



Cementelfilterstøv som fodertilskud til ungtyre

*J. Lykkeaa og T. Hvelplund
Afd. for forsøg med kvæg og får*

Cementelfilterstøv fremkommer som et biprodukt fra cementfabrikationen. Støvet har hidtil fundet anvendelse som jordforbedringsmiddel, men er desuden i den senere tid, især i USA, anvendt som fodertilskud. Forsøgene, der er beskrevet i denne meddelelse, havde til formål at undersøge virkningen på tilvækst, foderudnyttelse og slagte kvalitet når dansk cementelfilterstøv blev anvendt som fodertilskud til intensivt fodrede ungtyre.

I forsøgsperioden i vægtintervallet 150–400 kg blev kontrolhold såvel som forsøgshold fodret med kraftfoder efter ædelyst, mens hø og halm blev tildelt restriktivt. Kraftfoderblandingerne sammensætning var ens bortset fra en mineralstofjustering, og at blandingen til forsøgsholdet var tilsat 3,5% cementelfilterstøv. Tilskuddet af cementelfilterstøv var imidlertid uden effekt, idet tilvækst, nettotilvækst og foderudnyttelse mellem hold var uden signifikant forskel ($P > 0,05$).

En supplerende undersøgelse, som bestemte cementelfilterstøvens reaktivitetsprofil ved pH 6,5 og 2,7 viste, at den syreneutraliserende evne fordeler sig ligeligt mellem disse to værdier. Med andre ord udløses 50% af den syreneutraliserende evne i vommen og de resterende 50% i løben.

Målinger af foderets passagehastighed viste ingen forskel i partikelfasen mellem de to hold. Passagehastigheden af væskefasen var derimod øget på forsøgsholdet – sandsynligvis på grund af et større mineralstofindhold.

Bestemmelser af pH i mave-tarmkanalen, hvor yderpunkterne i vom og løbe var henholdsvis pH 6,0 og 3,4, viste ingen signifikante forskelle mellem de to hold.

Indledning

Cementelfilterstøv fremkommer som et biprodukt ved cementfabrikationen, idet støvpartikler, der dannes under processen, opsamles i såkaldte elektrofiltre. Materialet, som hovedsagelig består af kalciumsilikater, er meget alkalisk (pH 12–13) og bemærker sig i forhold til konventionelle mineraler i husdyrenes ernæring ved en temperaturpå-

virkning på 1500°C samt ved støvets finhed. Med en partikelstørrelse på under 6 mikrometer opnår stoffet således en specifik overflade, som er kemisk reaktiv. Med disse egenskaber har elfilterstøv hidtil fundet anvendelse som jordforbedringsmiddel. Imidlertid fremkom i 1978 nogle opsigtsvækkende amerikanske resultater fra forsøg med stude, som viste, at et fodertilskud på

3,5% cementfilterstøv forbedrede tilvækst og foderudnyttelse med henholdsvis 25–37% og 20–25%. Den herved skærpede interesse forårsagede internationalt en omfattende forsøgsaktivitet, idet ikke mindre end 25 forsøg til dato er publiceret. En opgørelse over disse forsøg, som hovedsagelig omfatter drøvtyggere, viser imidlertid, at kun ca. en trediedel af forsøgene udviser positiv effekt ved tildeling af elfilterstøv.

De refererede primære gunstige resultater foranledigede Ålborg Portland til at anmode Statens Husdyrbrugsudvalg om at udføre forsøg med elfilterstøv*) for dermed eventuelt at finde en mere hensigtsmæssig anvendelse af den danske produktion, som årligt andrager ca. 120.000 tons.

Materiale og metoder

Forsøget blev udført på Trollesminde med 16 SDM-tyre fordelt på et normalhold N og et forsøghold F. I forsøgsperioden, som strakte sig over vægtintervallet 150–400 kg, havde tyrene individuelt fri adgang til en af de 2 kraftfoderblandinger, hvis sammensætning fremgår af tabel 1. Som strukturfoder blev i hele forsøgsperioden dagligt tildelt 0,5 kg kløvergræshø, og fra 300 kg levendevægt suppleredes med 0,5 kg byghalm.

