



Sammenhængen mellem absorptionen af energigivende stoffer fra blind-tyktarm og udnyttelsen af den omsættelige energi i foderblandinger

*A. Just, J. A. Fernández og H. Jørgensen
Afdelingen for forsøg med svin og heste*

Betydningen af, om de energigivende stoffer absorberes fra tyndtarmen eller fra blind-tyktarm, blev undersøgt ved forsøg med seks foderblandinger, der indeholdt fra 2 til 32% kartoffelstivelse og cellulose.

Fordøjelighedsforsøg med tyndtarmsfistulerede sogrise viste, at den procentdel af den fordøjede energi, der blev absorberet fra blind-tyktarm, steg fra 18 til 33%, når foderets indhold af kartoffelstivelse og cellulose steg fra 2 til 32%.

Balance-slagteforsøg med svin i vægtintervallet 20–90 kg viste, at fordøjeligheden af næringsstofferne og udnyttelsen af den omsættelige energi faldt med stigende indhold af kartoffelstivelse og cellulose i foderet. Energiens fordøjelighed faldt med 1,3% og udnyttelsen af den omsættelige energi faldt med 0,9%, når fodertørstoffets indhold af træstof steg med én procent.

Udtrykt i forhold til absorptionen af energi fra blind-tyktarm viste resultaterne, at udnyttelsen af den omsættelige energi faldt med 0,8%, når der blev »absorberet« én procent mere af den fordøjede energi fra blind-tyktarm. Forklaringen herpå er en forskellig kemisk sammensætning af de næringsstoffer, der absorberes fra de forskellige tarmafsnit.

Ved beregning af foderstoffers og foderblandingers indhold af FEs tages der allerede hensyn til absorptionsstedets betydning, idet beregningen er baseret på foderets koncentrationsgrad (omsættelig energi pr. kg tørstof). Når koncentrationsgraden falder, absorberes en større procentdel af den fordøjelige energi fra blind-tyktarm og udnyttelsen af den omsættelige energi falder.

Indledning

Flere balance-slagteforsøg viser, at udnyttelsen af den omsættelige energi hos slagtesvin varierer med energikoncentrationen, d.v.s. med indholdet af omsættelig energi pr. kg fodertørstof. Udnyttelsen af den omsættelige energi stiger med stigende energikoncentration. Statistiske analyser viser, at energikoncentrationen forklarer 90–95% af variationerne i udnyttelsen af den omsættelige energi.

Årsagerne til energikoncentrationens indflydelse på energiudnyttelsen er ikke klarlagte. Det må dog forventes, at de energetiske omkostninger

ved fordøjelsesprocesserne varierer i forhold til mængden af fodertørstof, ligesom forskelle i den kemiske sammensætning af de kvælstoffrie ekstraktstoffer også vil kunne påvirke energiudnyttelsen. Endvidere tyder resultaterne af fordøjelighedsforsøg med re-entrant fistulerede svin (beskrevet i medd. nr. 429) på, at der er en sammenhæng mellem energikoncentrationen og absorptionen af energi fra henholdsvis tyndtarm og blind-tyktarm. Når energikoncentrationen falder, føres en større procentdel af fodernæringsstofferne hen i blind- og tyktarm, hvor en del af råproteinet og kulhydraterne bliver omdannet (forgæret) til am-

moniak, flygtige fedtsyrer m. v. Disse forgæringsprodukter bliver i stort omfang absorberet, men som beskrevet i meddelelse nr. 432 kan svinene ikke udnytte de absorberede proteinstoffer (ammoniak) til proteindannelse og udnyttelsen af de absorberede flygtige fedtsyrer er sikkert lavere end af de kulhydrater, der absorberes fra tyndtarmen.

Hertil kommer et tab af energi i form af luftformige gasser (metan, brint, m.m.), der udskilles gennem endetarmen, men beregnes som om energien var absorberet, ligesom der sker et direkte energitab i form af varme fra forgæringsprocesserne.

Såvel omfanget af forgæringsprocesserne som energitabene i form af gasser og forgæringsvarme varierer sikkert nogenlunde omvendt med energikoncentrationen.

Formålet med denne undersøgelse var at belyse sammenhængen mellem den del af den fordøjede energi, der absorberes fra blind-tyktarm og udnyttelsen af den omsættelige energi. Projektet er udført med støtte fra Statens Jordbrugs- og Veterinærvidenskabelige Forskningsråd.

