikke laves om på fedtsyrerne, så resultatet af både de selektive og tilfældige indlej-ringsprocesser afspejler FS puljens sammensætning.

Fedtsyrerne i FS puljen kommer enten fra grisenes egen fedtsyresyntese (2), fra foderet via specielle lipoproteiner (3) eller fra nedbrydning af deponerede triglycerider (lipolyse 5). Lipolysen har måske mindre relevans, da den lipolytiske aktivitet der medfører direkte tab af fedtsyrer fra fedtcellerne i voksende grise (6), muligvis er ret begrænset (Metz & Dekker, 1981). Normalt dannes de fleste fedtsyrer ud fra glucose i fedtsyresyntesen (2). På dette område er grise også specielle, idet fedtsyresyntese foregår i selve fedtvævet (O'hea & Leveille, 1969) og ikke i leveren, som hos mange andre pattedyr. Fedtsyrer fra foderet optages i tarmen og indbygges som triglycerider i lipoproteiner (chylomikroner). Disse transporteres først via lymfesystemet væk fra tarmen og siden med

blodet til vævene. Her nedbrydes de af et lipoproteinlipase-enzym (LPL) og fedtsyrerne diffunderer ind i cellerne (3). Både fedtvæv, muskler og visse organer kan optage fedtsyrer fra lipoproteiner, men LPL-enzymet i fedtvæv har en speciel høj kapacitet. Det betyder at ved øget fedtindhold i foderet og dermed øget chylomikrondannelse, øges optagelsen af fedtsyrer i fedtvæv (Kris-Etherton & Ether-ton, 1982). Det har afgørende betydning for FS syntesen, idet en øget optagelse af fedtsyrer fra chylomikroner medfører en blokering af FS syntesen. Det har den funktion, at FS puljens størrelse og produktionen af triglycerider forbliver rimelig konstant.

En sidste faktor der har stor betydning, er omdannelse (4). Både i fedtvæv og i leveren er alle fedtsyrer, uanset oprindelse, udsat for en større eller mindre grad af omdannelse. I fedtcellen er det især C16 og C18 fedtsyrer, der kædeforlænges (+ 2CH_2) og/eller desatureres (+ dobbeltbinding) til C16:1 eller C18:1. I leveren sker

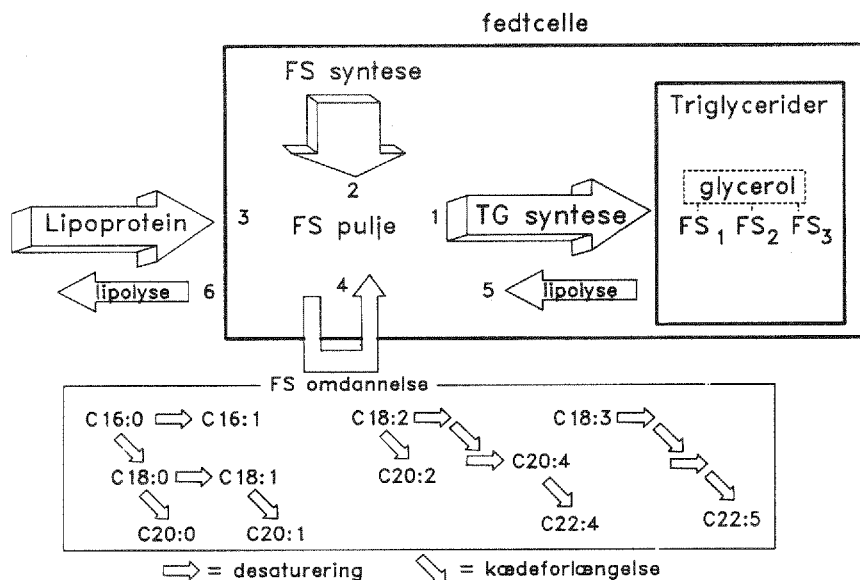


Fig 5.2 Skitse af fedtsyreomsætning i fedtcelle fra rygspæk

Fig 5.2 Outline of fatty acid metabolism in a backfat adipocyte

der endvidere en betydelig omdannelse af de polyumættede fedtsyrer (Christensen, 1985), og de små mængder af arachidon- (20:4) og docosapentaensyre (C22:5) i fedtvæv kommer formentlig fra leveren.