Tabel 1. Kraftfoderblandningernes procentiske sammensætning

Ingrediens	Blanding	
	N	F
Byg, valset	82,0	79,5
Roemelasse	10,0	10,0
Sojaskrå	5,8	6,3
Kridt	1,0	—
Mineralblanding ¹⁾	1,0	—
Mononatriumfosfat	—	0,5
Vitaminpræparat ²⁾	0,2	0,2
Cementfilterstøv	—	3,5

1) KFK Svine-mineral, sammensætning pct.: 38,85 di-kalciumfosfat, 40,00 foderkridt, 18,00 kogsalt, 1,00 jernsulfat, 0,50 manganoxyd, 0,90 kobbersulfat, 0,04 koboltsulfat, 0,70 zinkoxyd, 0,01 kalciumjodat. Indhold pr. kg: 250 g Ca og 70 g P.

2) Super Solitren. Indhold pr. g: 2000 int.enh. A-vitamin, 400 int.enh. D₃-vitamin.

*) Forsøgene er udført med økonomisk støtte fra Ålborg Portland.

Kraftfoderblandingerne blev anvendt i upelleteret tilstand. Tilsætning af melasse havde som væsentligste formål at binde støvet og hindre afblanding. Elfilerstøvet's sammensætning fremgår af tabel 2.

Tabel 2. Sammensætning af cementfilterstøv fra Ålborg Portland

%		ppm	
SiO ₂	15,9	Cu	35
AlO ₃	4,1	Co	51
Fe ₂ O ₃	2,4	Zn	130
CaO	46,2	Mn	327
MgO	1,1	Se	7
TiO ₂	0,2	Mo	<20
P ₂ O ₅	0,2	Cr	39
K ₂ O	2,8	Li	32
Na ₂ O	0,7	Sr	1030
Glødetab	21,9	Cd	11
		Hg	0,06
		As	8
		Pb	134
		V	39

De anvendte fodermidlers kemiske sammensætning og beregnede foderværdi fremgår af tabel 3.

Tabel 3. Fodermidlernes kemiske indhold og foderværdi

	Kraftfoder		Grovfoder	
	Bl. N	Bl. F	Hø	Halm
Antal prøver	3	3	2	2
Tørstof %	85,3	85,5	86,4	85,5
<i>Tørstoffets sammensætning, %:</i>				
Råprotein	15,23	15,08	11,18	5,56
Råfedt	1,72	1,55	2,26	2,15
N-fri ekstraktstoffer	72,70	71,58	46,90	44,86
Træstof	5,29	5,04	33,15	42,48
Aske	5,06	6,75	6,51	4,95
Ca, g pr. kg	6,4	11,5	3,9	4,4
P, g pr. kg	4,6	5,2	2,3	1,0
Mg, g pr. kg	1,2	1,3	1,1	0,6

Indhold pr. kg foder:

FE	0,97	0,96	0,47	0,25
Ford. råprotein, g	103	103	58	9

Specielle undersøgelser

1) Der blev på Kemisk Institut ved Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole foretaget undersøgelser over elfilerstøvet's kemiske egenskaber.

Således blev støvets syreneutraliserende evne (NE) og såkaldte reaktivitetsprofil fastlagt *in vitro*. Måleapparatet, hvormed disse undersøgelser blev udført, består af et kar med væske, hvortil det faste stof tilføres under konstant omrøring. En glaselektrode samt en referenceelektrode måler opløsningens pH, som holdes konstant på den ønskede værdi af en autoburette, som tilsætter saltsyre. Syreforbruget registreres herefter af en skriver som funktion af tiden.

2) Med det formål at måle foderets passagehastighed gennem mavetarmkanalen fik holdvis 2 × 3 tyre ved 10 måneders alderen en støddosis på henholdsvis 150 g polyetylen glycol (PEG) og 30 g kromoxyd (Cr₂O₃). I de efterfølgende 3 døgn blev der i 6 timers intervaller foretaget total gødningsopsamling samt prøveudtagning til analyse for PEG og Cr₂O₃. Passagehastigheden af Cr₂O₃ og PEG, der henholdsvis følger partikelfasen og væskefasen, blev bestemt ved ligningen: $A_t = A_0 \times e^{-kt}$, hvor k udtrykker den fraktion af markstoffet, der passerer ud af vommen pr. tidsenhed, A_0 er begyndelseskoncentrationen i vommen, og A_t udtrykker koncentrationen til tiden t . Ligningen er anvendt under den forudsætning, at koncentrationsfaldet i fæces 30 timer efter støddosis er det samme, som det der kan måles direkte i vommen, hvilket er bekræftet i udenlandske forsøg.