Materiale og metoder

Sammensætningen af foderet er angivet i tabel

Tabel 1. Foderblandingerne sammensætning

Foderblanding	1	2	3	4	5	6
Foderstofsammensætning, %						
Kasein	16,8	13,6	10,5	7,3	4,2	1,0
Sojaskrå	2,0	6,8	11,6	16,4	21,2	26,0
Kødbenmel	2,0	2,8	3,6	4,4	5,2	6,0
Havre	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Byg	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
Majsstivelse	40,6	32,4	24,4	16,3	8,1	0,0
Kartoffelstivelse	0,0	3,2	6,3	9,5	12,6	15,8
Organisk cellulose	2,0	4,8	7,5	10,3	13,1	15,9
Sojaolie	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Sukkerroemelasse	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Lysinblanding ¹⁾	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
Mineral- og vit.bl.	3,6	3,2	2,7	2,2	1,8	1,5
Kemisk sammensætning af tørstof, %						
Råprotein	22,7	22,8	22,8	22,1	22,3	22,5
Stoldt fedt	7,3	7,4	7,4	7,3	7,9	7,9
Træstof	3,4	5,9	8,2	11,1	13,9	16,1
NFE	61,6	58,2	56,5	54,1	50,4	47,8
LHK	55,9	51,6	48,7	44,8	39,3	35,6
Bruttoenergi, MJ/kg tørstof	19,4	19,4	19,4	19,2	19,3	19,3

¹⁾ 10% L-lysin og 90% hvedeklid.

1. Ved valget af foderstoffer blev det tilstræbt at opnå store forskelle i den del af energien, der forventedes at blive absorberet fra blind- og tyktarm. Endvidere blev blandingerne sammensat sådan, at de skulle dække svinenes behov for livsnødvendige næringsstoffer i gennemsnit for vækstperioden fra 20 til 90 kg.

Absorptionen af energi i henholdsvis tyndtarm og blind-tyktarm blev bestemt ved forsøg med sogrise, der var forsynet med en rørformet kanyle i tyndtarmen 4-5 cm foran dens indmunding i blind-tyktarm. Grisene blev opereret ved ca. 50 kg levendevægt. Der blev udført seks forsøg med hver blanding, tre forsøg uden tilsætning af antibiotika til foderet og tre forsøg med tilsætning af antibiotika, for at belyse tarmfloraens betydning for fordøjelsesprocesserne. De daglige foder-mængder udgjorde fra 1,7 kg af blanding 1 til 2,1 kg af blanding 6. Grisene blev fodret tre gange dagligt med nøjagtig otte timers mellemrum. Foderet blev tilsat 0,5% kromoxyd som indikator og urinen blev opsamlet med ballonkatetre.

Foderets indflydelse på fordøjeligheden og udnyttelsen af den omsættelige energi blev bestemt ved balance-slagteforsøg omfattende 7 kuld à 6 grise, ialt 42 grise. Balance-slagteforsøgene blev udført som beskrevet i meddelelserne nr. 94, 96, 103, 164, 209 og 210.

Resultater og diskussion

Resultaterne fra forsøgene med tilsætning af antibiotika til foderet til de tyndtarmsfistulerede sogrise skal ikke omtales her, men det bør dog nævnes, at en kovariansanalyse viste, at der ikke var vekselvirkning mellem foderblandinger og antibiotika med hensyn til absorption af energi fra blind-tyktarm. Resultaterne fra forsøgene med tilsætning af antibiotika blev derfor justeret til nul antibiotika og adderet til de øvrige resultater. Nogle af resultaterne fra forsøgene med tyndtarmsfistulerede sogrise er anført i tabel 2.

Nogle af resultaterne fra balance-slagteforsøgene er angivet i tabel 3. Størrelsen af indholdet i fordøjelseskanaalen steg som tidligere fundet med stigende indhold af træstof i foderet. Med undtagelse af LHK faldt fordøjeligheden af de undersøgte næringsstoffer ved stigende indhold af kartoffelstivelse og cellulose i foderet. Udtrykt pr. procent stigning i træstofindholdet udgjorde faldet i fordøjelighed fra 0,7% for NFE til 1,5% for råprotein, hvilket er meget mindre end fundet ved tidligere forsøg med træstof fra korn og byghalm.

Udnyttelsen af den omsættelige energi faldt fra

Tabel 2. Foderets indflydelse på absorptionen fra blind-tyktarm og på dannelsen af flygtige fedtsyrer

Foderblanding	1	2	3	4	5	6
% af fordøjet absorberet fra blind-tyktarm:						
Råprotein ¹⁾	16	8	6	7	6	2
Lysin ¹⁾	3	0	-1	-3	-4	-7
Stoldt fedt ¹⁾	12	2	-1	-4	-1	-1
LHK ¹⁾	6	6	9	12	19	26
Energi ²⁾	18	20	21	23	29	33
Flygtige fedtsyrer (eddike-, propion-, smørsyre m.fl.), m.mol/kg fodertørstof:						
I tyndtarmsindhold ¹⁾	145	88	97	123	95	86
I fæces ¹⁾	20	44	70	73	99	118

¹⁾ Tre forsøg pr. blanding. ²⁾ Seks forsøg pr. blanding.