Som det fremgår er deponeringen af mættede og monumættede fedtsyrer i rygspæk præget af et meget komplekst sammenspil af faktorer. Disse fedtsyrer kommer både fra grisenes egen fedtsyresyntese og fra foderet, og de er udsat for betydelig omlejring og selektiv indbygning i triglyceriderne. For de polyumættede, linol- og lino-lensyre er situationen derimod anderledes simpel, idet de kun kan komme fra foderet og kun omdannes i begrænset omfang i selve fedt-vævet. Meget forenklet vil det endelige indhold i rygspækket af f.eks. linolsyre, kunne beskrives af linolsyrens koncentration i de fedtsyrer, der er optaget fra foderet via lipoproteiner, og deres relative andel (R) af de totale fedtsyrer i fedtvævet.

$$\text{lign 5.1: } \% \text{ C18:2 (i rygspæk)} = \% \text{ C18:2 (i FS fra foder)} * R$$

$$\text{hvor } R = \text{FS (fra foder)} / \text{FS (totalt i rygspæk)}$$

Da R er en mængderelation, fremgår det af lign 5.1, at linolsyre-koncentrationen i rygspæk må være en funktion af den fortærede mængde linolsyre. Yderligere ses det, at hvis linolsyrekoncentra-tionen i rygspæk og i fedtsyrerne fra lipoproteinerne kendes, kan forholdet R bestemmes indirekte ved:

$$\text{lign 5.2: } R = \% \text{ C18:2 (i rygspæk)} / \% \text{ C18:2 (i FS fra foder)}$$

De polyumættede fedtsyrer fra foderet transporteres med chylomikro-ner. Hos mennesker ligner fedtsyresammensætningen i denne type li-poproteiner den i det fortærede fedt (Bonanome & Grundy, 1989). Hvis det antages også at gælde for grise, og at forbrændingen af fedtsyrer i fedtvæv kun har minimal indflydelse på fedtsyresammen-sætningen, kan R simpelt tilnærmes med forholdet mellem pct. C18:2 i rygspæk og foderfedt. Det bliver derved muligt at vurdere den re-lative effekt af fodring med fedt på forholdet (R), mellem fedtsyrer fra foderet og fedtsyrer fra fedtsyresyntesen, i rygspækket.

Ved fodring med stigende mængde fedt kan der konstateres en lineær stigning i R. Dette er vist for for R(C18:2) i fig. 5.3. Med den beskrevne udlægning af R viser figuren en stigende andel af foderfedtsyrer i rygsækken med stigende mængde fedt i foderet og idet 1-R må angive andelen af fedtsyrer fra grisenes egen fedtsyresyntese, er indholdet af disse faldende. Ved at ekstrapolere til R=1 ses, at ved fodring med ca. 320 g fedt/dag skulle rygsækken udelukkende indeholde fedtsyrer fra foderet. Det svarer til en fedtprocent i foderet på ca. 23 for normfodrede grise, hvilket er urealistisk meget. Ved fodring med 170 g fedt/dag svarende til et fedtindhold i foderet på ca. 10 pct. bliver R = 0,5 og grisene skulle så have dannet 50 pct. af fedtsyrerne i rygsækken ved egen fedtsyresyntese.

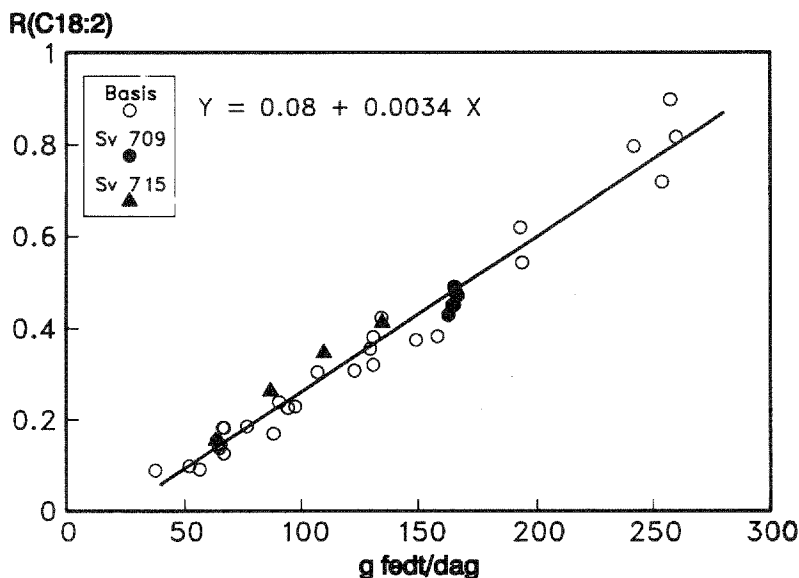


Fig 5.3 R(C18:2) som funktion af fortæret fedtmængde pr. dag

Fig 5.3 R(C18:2) as function of consumed amount of fat pr. day

In vitro undersøgelser af rygsæk har vist, at enzymaktiviteten i fedtsyresyntesen (2) er meget påvirkelig af fodring med forskellige mængder og typer af fedt (Allee et al., 1971, Allee et al., 1972b). Ved fodring med stigende mængde fedt falder kapaciteten til fedt-