3) Endelig blev i forbindelse med slagtingen foretaget pH bestemmelse af indholdet i forskellige afsnit af forsøgsdyrets fordøjelseskanaal. Prøver blev udtaget af vom, løbe, forreste og bageste del af tyndtarm, blindtarm og tyktarm. Målingerne blev udført ca. ½ til ¾ time efter, at slagtedyret var aflivet. Endelig skal anføres, at forsøgsdyrene på grund af denne undersøgelse havde fri adgang til foder lige til afgang til slagteriet.

Resultater og diskussion

Forsøgsdyrenes ædelyst og sundhedstilstand var generelt god og uden holdvis forskel. Et enkelt dyr på normalholdet var i en kortere periode ramt af en klovskade, ligesom et dyr på forsøgs-holdet med betændelse i venstre bagben måtte under behandling med antibiotika. Resultater af fodringsforsøget fremgår af tabel 4.

Tabel 4. Tilvækst, foderforbrug og slagteresultater

Hold	Normalhold	Forsøgs-hold
Antal dyr	8	8
Alder v. fors. beg., dage	148	147
Alder v. fors. slutn., dage	330	332
Vægt v. fors. beg., kg	153	157
Vægt v. fors. slutn., kg	399	402
Daglig tilvækst, g	1364	1329
Daglig nettotilvækst, g*	781	768
<i>Foderforbrug, kg:</i>		
Kraftfoder	1176	1259
Kløvergræshø	87	89
Byghalm	33	32
<i>Slagteresultater:</i>		
Ialt tørstof, kg	1108	1182
Ialt FE	1194	1259
Tørstof pr. dag, kg	6,13	6,37
FE pr. dag	6,61	6,78
Tørstof pr. kg tilvækst	4,52	4,81
Tørstof pr. kg nettotilvækst	7,87	8,34
FE pr. kg tilvækst	4,85	5,13
FE pr. kg nettotilvækst	8,47	8,88
Ford. råprotein pr. FE	106	107
<i>Slagteresultater:</i>		
Slagteprocent	54,6	54,8
Klassificering**	6,1	7,3

* Beregnet ud fra 50% slagtevægt ved forsøgets begyndelse.

** $A^1 = 10$, $A^+ = 9$, $A = 8$ osv.

Af tabel 4 ses, at supplerings med elfilterstøv har været uden effekt, idet såvel tilvækst, nettotilvækst, foderudnyttelse og slagte-kvalitet har været uden signifikante forskelle ($P > 0,05$).

Resultatet af herværende forsøg er således i modstrid med de i indledningen nævnte amerikanske resultater, hvor der fandtes en positiv effekt ved anvendelse af cementelfilterstøv som fodertilskud. Den manglende effekt på tilvækst og foderudnyttelse kan skyldes flere forhold. En mulighed er, at de mikromineraler, der ifølge tabel 2 tilføres med elfilterstøvet, allerede er til stede i tilstrækkelige mængder. Nogle af disse mikromineraler er, udover at være essentielle, også toksiske; eksempelvis kan nævnes arsenik, bly, kadmium, kviksølv og selen. Koncentrationen er dog ifølge det amerikanske forsøg så begrænset, at tilskuddet er uden effekt på slagte-

kroppens muskel- og fedtvæv. En anden væsentlig forskel er den, at elfilterstøv i modsætning til resultatet i det amerikanske forsøg ingen signifikant effekt havde på mave-tarmkanalens pH. Resultatet fremgår af figur 1 og diskuteres senere under specielle undersøgelser, punkt 3.

