



# Foderværdien af rapsprodukter til slagtesvin

*Sigurd Boisen og José A. Fernández  
Afdelingen for Forsøg med Svin og Heste*

Foderværdien af typiske handelspartier af de tre forskellige rapsprodukter: rapskrå, rapskage og fedtrig rapskage blev bestemt i et fordøjeligheds- og proteinbalanceforsøg med slagtesvin ved en vægt på ca. 50 kg.

Forsøget viste, at proteinets fordøjelighed i de aktuelle produkter af rapskage og fedtrig rapskage var højere end tabelværdierne, der er baseret på tidligere produkttyper. Proteinets kvalitet er ligeledes lidt bedre i alle tre produkter end tabel-

værdierne. Da de andre næringsstoffraktioners fordøjelighed også gennemgående var højere end tabelværdierne, medfører det, at energiværdien for alle tre produkter undervurderes med den officielle beregningsmetode, der er baseret på tabelværdier for næringsstoffernes fordøjelighed.

På grundlag af de foreliggende undersøgelser har Plantedirektoratet revideret tabelværdierne for rapsprodukters energiværdi.

## Indledning

Ved fremstillingen af rapsolie fra rapsfrø fremkommer forskellige biprodukter med op til ca 40 % protein i tørstoffet. Da rapsprotein har et relativt højt indhold af svovlholdige aminosyrer (methionin og cystein), treonin og tryptofan er det en udmærket proteinkilde til svin.

Afhængigt af metode og betingelser ved

den tekniske behandling i forbindelse med olieudvindingen (temperatur, presning, ekstraktion) varierer disse biprodukter især m.h.t. fedtindholdet, og afhængig heraf benævnes de som rapskrå (under 3 %), rapskage (3-10%) og fedtrig rapskage (over 10%).

Formålet med denne undersøgelse er at bestemme foderværdien til slagtesvin i ovennævnte tre typer rapsprodukter.

Tabel 1. Kemisk sammensætning af rapsprodukter

	Rapsskrå	Rapskage	Rapskage fedtrig
% tørstof	90,3	92,4	93,1
<i>% af tørstoffet</i>			
Aske	8,6	7,7	6,9
Råprotein (Nx6,25)	38,9	39,6	36,1
Råfedt <sup>1</sup>	3,3 (2,1)	7,0 (5,8)	14,8 (13,2)
Træstof	14,4	12,2	11,8
NFE	34,8 (36,0)	33,5 (34,7)	30,4 (32,0)

<sup>1</sup> efter ekstraktion med HCl-diætylæter.

Værdier i parantes: efter ekstraktion med HCl-petroleumsæter

## Materialer og metoder

Tre partier af hvert af de tre forskellige rapsprodukter blev indkøbt ved forskellige foderstoffirmaer og analyseret for næringsstofindhold. Et repræsentativt parti af hvert produkt blev udtaget til foderværdibestemmelse.

Foderværdien til slagtesvin blev bestemt i et fordøjeligheds- og proteinbalanceforsøg efter regressionsmetoden som beskrevet i

556. Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg. Hvert foderstof blev bestemt på seks niveauer (5, 10, 15, 20, 25 og 30 % rapsprodukt iblandet byg). Blandingerne blev fodret restriktivt til seks kuldsøstre ved en vægt på omkring 50 kg. Gødning og urin blev opsamlet over en periode på 7 dage efter en 5-dages forperiode. Forsøget blev udført med tre gentagelser, således at alle resultater er baseret på 18 observationer.

