



23. OKTOBER

NR. 682

### In vitro fordøjelighed af foderstoffer bestemt ved hjælp af ileumsaft fra svin

*X. Y. Xia\*) og D. D. Hall*  
*Afdelingen for forsøg med svin og heste*

En to-fase in vitro-metode blev gennemført for at bestemme fordøjeligheden af organisk stof i foderstoffer. Foderprøver blev først inkuberet i pepsin-saltsyre og derefter i tarmsaft fra ileum (bageste del af tyndtarmen) hos svin. Foreløbige forsøg viser nogenlunde samme resultater for in vitro og in vivo fordøjeligheden af organisk stof efter 48 timers inkubering i tarmsaft fra ileum under anaerobe forhold. In vitro fordøjeligheden afhang af foderprøvens vægt, formalingsmetode og inkubationstid.

Fordøjeligheden hos grise af 33 foderprøver fandtes højt korreleret med in vitro fordøjeligheden:

$$Y = 1,05 X (P < 0,001, r = 0,91),$$

hvor Y og X er fordøjeligheden bestemt ved henholdsvis in vivo- og in vitro-metoden.

In vitro fordøjeligheden syntes afhængig af foderets stivelsesindhold.

#### **Indledning**

Fordøjelighedsforsøg med svin (in vivo) tager tid, er arbejdskrævende og bekostelige. Alternative metoder til fodermiddelvurdering er derfor undersøgt i de senere år ved afdelingen for forsøg med svin. Kemisk sammensætning og nylonpose-teknik er således omtalt i 486. Meddelelse fra SH.

In vitro fordøjelighed (laboratoriemetode) af grøntafgrøder til drøvtyggere blev først standardiseret af Tilley og Terry (J. Br. Grassld. Sec. 18, 41, 1963). Furuya et al. (Br. J. Nutr. 41, 511, 1979) erstattede vomsaften med tarmsaft fra jejunum hos svin. Formålet med nærværende undersø-

gelse var at anvende en hurtig og billig in vitro teknik, hvor der benyttedes tarmsaft fra ileum ved bestemmelse af fordøjelighed af det organiske stof i foderstoffer.

#### **Materiale og metoder**

Undersøgelsen omfattede 33 foderprøver, som tidligere var anvendt i fordøjelighedsforsøg med svin (556. Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg).

Den benyttede to-fase in vitro-metode svarede til den af Furuya et al. beskrevne bortset fra, at tarmsaften fra svin blev opsamlet gennem en T-

\*) På studieophold fra Department of Animal Science, Huazhong Agricultural University, Wuhan, China.

kanyle ved enden af ileum. Saften blev siet gennem 4 lag osteklæde og nedfrosset til  $+18^{\circ}\text{C}$  til benyttelse 4–12 dage senere. Alle grise, hvorfra der udtoges tarmsaft, fik en byg-tilskudsfoderblanding. Ved hvert forsøg benyttedes tarmsaft fra 3 grise.

For at simulere fordøjelsen i maven blev dobbeltprøver af foderstofferne inkuberet i vandbad ved  $39^{\circ}\text{C}$  med 10 ml pepsin-saltsyreopløsning i 4 timer. Pepsin-saltsyreopløsningen blev fremstillet ved at sætte 2 g krystallinsk pepsin (1:10.000) til 800 ml vand, derefter blev der tilsat 75 ml 1N HCl og fyldt op til 1 l med vand. Efter inkuberingen blev der tilsat 10 ml 0,075 N NaOH for at neutralisere opløsningen.

I den anden fase blev der for at simulere tarmfordøjelsen tilsat 20 ml af en blanding bestående af ileumsaft og stødpude (forholdet 1:1) plus 30 ml stødpude ekstra til hvert reagensglas. In vitro reagensglas og stødpudeopløsning er nærmere beskrevet af Tilley og Terry. Efter inkubering centrifugeredes to gange efter genopløsning i vand og filtrering gennem glasfiltre, hvorved den ufordøjelige del af foderstoffet blev adskilt fra den fordøjelige. Filter og filtrat blev tørret ved  $100^{\circ}\text{C}$  i 24 timer, og derefter forasket ved  $525^{\circ}\text{C}$ .

*Forsøg 1.* Virkningen af inkuberingsperiode og prøvestørrelse. To prøver af byg og sojaskrå blev inkuberet i 2, 4, 6, 24 eller 48 timer med ileumsaft. Hvert reagensglas indeholdt 0,5 eller 1,0 g foder. Prøverne var formalet på et 4 mm sold til såvel in vivo som in vitro bestemmelserne. Prøvernes pH blev målt henholdsvis 2, 24 og 48 timer efter inkubering.