syresyntese i rygspæk. Allee et al. (1971) fandt en lineær reduktion i syntesekapaciteten til 55 pct. ved fodring med op til 13 pct. fedt. Berschauer et al. (1983) fandt en reduktion til 30 pct. ved fodring med 18.5 pct. fedt, men ved højere fedtprocent var der ikke lineær respons og ved fodring med 35 pct. fedt var syntesekapaciteten kun yderligere reduceret til 15 pct. Den konstaterede effekt af stigende mængde fedt i foderet på grisenes fedtsyresyntese harmonerer ganske godt med effekten på R i fig 5.3, men 1-R indikerer en noget lavere fedtsyresyntese end i de refererede forsøg. Det kan skyldes at grisene i de udenlandske forsøg var fodret efter ædelyst, eller havde et anderledes genetisk potentiale for fedtdeponering. Der er også en anden mulighed, idet undersøgelser af enzymaktivitet angiver fedtvævets in vitro kapacitet til fedtsyresyntese, mens 1-R indikerer in vivo fedtsyresyntesen. Det ville være naturligt, at fedtsyresyntesen in vivo var mindre end kapaciteten, og som resultaterne fra Berschauer et al. (1983) viser, er der selv ved fodring med ekstremt store fedtmængder bevaret en vis kapacitet til fedtsyresyntese i rygspæk.

Under forhold hvor grisenes egen fedtsyresyntese er dominerende, vil rygspækket indeholde omkring 25 pct. palmitinsyre (C16:0), 15 pct. stearinsyre (C18:0) og 45 pct. oliesyre (C18:1). Disse tre fedtsyrer udgør således hovedparten af de totale fedtsyrer, og specielt C16:0 og C18:0 er med deres høje smeltepunkt (63 og 70 °C) med til at give fast fedt i rygspækket. Palmitinsyre er slutproduktet af fedtsyresyntesen og grundlaget for dannelsen af C18:0 og C18:1. En faldende fedtsyresyntese, ved fodring med stigende mængde fedt, kunne derfor tænkes at have indflydelse på rygspækkets indhold af disse fedtsyrer. Ved regressionsanalyse af en lineær model med max 2 variable og et korrelationskrav på $r > 0.9$, viste det sig, at kun stearinsyreindholdet i rygspæk var nært korreleret med den dagligt fortærede fedtmængde ($r = -0.93$, fig 5.4). Palmitinsyreindholdet var derimod negativt korreleret med de fortærede mængder af oliesyre og linolsyre ($r = -0.92$). Oliesyreindholdet lod sig ikke beskrive så simpelt. Oliesyre er den fedtsyre, der kvantitativt forbrændes i størst omfang hos grise (Boyd et al., 1982) og formentlig er oliesyreomsætningen meget påvirket af omdannelse i

leveren. Det er derfor ikke overaskende, at indholdet i rygspæk af denne fedtsyre er vanskelig at beskrive. Uden at det umiddelbart kan forklares, viste koncentrationen af palmitin- og palmitolsyre (C16:0 + C16:1) i foderfedtet en høj positive korrelation med olie-syreindholdet i rygspækket ($r=0.86$).

Palmitin- og stearinsyre anses tit for at være "to sider af samme sag", men som analyserne viser, er det måske ikke så enkelt. Det konstaterede fald i palmitinsyreindholdet i rygspæk ved stigende indtag af oliesyre og linolsyre er ofte beskrevet (eks. Seher et al., 1983), hvilket den simple sammenhæng mellem stearinsyreindholdet og fortæret fedtmængde ikke er. Regressionskoefficienterne for R (fig 5.3) og stearinsyreindholdet (fig 5.4) er næsten ens med omvendt fortegn. Det kunne indikere en sammenhæng mellem fald i fedtsyresyntese og deponeringen af stearinsyre i triglycerider.