Tabel 2. Aminosyreindhold i rapsprodukter

	Rapsskrå		Rapskage		Rapskage fedtrig	
	g/kg ts	g/16g N	g/kg ts	g/16g N	g/kg ts	g/16g N
<i>Essentielle</i>						
Lysin	21,5	5,5	20,9	5,3	20,5	5,7
Methionin	7,5	1,9	7,5	1,9	7,1	2,0
Cystin	9,2	2,4	8,8	2,2	8,5	2,3
Treonin	17,2	4,4	17,0	4,3	15,7	4,3
Tryptofan	5,0	1,3	5,1	1,3	4,7	1,3
Isoleucin	16,1	4,1	16,7	4,2	15,3	4,2
Leucin	27,3	7,0	27,5	6,9	25,5	7,1
Histidin	10,8	2,8	10,6	2,7	10,0	2,8
Fenylalanin	15,9	4,1	15,8	4,0	14,6	4,0
Tyrosin	12,5	3,2	12,3	3,1	11,2	3,1
Valin	21,8	5,6	21,7	5,5	20,2	5,6
<i>Ikke-essentielle</i>						
Arginin	23,4	6,0	24,3	6,1	22,7	6,3
Alanin	17,4	4,5	17,1	4,3	16,0	4,4
Asparaginsyre	27,5	7,1	29,2	7,4	27,1	7,5
Glutaminsyre	65,2	16,8	65,4	16,5	61,0	16,9
Glycin	20,0	5,1	19,5	4,9	18,2	5,0
Prolin	23,8	6,1	23,9	6,0	22,2	6,2
Serin	17,5	4,5	17,4	4,4	16,4	4,5

**Tabel 7. Proteinværdi af rapsprodukter udtrykt ved indholdet af de vigtigste essentielle aminosyrer (g ford./FE.)**

	Rapsskrå	Rapskage	Rapskage fedtrig
Lysin	16,1	15,3	12,7
Methionin	5,6	5,5	4,4
Cystin	6,9	6,5	5,3
Treonin	12,9	12,5	9,7
Tryptofan	3,7	3,7	2,9
Protein	291	291	223

beller over foderstoffers sammensætning m.m.« fra Det kgl. danske Landhusholdnings-selskab, publiceret i 1983.

Proteinfordøjeligheden i rapskage og fedtrig rapskage var højere i forsøget end tabelværdierne fra Statens Foderstofkontrol.

Proteinværdien karakteriseret ved indholdet af de oftest begrænsende aminosyrer (i g fordøjelig/FE<sub>e</sub>) fremgår af tabel 7. Som en konsekvens af den højere energikoncentration bliver disse værdier lavest i fedtrig rapskage.

## Konklusion

De fundne forskelle i de tre rapsprodukters energiværdi skyldes først og fremmest forskelle i fedtindholdet - og en stigende fedtfordøjelighed ved et stigende fedtindhold.

**Tabel 8. Nye tabelværdier for næringsstoffraktionernes fordøjelighedskoefficienter (FK) og energiværdi i rapsprodukter**

Foderstofnavn	Rapsskrå	Rapskage	Rapskage fedtrig
Foderstofnummer	1,51	1,50	1,52
FK-svin			
råprotein	74	77	77
råfedt	47	60	81
træstof	35	35	35
N-fri ekst.	75	75	75
FEs/100 kg tørstof	95	100	117
FEs/100 kg foder	83	89	107

De nuværende tabelværdier for rapsprodukters energiværdi synes at være undervurderet med ca 10% i rapsskrå og rapskage og med ca 5% i fedtrig rapskage.

Proteinfordøjeligheden i de aktuelle produkter af rapskage og fedtrig rapskage synes at være højere end tabelværdierne.

Proteinkvaliteten var næsten ens i de undersøgte partier af de tre produkter, og var generelt lidt højere end tabelværdierne.

## Nye tabelværdier

På grundlag af de foreliggende undersøgelser har Plantedirektoratet revideret tabelværdierne for rapsprodukters energiværdi. De nye værdier fremgår af tabel 8.