*Forsøg 2.* Virkningen af inkuberingsperiode. To prøver af byg og sojaskrå blev formalet på et 0,75 mm sold og inkuberet i 0, 2, 4, 6, 24 eller 48 timer med ileumsaft. Hvert reagensglas indeholdt 0,5 g foder.

*Forsøg 3.* In vitro fordøjelighed af foderstoffer. 33 enkelte foderstoffer blev formalet i en IKA M20-Universalmølle (50 g af hver prøve i et minut) og inkuberet i 48 timer i ileumsaft med 0,5 g foder/reagensglas. Et rystevandbad blev benyttet i dette forsøg.

## Resultater

*Forsøg 1.* In vitro fordøjeligheden fremgår af tabel 1. Inkubering af 0,5 g foder/reagensglas i 48 timer gav nogenlunde samme fordøjelighed ved in vivo- og in vitro-metoden.

In vitro fordøjeligheden af byg var 32 pct. større for prøver à 0,5 g end à 1,0 g efter 48 timers inkubering. pH var konstant op til 24 timer i den anden fase af inkubering med ileumsaft (pH = 6,5–6,8). Efter 48 timer faldt pH til 6,0–6,5.

*Forsøg 2.* Som i det første forsøg fandtes efter 48 timers inkubering de bedste resultater (tabel 1). Forsøg på at formale hvedekliid og bomuldsfrøskrå så de kunne passere et 0,75 mm sold resulterede i en separation af fiberpartikler.

*Forsøg 3.* Resultaterne er vist i tabel 2 og figur 1. Følgende regression er fundet:

$$Y = 1,05 X (P < 0,001, r = 0,91),$$

hvor Y og X er fordøjeligheden bestemt ved henholdsvis in vivo- og in vitro-metoden. In vitro-værdierne undervurderede imidlertid fordøjeligheden af kornarterne og tapioka.

**Tabel 1. In vitro fordøjelighed sammenlignet med in vivo.**

Forsøg	Foderstof	g foderprøve	Partikelstørrelse, mm	Timers inkubering					In vivo (pct.)	
				0	2	4	6	24		48
1	Sojaskrå	0,5	4		68	69	72	73	84	85
		1,0	4		65	67	68	71	77	
	Byg	0,5	4		45	50	59	67	76	
		1,0	4		35	44	46	54	57	
2	Sojaskrå	0,5	0,75	47	64	64	64	66	77	85
	Byg	0,5	0,75	8	46	52	55	68	73	82

**Tabel 2. In vitro fordøjelighed sammenlignet med in vivo (forsøg 3).**

Foderstof	In vivo fordøjelighed	In vitro fordøjelighed
Byg	82	83
Byg	82	75
Byg	83	73
Proteinfraktion, byg	88	81
Bygskaller	44	39
Majs	89	81
Majs	92	73
Majsgluten	94	86
Majsgluten	82	75
Majsklid	69	55
Havre	76	68
Havreklid	90	84
Ærter	90	85
Rug	88	86
Hvede	89	84
Hvede	87	82
Hvedeklid	73	69
Sojaskrå	87	86
Sojaskrå	82	79
Sojaskrå	85	82
Sojaprotein, koncentrat	92	93
Bomuldsfrøskrå	55	62
Solsikkekrå	50	53
Rapsskrå	65	67
Lucernemel	47	50
Guarmel	89	81
Tapiokamel	92	82
Tørgær	89	89
Skummetmælkspulver	97	96
Sukker	97	102
Sukkerroer	76	82
Kødbenmel	63	66
Fiskemel	98	81

## Diskussion

Furuya et al. benyttede tarmsaft fra jejunum, mens den i nærværende undersøgelse stammede fra ileum. En sådan prøve indeholder enzymer fra tyndtarmen og har mikrobiel aktivitet, som vist af Borg Jensen (indlæg ved SH's årsmøde, 1987).