Resultaterne viser, at absorptionen af kvælstofholdige stoffer (råprotein, lysin) og Stoldt fedt fra blind-tyktarm falder, hvorimod absorptionen af LHK og energi stiger med stigende indhold af kartoffelstivelse og cellulose i foderet. Forklaringen herpå må være, at en større del af næringsstofferne i blandingerne føres hen i blind-tyktarmen, hvilket stimulerer den mikrobielle forgæring. Dette illustreres også af det stigende indhold af flygtige fedtsyrer i fæces. Ved de mikrobielle processer dannes også aminosyrer og fedtsyrer, der i stort omfang udskilles med fæces og dette resulterer i, at nettoabsorptionen af disse stoffer fra blind-tyktarm falder fra blanding 1 til blanding 6. Indholdet af flygtige fedtsyrer i tyndtarmsindholdet falder med stigende indhold af kartoffelstivelse og cellulose i foderet, sandsynligvis fordi den større daglige fodermængde (vægt og volumen) forøger passagehastigheden og derved formindsker forgæringstiden.

blanding 1 til blanding 6. Udtrykt pr. procent stigning i træstofindholdet udgjorde faldet i nettoenergi (% af omsættelig energi) 0,54 procentenheder eller ca. 0,9%. En regressionsanalyse viste, som anført i nedenstående ligning,

$$\text{Nettoenergi (MJ/kg tørstof)} = 0,95 \times \text{omsættelig energi (MJ/kg tørstof)} - 5,16, s_0 = 0,07, VC = 4,0, r^2 = 0,91$$

at energikoncentrationen kunne forklare 91% af variationerne i indholdet af nettoenergi.

Sammenhængen mellem den del af den fordøjede energi, der blev absorberet fra blind-tyktarm, og indholdet af netto energi i procent af omsættelig energi er vist i figur 1. Kurven og ligningen viser, at når der blev absorberet én procent mere af den fordøjede energi fra blind-tyktarm, faldt udnyttelsen af den omsættelige energi med 0,49 procentenheder eller ca. 0,8%.

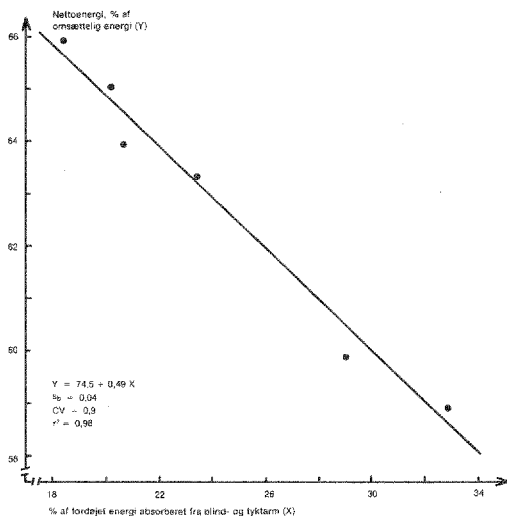
Tabel 3. Foderets indflydelse på størrelsen af indholdet i fordøjelseskanalen, nogle næringsstoffers fordøjelighed og udnyttelsen af den omsættelige energi

Foderblanding	1	2	3	4	5	6
Dagligt foder, slagtevægt, indhold i fordøjelseskanalen m.m.						
Tørstof, kg/dag	1,21	1,25	1,31	1,32	1,39	1,45
OE, MJ/dag	20,74	20,98	21,34	20,57	20,96	20,64
Daglig tilvækst, g ¹)	594	593	584	578	556	539
Vægt af slagtekrop, kg	72,4	71,5	72,6	71,1	68,5	68,0
Tarmindhold, kg	4,6	5,9	6,0	7,0	9,1	9,2
Fordøjelighed, %						
Råprotein	92	89	87	83	80	75
Lysin	96	93	91	88	86	81
Metionin	95	93	90	85	81	74
Cystin	88	85	86	83	82	82
Treonin	94	90	88	84	80	76
Stoedt fedt	88	85	84	83	81	80
Træstof	49	55	51	54	55	44
NFE	95	94	93	92	90	88
LHK	100	100	100	100	99	99
Energi	92	89	87	84	81	77
Udnyttelsen af omsættelig energi						
Aflejret energi, % af OE	34	34	33	32	30	28
Nettoenergi, % af OE	66	65	64	63	60	59

¹) Korrigeret til 25% slagtesvind.

²) Nettoenergi, MJ = aflejret energi, MJ + 0,326 × gns. levendevægt, kg^{3/4}.

De fundne resultater viser, at energikoncentrationens indflydelse på udnyttelsen af den omsættelige energi i høj grad beror på, at energikoncentrationen er et mål for størrelsen af den del af foderet, der fordøjes i blind-tyktarm. Når energikoncentrationen falder, føres mere af foderet hen i blind-tyktarm. Det stimulerer den mikrobielle forgæring og resulterer i, at en større del af foderet bliver omdannet til ammoniak, flygtige fedtsyrer m.m., der i stort omfang absorberes, men energieffekten er en del lavere end for de næringsstoffer (aminosyrer, fedtsyrer, hexoser m.m.), der absorberes fra tyndtarmen. Samtidigt sker der et større energitab i form af luftarter (CH₄, H₂ m.m.) og forgæringsvarme.



Figur 1. Sammenhængen mellem energiabsorptionen fra blind-tyktarm og udnyttelsen af den omsættelige energi.