**Tabel 5. Energiværdi af rapsprodukter beregnet på grundlag af fordøjelighedsforsøgene (direkte metode)**

	Rapsskrå	Rapskage	Rapskage fedtrig
<i>Energi (MJ/kg tørstof)</i>			
Bruttoenergi	19,29	20,13	21,87
Fordøjeligt energi	13,63	14,27	16,41
Urinenergi	0,91	0,96	0,88
Omsættelig energi	12,72	13,31	15,53
Nettoenergi	7,66	8,10	9,77
FEs/100 kg tørstof	99 ± 4	105 ± 3	126 ± 4

bel 5. I den officielle kontrolmetode beregnes energiværdien derimod på grundlag af de fordøjede næringsstoffers indhold af omsættelig energi (tabel 6). Ved anvendelse af værdierne i tabel 1 og 4 opnås en god overensstemmelse mellem denne metode og den direkte metode. Dette gælder især når værdierne for fedt bestemmes efter HCl-diætylæter-metoden. De lavere værdier for fedt, der opnås med HCl-petroleumsæter-metoden, resulterer derimod i en undervurdering af energiværdien, især af fedtrig rapskage. I de to andre rapsprodukter udligner den lave fedtfordøjelighed dog næsten den højere

**Tabel 6. Energiværdi (FEs/100 kg tørstof) af rapsprodukter beregnet ud fra næringsstoffraktionernes fordøjelighedskoefficienter (FK) og en alternativ metode baseret på in vitro fordøjelighed (indirekte metoder)**

	Rapsskrå	Rapskage	Rapskage fedtrig
<i>Officiel metode</i>			
FK ifølge forsøg <sup>1</sup>	99	105	123
do <sup>2</sup>	98	104	120
FK ifølge tabel <sup>1</sup>	89	94	117
do <sup>2</sup>	89	93	114
<i>In vitro metode</i>	99	106	128
<i>Officiel metode (tabelværdier for kemisk sammensætning)</i>			
FK ifølge forsøg	100	102	118
FK ifølge tabel	91	92	112

<sup>1</sup> fedtekstraktion med HCl-diætylæter

<sup>2</sup> fedtekstraktion med HCl-petroleumsæter

energiværdi af fedt sammenlignet med NFE-fraktionen.

For alle tre produkter er de beregnede værdier væsentligt højere med de fundne fordøjelighedskoefficienter for de kemiske fraktioner end når tabelværdier anvendes.

Beregning efter en ny metode udviklet på Statens Husdyrbrugsforsøg, baseret alene på indholdet af bruttoenergi og kvælstof samt in vitro fordøjeligheden af organisk stof (metoden beskrives i en kommende Meddelelse fra Statens Husdyrbrugsforsøg), viser en særdeles god overensstemmelse med resultaterne fra fordøjelighedsforsøgene.

Endelig viser tabel 6 energiværdierne beregnet på partier med en gennemsnitlig kemisk sammensætning ifølge tabelværdier, men ved anvendelse af de fundne fordøjeligheder. De herved beregnede værdier kan sammenlignes direkte med de nuværende tabelværdier for energiværdien i de tre typer rapsprodukter. Resultaterne tyder på, at de nuværende tabelværdier undervurderer energiværdien med ca 10% i rapsskrå og rapskage og med ca 5% i fedtrig rapskage.

#### *Proteinværdi*

Foderets proteinværdi afhænger af protein-kvaliteten, der bestemmes af indholdet af livsnødvendige (essentielle) aminosyrer, og proteinfordøjeligheden.

Proteinets kvalitet vurderet ud fra indholdet af alle essentielle aminosyrer i forhold til kvælstofindholdet (g/16g N) er angivet i tabel 2. Heraf fremgår det, at der kun var små forskelle i de tre rapsprodukters relative indhold af aminosyrer. Mest interessant er indholdet af lysin, der normalt er den 1. begrænsende aminosyre i foderblandinger med korn, og som er mest udsat for ødelæggelse ved procesbehandling. Det lidt lavere indhold af lysin i rapskage sammenlignet med fedtrig rapskage kan således skyldes forskel i procesbehandling men kan også skyldes en tilfældig variation i udgangsmaterialet (rapsfrøene). Generelt er kvaliteten for alle tre produkter dog lidt bedre end angivet i »Ta-