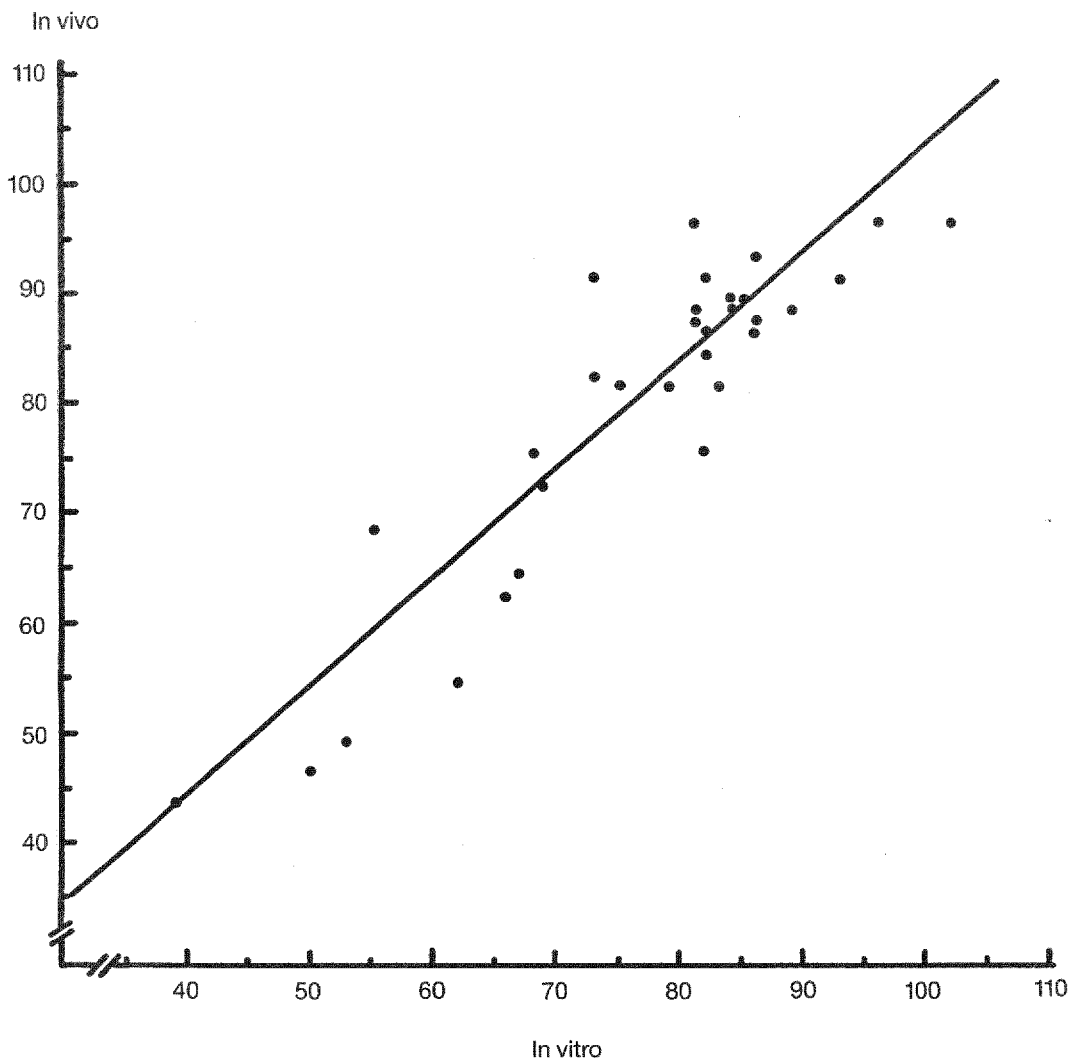
In vitro inkuberingen blev opretholdt under anaerobe forhold for at simulere den mikrobielle vækst. Denne blev imidlertid ikke målt.

Furuya et al. anvendte en metode, hvor inkubationstiden var 6 timer, og der blev ikke anvendt stødpuder. Clunies og Leeson (Poultry Science, 63, 89, 1984) fandt, at opløsningens pH påvirkede in vitro bestemmelserne. I nærværende undersø-

gelse blev pH ved stødpudeblanding derfor holdt på 6,0–6,8 under inkuberingen med ileumsaft.

I forsøg 1 var in vitro og in vivo fordøjeligheden af sojaskrå ens, mens byg blev undervurderet 6 pct. Derfor blev prøverne formalet, så de kunne passere et 0,75 mm sold i forsøg 2. Dette forbedrede ikke resultaterne, og endvidere blev træstofrige foderstoffer (hvedeklid og bomuldsfrøskrå) separeret ved formalingen. Man kunne således med det blotte øje se de træstofrige bestanddele, som holdtes tilbage i møllen. Som følge heraf blev en kaffemølle benyttet i forsøg 3. Derved sikredes en ensartet prøve og 100 pct. genfindning af alle foderkomponenter.

Forsøg 3 viser god overensstemmelse mellem in vitro- og in vivo-metoden. Førstnævnte undervurderer imidlertid fordøjeligheden af korn og tapioka, hvilket kan skyldes disse foderstoffers høje indhold af stivelse. Dette antyder, at tilsætning af enzymet  $\alpha$ -amylase til opløsningen kan blive nødvendig før inkubering af korn.



Figur 1. Fordøjeligheden af organisk stof bestemt ved in vivo- og in vitro metode.