Specielle undersøgelser

1) De udførte *in vitro* forsøg, som havde til formål at fastlægge elfilterstøvs reaktivitetsprofil eller syreneutraliserende evne (NE) viste ved pH 6,5, at godt 10% af den totale NE reagerede straks, 30% efter 2 timer og 56% efter 24 timer. Målinger ved pH 2,7 – nogenlunde svarende til surhedsgraden i løbe og tolvfingertarm – viste, at 90% reagerede allerede efter 5 minutter. Den totale NE fordeler sig således med ca. den ene halvdel i vommen forårsaget af karbonater og oxider, mens den anden halvdel reagerer i løbe og tolvfingertarm forårsaget af silikater.

2) Passagerhastigheden ud af vommen af Cr₂O₃ og PEG er vist i tabel 5.

Tabel 5. Passagehastigheden ud af vommen samt den gennemsnitlige opholdstid i vommen af henholdsvis Cr₂O₃ og PEG

	Hold N		Hold F	
	Cr ₂ O ₃	PEG	Cr ₂ O ₃	PEG
Passagehastighed, % pr. time	6,9	7,4	7,4	12,4
Gns. opholdstid i vommen, timer	14,5	13,5	13,5	8,0

Tabellen viser, at passagehastigheden af Cr₂O₃, der følger partikelfasen, var næsten ens for de to hold, hvorimod der på forsøgholdet sammenlignet med normalholdet var en signifikant større passagehastighed af PEG, der følger væskefasen.

Tilskud af cementfilterstøv har således ikke bevirket et øget partikelflow, men derimod et øget væskeflow, hvilket sandsynligvis skyldes et højere indhold af mineralstoffer i foderet til forsøgholdet sammenlignet med normalholdet.

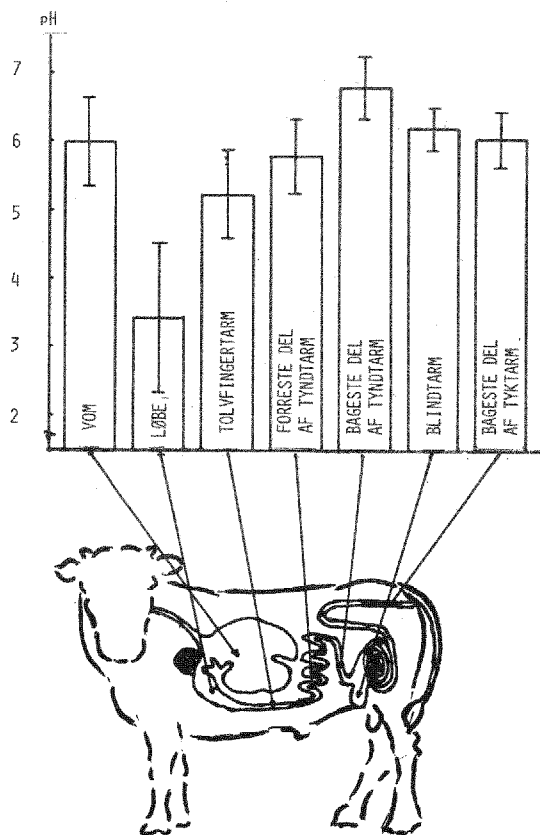


Fig. 1. pH i ungtyrenes mave-tarmindhold samt standardafvigelse, n = 14.

3) Resultater af de i forbindelse med slagtningen udførte pH-målinger i forsøgsdyrenes mave-tarmindhold fremgår af figur 1. Som det ses af søjlediagrammet, er samtlige værdier i de enkelte afsnit samlet under ét, da fodertilskuddet var uden effekt. Resultatet er således i modstrid med de amerikanske forsøg, hvor elfilterstøvs syreneutraliserende evne's signifikant forhøjelse mave-tarmkanalens pH ca. en halv enhed over normalholdets niveau. Divergensen skyldes sandsynligvis forskelle i foderrationernes struktur, idet stråfoderandelen i det amerikanske forsøg var slaglemølleformalet. Den bevarede struktur i det danske forsøg har tilsyneladende aktiveret spyttproduktionen i en sådan grad, at den med sit indhold af bikarbonater har sikret et optimalt pH-niveau for fordøjelsen.