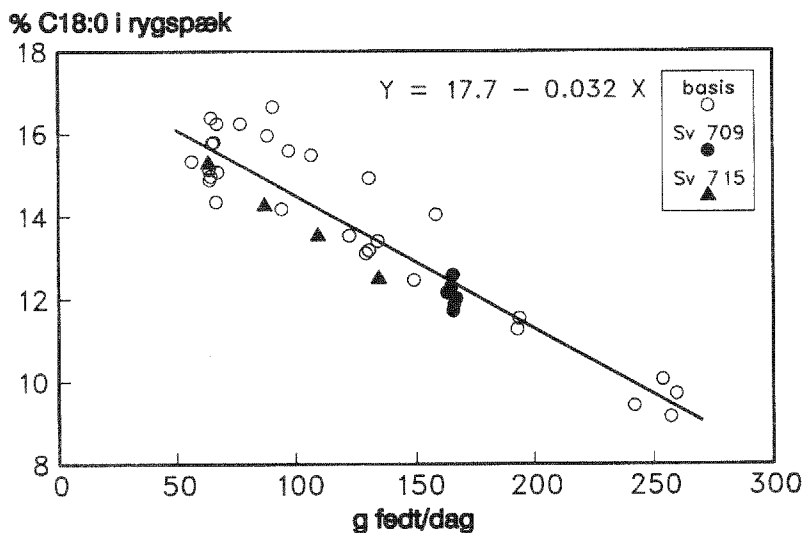


Fig 5.4 Effekt af fortæret fedtmængde på stearinsyreindholdet (C18:0) i rygspæk

Fig 5.4 Effect of consumed amount of fat on backfat content of stearic acid (C18:0)

Det bør understreges, at basisforsøgene og Sv. 709 og Sv. 715 er udført for at undersøge fodringens effekt på produktion og slagte-kvalitet. Resultaterne kan ikke anvendes direkte i en diskussion af fedtstofskiftet og f.eks. relationen R er en så forenklet og tilnærmet parameter, at sammenligning med eksakte data for fedtsyreomsætning og syntese er rent spekulative. På trods af relationen R 's begrænsede teoretiske anvendelighed, kan det alligevel konkluderes af fig 5.3, at med stigende fedtindhold i foderet vil en konstant koncentration af en polyumættet fedtsyre i foderfedtet få stigende indflydelse på rygspækkvaliteten. Alle andre faktorer, der er med til at formindske grisenes egen fedtsyresyntese (større R), vil have samme effekt. Det kan være ernæringsmæssige mangelsituationer, fodring efter energibegrænsende norm, anvendelse af hormoner og avlsselektion for højere kødprocent hos grise på fedtfattigt foder.

Det kan konkluderes, at for normfodrede slagtesvin er indholdet i rygspæk af mættede og monoumættede langkædede fedtsyrer forholdsvis stabilt, men påvirkelig af fodring med fedt. Påvirkningen er vanskelig at beskrive i detaljer p.g.a. disse fedtsyrers komplekse omsætning, men der ser dog ud til at være en simpel lineær sammenhæng mellem stigende mængde fortæret fedt og et faldende indhold af stearinsyre i rygspæk. Indholdet af linol- og linolensyre i rygspæk kan beskrives ved et sammenspil af fedtsyrens koncentration i foderfedtet og den fortærede mængde fedt. Derved bliver der en simpel lineær sammenhæng mellem den fortærede mængde af fedtsyren og koncentrationen i rygspæk.

5.2 Intramuskulært fedt

Intramuskulært fedt består af tre komponenter: Fedt deponeret i fedtceller imellem muskelcellerne, fedt i selve muskelcellerne og fedt i cellemembranerne. Fedtindholdet i fedtceller skyldes deponering af triglycerider og er afhængig af et vist overskud af energi. Dette sker sent i grisenes vækstperiode (efter 50 kg) og kan medføre en kraftig øgning af fedtindholdet i musklerne (Christensen, 1973, Lee & Kauffman, 1974). Fedtindholdet i muskelceller og cellemembraner afhænger af muskelfibertypen. Røde muskelfibre med en høj

oxidativ kapacitet indeholder mere fedt end hvide glykolytiske fibre. Muskler med mange røde fibre har derfor et højere fedtindhold end muskler med færre røde fibre.

Fedtindholdet i musklerne er en vigtig del af råvarekvaliteten, og undersøgelser har vist, at fedtindholdet både er genetisk bestemt og påvirket af fodringen (Madsen et al., 1983, Barton-Gade, 1987). Kendskabet til de fysiologiske virkningsmekanismer, der bestemmer fedtindholdet i muskler, er begrænset, men det er velkendt, at mange af de svineracer, der anvendes idag, med undtagelse af Duroc, har et lavt indhold af fedt i musklerne. Det er vigtigt at vide i hvilket omfang, dette kan påvirkes af foderets sammensætning.

Mortensen et al., (1983) observerede et markant lineært fald i fedtindholdet i kam ved fodring med stigende mængder fedt af forskellig sammensætning (fig 5.5; B 540). Resultaterne fra Sv. 709, Sv. 715 samt data fra Madsen et al. (1990)(basis) har dog ikke kunnet bekræfte en specifik negativ effekt af fodring med fedt.