**Table 3. Mineralstofindhold i rapsprodukter**

	Rapsskrå	Rapskage	Rapskage fedtrig
<i>Makromineraler (g/kg tørstof)</i>			
Kalcium	7,8	6,4	6,6
Fosfor	12,6	12,1	11,3
Magnesium	5,0	4,6	4,1
Natrium	0,1	0,1	0,1
Kalium	16,1	16,3	15,1
<i>Mikromineraler (mg/kg tørstof)</i>			
Jern	339	238	130
Mangan	60	68	57
Kobber	7	10	6
Zink	68	66	60
Selen	0,16	0,12	0,09

## Resultater og diskussion

### *Kemiske analyser*

Analyseværdierne for de kemiske hovedfraktioner i de tre forskellige rapsprodukter fremgår af tabel 1. Værdierne for råfedt, der er bestemt efter Stoldt-metoden med en forudgående saltsyrehydrolyse, afhænger af den efterfølgende ekstraktionsmetode. Det fremgår, at petroleumsætermetoden, der er en autoriseret metode og som normalt anvendes i industrien, undervurderer fedtindholdet med over 1 procentenhed i alle tre produkter (se også 786. Meddelelse fra Statens Husdyrbrugsforsøg).

Rapsprodukternes indhold af aminosyrer og mineralstoffer fremgår af henholdsvis tabel 2 og 3.

### *Fordøjelighed*

For kulhydratfraktionerne (NFE og træstof) var der en faldende fordøjelighed fra rapsskrå over rapskage til fedtrig rapskage, hvorefter der for råprotein var en stigende fordøjelighed.

Fordøjelighedsbestemmelserne viste, at især fedtfordøjeligheden var forskellig i de tre produkttyper, idet den steg med stigende fedtindhold (tabel 4). Dette kan have to årsager. For det første udtrykkes fordøjeligheden som »tilsyneladende«, hvilket betyder, at det endogene fedttab i forbindelse med fordøjelsen indgår i det ufordøjede fedt, der måles i gødningen. Da dette tab er relativt uafhængigt af foderets fedtindhold, vil dets indflydelse på fordøjelighedskoefficienten være størst når foderets fedtindhold er lavest. For det andet er det sandsynligt, at den del af fedtet (olien), der er vanskeligst at fjerne under den tekniske behandling også er den mindst tilgængelige for grisene. Således kan det beregnes fra værdierne i tabel 1 og 4, at den ufordøjede mængde fedt var ens (3,0 %) i de to typer rapskager, hvilket kunne forklares med at den fraktion af fedtet, der udgør forskellen i fedtindholdet (på 7,8 %) var 100 % fordøjeligt.

### *Energiværdi*

Energiværdien, beregnet direkte på grundlag af energien i foder, gødning og urin fra fordøjelighedsforsøgene, anses for at være den mest korrekte værdi for energiindholdet i et fodermiddel. Disse værdier fremgår af ta-

**Table 4. Fordøjeligheden af næringsstoffraktionerne i rapsprodukter**

	Rapsskrå	Rapskage	Rapskage fedtrig
<i>Fordøjelighed ± se (%)</i>			
Tørstof	69,9 ± 2,4	70,6 ± 2,2	72,0 ± 2,3
Organisk stof	72,6 ± 2,3	72,2 ± 2,1	73,8 ± 2,1
Energi	70,6 ± 2,5	70,9 ± 2,2	75,0 ± 2,1
Råprotein	74,0 ± 1,9	77,1 ± 1,7	77,9 ± 1,9
Råfedt	43,9 ± 10,3	57,6 ± 4,4	79,8 ± 2,2
Træstof	47,6 ± 4,9	37,3 ± 5,3	35,1 ± 5,7
NFE	80,0 ± 2,5	78,0 ± 2,4	76,4 ± 2,7

---

Udgiver: Statens Husdyrbrugsforsøg, Foulum, Postboks 39, 8830 Tjele. Tlf. 86 65 25 00.  
Abonnementspris 1992: 200,- kr. inkl. moms. Adresseændring bedes meddelt postvæsenet.  
ISSN 0106-8857