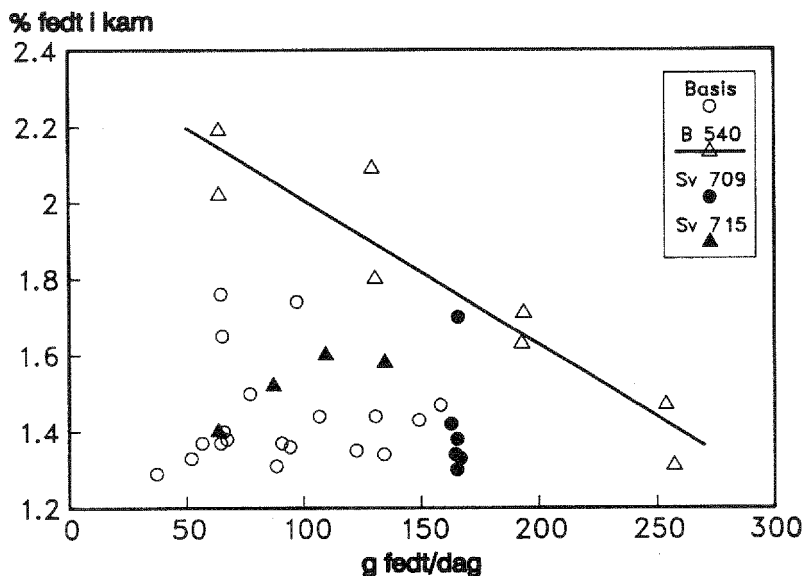


Fig 5.5 Effekt af fortæret fedtmængde på fedtindhold i kam

Fig 5.5 Effect of consumed amount of fat on fatcontent in loin

Normfodring med stigende mængde fedt medfører en reduktion i grisenes egen fedtsyntese, dels p.g.a. af øget optagelse af fedtsyrer fra foderet (Allee et al., 1971) og dels et mindre indhold af energi i form af kulhydrater. En reduceret fedtsyntese vil først og fremmest have indflydelse på den del af det intramuskulære fedt, der deponeres i fedtceller, og observationerne af Mortensen et al. (1983) kunne tyde på en reduktion af fedt i intramuskulære fedtceller. At denne effekt ikke ses i de nyere forsøg kan skyldes, at grisene er genetisk disponerede til en lavere fedtdeponering i fedtceller. Enten ved et lavere potentiale for intramuskulær fedtcelledannelse, eller et højere vækstpotentiale og dermed i en mere energibegrænset situation ved samme fodernorm.

Ved et lavere fedtindhold i intramuskulære fedtceller bliver fedtindholdet i muskelceller og cellemembraner relativt mere betydende. Variationen i intramuskulært fedtindhold bliver mindre, men forhold, der påvirker muskelfibersammensætningen og stofskiftet i musklerne, er med til at gøre variationsårsagerne mere uigennemskuelige. Fedtsyresammensætningen i foderfedtet er en sådan komplicerende faktor.

I data fra Mortensen et al. (1983) er det ikke muligt at skille en evt. effekt af fortæret fedtmængde på intramuskulært fedtindhold, fra en evt. tilsvarende effekt af koncentrationen af polyumættede fedtsyrer i foderfedtet. Data fra Madsen et al. (1990) og Sv.709 og Sv. 715 viser ikke nogen effekt af fortæret fedtmængde, men derimod en svag positiv korrelation mellem stigende koncentration af polyumættede fedtsyrer i foderfedtet og stigende intramuskulært fedt. Interessant nok er fedt i kam korreleret med linolsyrekoncentrationen ($r=0,38$), mens fedt i inderlår er korreleret med linolensyrekoncentrationen ($r=0,43$). Observationerne kan ikke forklares ud fra de foreliggende forsøg, men et par mekanismer, der kan have betydning, skal nævnes. Polyumættede fedtsyrer, især linolensyre, forbrændes hurtigere i mitokondrier end andre fedtsyrer (Clouet et al., 1989) og de stimulerer også den peroxisomale fedtsyreforbrænding (Hennig et al., 1990)(peroxisomer = organeller i cellen der ligesom mitokondrier er i stand til at oxidere fedtsyrer). De er

med andre ord mere anvendelig som energikilde i cellerne og derved måske med til at øge den samlede energiomsætning. I en forholdsvis oxidativ muskel er det derfor rimeligt, at en høj koncentration af polyumættede fedtsyrer kan medføre en øget fedtdeponering. I mere glykolytiske muskler som kam og inderlår er det imidlertid vanskeligt at se sammenhængen. Disse muskler har meget lav fedtforbrænding (Kießling & Hansson, 1983) og er næsten uden de cellulære fedtsyre-transportmolekyler, der er nødvendige for både forbrænding og fedtdeponering (St. John et al., 1987). In vitro forsøg med blodkarceller har vist, at linolsyre kan forårsage en ophobning af fedtdråber inde i cellerne, hvilket kunne medføre patologiske ændringer i cellemembranerne (Hennig et al., 1990). En lignende ophobning i muskelceller kombineret med lav fedtsyreforbrænding kunne være en årsag til et forøget fedtindhold i kam ved høje koncentrationer af linolsyre i foderet, men meget grundige undersøgelser er nødvendige for at afgøre dette.

6. KONKLUSION

Det kan konkluderes at ved normfodring med sojaskrå og byg, tilsat 6 pct. fedt med forskellig fedtsyresammensætning, blev der konstateret et fald i kødprocenten hos galte ved fodring med stigende mængder polyumættede fedtsyrer. Der var ingen signifikant vekselvirkning mellem linol- og linolensyre og de øvrige produktionsresultater. En lang række råvarekvalitets-egenskaber var ikke påvirket. Fedtindholdet i kam var størst på det hold der fik de største mængder af linol- og linolensyre i foderet.

Fedtsyresammensætningen i rygspæk var meget påvirket af fedtsyresammensætningen i foderet. Ved fodring med over 160 JTP pr. dag var der et stigende antal grise med forhøjet jodtal i rygspæk.

Fodring med 4, 8, og 12 pct. solsikkefrø medførte ingen signifikante effekter hverken på tilvækst, foderforbrug eller slagte kvalitet. Med undtagelse af fedtsyresammensætningen i rygspæk var råvarekvaliteten ikke påvirket. Allerede ved fodring med 4 pct. solsikkefrø var der imidlertid over 50 pct. af grisene, der fik forhøjet jodtal i rygspæk.

Ved at sammenholde disse og en række tidligere forsøg var det muligt at vise en lineær sammenhæng mellem daglig fortæret mængde linol- og linolensyre og deres koncentration i rygspækken. Endvidere er foderfedtets påvirkning af rygspækken tilsyneladende lineært stigende med stigende mængde fedt i foderet, et forhold der kan forklares af stigende indlejring af fedtsyrer fra foderet og et tilsvarende fald i grisenes egen fedtsyresyntese.

7. LITTERATUR

- Allee, G.L., Baker, D.H. & Leveille, G.A. 1971. Influence of level of dietary fat on adipose tissue lipogenesis and enzymatic activity in the pig. *J. Anim. Sci.*, 33 (6): 1248-1254.
- Allee, G.L., Romsos, D.R., Leveille, G.A. & Baker, D.H. 1972a. Metabolic consequences of dietary medium-chain triglycerides in the pig. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 139: 422-427.
- Allee, G.L., Romsos, D.R., Leveille, G.A. & Baker, D.H. 1972b. Lipogenesis and enzymatic activity in pig adipose tissue as influenced by source of dietary fat. *J. Anim. Sci.*, 35 (1): 41-47.
- Andersen, I.E. 1984. Some experience with the portable Danish probe for the measurement of pig meat quality. *Proc. Sci. Meet. Biophys. PSE - Muscle Analysis. Vienna.*: 173-191.
- AOAC. 1984. Official Methods of analysis. Association of official Agricultural Chemists, inc. USA: 507.
- Barton-Gade, P.A. 1987. Meat and Fat Quality in Boars, Castrates and Gilts. *Livest. Prod. Sci.*, 16: 187-196
- Barton-Gade P.A. & Olsen E.V. 1984. The relationship between water holding capacity and measurements carried out with the automatic Danish meat quality probe. *Proc. Sci. Meet. Biophys. PSE-muscle analysis. Vienna.*: 192-201.
- Berschauer, F., Ehrensward, U., Gaus, G. & Menke, K.H. 1983. Untersuchungen über ernährungsphysiologische wirkungen von futtermitteln in rationen für wachsende schweine. *Arch. Tierernähr.*, 33 (9): 683-711.

- Berschauer, F., Rupp, J. & Ehrensvärd, U. 1984. Untersuchungen über ernährungsphysiologische Wirkungen von Futterfetten in Rationen für wachsende Schweine. Arch. Tierernähr., 34 (1): 19-33.
- Boyd, R.D., Britton, R.A., Knoche, H., Moser, B.D., Peo, E.R. & Johnson, R.K. 1982. Oxidation rates of major fatty acids in fasting neonatal pigs. J. Anim. Sci., 55 (1): 95-101.
- Bonanome, A. & Grundy, S.C. 1989. Intestinal absorption of stearic acid after consumption of high fat meals in humans. J. Nutr., 119: 1556-1560.
- Christensen, K. 1969. Formation and synthesis of intramuscular lipids in relation to the quality of pork. Ph.D.Thesis. Kgl. Vet. Landbohøjskole. København. 116 pp.
- Christensen, K. 1973. Different levels of Linoleic acid in the diet to pigs. A. Tierphysiol., Tierernährg. u. Futtermittelkde., 31: 317-332.
- Christensen, K. 1985. Bestemmelse af linolsyrebehov til slagtesvin. 577. Beretn. Statens Husdyrbrugsforsøg. København. 158 pp.
- Cirkulære fra Statens Foderstofkontrol. 1987. Beregning af handelsfoderstoffers energetiske værdi. 90 pp.
- Clouet, P., Niot, I. & Bézard, J. 1989. Pathway of α -linolenic acid through the mitochondrial outer membrane in the rat liver and influence on the rate of oxidation. Biochem. J., 263: 867-873.
- Danske Slagterier. 1988. Fokus på foderfedt til svin. 4. udgave. København. 8 pp.
- Fischer, Von K., Freundenreich, P. & Rohrmoser, G. 1990. Zum einfluss bestimmter futterfette auf die fleisch und fettqualität beim schwein. Fat Sci. Technol., 92: 559-563.

- Freeman, C.P. 1969. Properties of fatty acids in dispersions of emulsified lipid and bile salt and the significance of these properties in fat absorption in the pig and the sheep. *Br. J. Nutr.*, 23: 249-263.
- Garton, G.A. & Wahle, K.W.J. 1975. Effects of diet on fatty acid metabolism. *Proc. Nutr. Soc.*, 34: 257-264.
- Green, S., Bertrand, S.L., Duron, M.J.C. & Maillard, R. 1988. Digestibility of Amino Acids in Soya-bean, Sunflower and Groundnut Meal, Measured in Pigs with Ileo-Rectal Anastomosis and Isolation of the Large Intestine. *J. Sci. Food Agric.*, 42: 119-128.
- Green, S. & Kiener, T. 1989. Digestibilities of nitrogen and amino acids in soyabean, sunflower, meat and rapeseed meals measured with pigs and poultry. *Anim. Prod.*, 48: 157-179.
- Hartman, A.D., Costello, W.J., Libal, G.W. & Wahlstrom, R.C. 1985. Effect of sunflower seeds on performance, carcass quality, fatty acids and acceptability of pork. *J. Anim. Sci.*, 60 (1): 212-219.
- Hennig, B., Boissonneault, G.A., Chow, C.K., Wang, Y., Matulionis, D.H. & Glauert, H.P. 1990. Effect of Vitamin E on Linoleic Acid-Mediated Induction of Peroxisomal Enzymes in Cultured Porcine Endothelial Cells. *J. nutr.*, 120: 331-337.
- Hornsey, H.C. 1957. The colour of cooked cured pork II. Estimation of the stability to light. *J. Sci. Food Agric.*, 8: 547-552.
- Kiessling, K.H. & Hansson, I. 1983. Fibre composition and enzyme activities in pig muscles. *Swedish J. agric. Res.*, 13: 257-261.
- Kinsella, J.E., Broughton, K.S. & Whelan J.W. 1990. Dietary unsaturated fatty acids: interactions and possible needs in relation to eicosanoid synthesis. *J. Nutr. Biochem.*, 1: 123-141.

- Kris-Etherton, P.M. & Etherton, T.D. 1982. The role of lipoproteins in lipid metabolism of meat animals. *J. Anim. Sci.*, 55 (4): 804-817.
- Lee, Y.B. & Kauffman, R.G. 1974. Cellular and enzymatic changes with animal growth in porcine intramuscular adipose tissue. *J. Anim. Sci.*, 38 (3): 532-537.
- Madsen, A., Christensen, K., Christensen, K.D. & Mortensen, H.P. 1977. Dietary fats for growing pigs. In: *Proc. Anim. fats in pig feed. Symposium NRA/KRMIVA, Dubrovnik.* : 85-100.
- Madsen, A., Mortensen, H.P., Jensen, P. & Barton, P. 1983. Selvfodring sammenlignet med tre fodernormer til D(YL), H(YL) og Y(YL). 547. Beretn. Statens Husdyrbrugsforsøg. København. 38 pp.
- Madsen, A., Østerballe, R., Mortensen, H.P., Bjerholm, C. & Barton, P. 1990. Foderets indflydelse på råvarekvaliteten hos slagtesvin 1. 673. Beretn. Statens Husdyrbrugsforsøg. Foulum. 73 pp.
- Marchello, M.J., Cook, N.K., Slanger, W.D., Johnson, V.K., Fischer, A.G. & Dinusson, W.E. 1983. Fatty Acid Composition of Lean and Fat Tissue of Swine Fed Various Dietary Levels of Sunflower Seed. *J. Food Sci.*, 48:1331-1334
- Marchello, M.J., Cook, N.K., Johnson, V.K., Slanger, W.D., Cook, D.K., & Dinusson, W.E. 1984. Carcass quality, digestibility and feedlot performance of swine fed various levels of sunflower seed. *J. Anim. Sci.*, 58 (5): 1205-1210.
- Metz, S.H.M. & Dekker, R.A. 1981. The contribution of fat mobilization to the regulation of fat deposition in growing large white and piétrain pigs. *Anim. Prod.*, 33: 149-157.

- Mortensen, A.B. & Sørensen, S.E. 1984. Relationship between boar taint and skatole determined with a new analysis method. Manus No. 661 E. Danish Meat Research Institute.
- Mortensen, H.P. & Bejerholm, C. 1986. Kvalitetskriterier for fedt til slagtesvin. 611. Beretn. Statens Husdyrbrugsforsøg. København. 45 pp.
- Mortensen, H.P. & Madsen, A. 1982. Solsikkeskrå til slagtesvin. 405. medd. Statens Husdyrbrugsforsøg. København. 4 pp.
- Mortensen, H.P., Madsen, A., Bejerholm, C. & Barton, P. 1983. Fedt og fedtsyrer til slagtesvin. 540. Beretn. Statens Husdyrbrugsforsøg. København. 48 pp.
- Murakami, K., Yoshida, S. & Takeshita, M. 1990. Effect of fatty-acyl-CoAs on the elongation of saturated fatty acid in porcine aorta microsomes. *Biochem. Int.*, 21: 297-304.
- Nordisk Metodik-Komité for Levnedsmidler. 1974. Fedtbestemmelse i kød og kødvarer efter SBR. Forskrift nr. 88. Teknisk Forlag, København.
- O'Hea, E.K. & Leveille, G.A. 1969. Significance of Adipose Tissue and Liver as Sites of Fatty Acid Synthesis in the Pig and the Efficiency of Utilization of Various Substrates for Lipogenesis. *J. Nutr.*, 99: 338-344.
- Oslage, Von H.J., Petersen, U. og Seher A. 1983. Ernährungs-physiologische Wirkung unterschiedlicher Gemische von Öl-, Linol- und Linolensaure bei wachsenden Schweinen. *Fette Seifen Anstrichmittel.*, 5: 177-184
- Raju, P.K. & Six, D.M. 1975. Glyceride biosynthesis in swine adipose tissue microsomes. *Comp. Biochem. Physiol.*, 51 B: 171-176.
- SAS. 1985. Users Guide: Statistics.

- Scott, R.A., Cornelius, S.G. & Mersmann, H.J. 1981. Fatty acid composition of adipose tissue from lean and obese swine. *J. Anim. Sci.*, 53 (4): 977-981.
- Seher, Von A., Assmann, G., Werner, G. & Oslage, H.J. 1983. Ernährungsphysiologische Wirkung unterschiedlicher Gemische von Öl-, Linol- und Linolensäure bei wachsenden Schweinen. 2. Einfluss auf depotfette und blutlipide. *Fette Seifen Anstrichmittel*, 6: 215-219.
- Seher, Von A., Ellinghaus, L., Werner, G. & Petersen, U. 1984. Ernährungsphysiologische Wirkung unterschiedlicher Gemische von Öl-, Linol- und Linolensäure bei wachsenden Schweinen. 4. Einfluss auf die Lipide der Leber. *Fette Seifen Anstrichmittel*, 2: 47-51.
- Simon, O. 1989. Metabolism of proteins and amino acids. In: *Protein Metabolism in Farm Animals*. Ed. Bock, W.D., Eggum, B.O., Low, A.G., Simon, O., Zebrowska. T., Oxford: 273-366.
- Stahly, T.S. 1984. Use of fats in diets for growing pigs. In: *Fats in Animal Nutrition*. Ed. Wiseman, J. Butterworth: 313-331.
- St. John, L.C., Rule, D.C., Knabe, D.A., Mersmann, H.J. & Smith, S.B. 1987. Fatty Acid-Binding Protein Activity in Tissues from Pigs Fed Diets Containing 0 and 20% High Oleate Oil. *J. Nutr.* 117: 2021-2026.
- Stokes, G.B., Poteat, L.W. & Samuel, B.T. 1975. Distribution of fatty acids incorporated into triacylglycerols by microsome/cytosol preparations from adipose tissue. *Biochim. Biophys. Acta*, 380: 245-256.
- Tinoco, J. 1982. Dietary requirements and functions of α -linolenic acid in animals. *Prog. Lipid Res.*, 21: 1-45.
- Wahlstrom, R.C. 1985. Sunflowers in pig nutrition. *Pig news and information* 6 (2): 151-154.