

582 Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg

Vagn E. Petersen

Energi og protein/energiforhold i foderets og det indflydelse på kyllingers vækst og foderforbrug

*The Energy Content and the Protein/Energy
Ratio of Diets for Broilers and its Influence
on Body Weight Gain and Feed Conversion
of Broiler Chickens*



I kommission hos Landhusholdningsselskabets forlag,
Rolighedsvej 26, 1958 København V.

Trykt i Frederiksberg Bogtrykkeri 1985

FORORD

Siden 1952 har afdelingen med cirka 10 års mellemrum udført omfattende forsøg til belysning af betydningen af energiindholdet og protein/energiforholdet i foderblandinger til slagtekyllinger. For hver gang emnet er blevet undersøgt, er den nyeste viden om vurdering af foderets energiindhold og protein/energiforhold blevet inddraget, og hver gang er det aktuelle avlsmateriale blevet anvendt.

Nærværende beretning beskriver forsøget, som er udført i 1983, og inddrager desuden de tidligere forsøgsresultater i diskussionen af de fundne resultater. Foderblandingerne energiindhold er angivet som omsættelig energi (OE) målt i megajoule (MJ) og proteinindholdet er angivet som råprotein (N.6,25).

Forsøgsplanen er udarbejdet af forsøgsleder Vagn E. Petersen, der desuden har ført tilsyn med forsøget og udarbejdet beretningen.

Forsøget er udført på kyllingestationen på Favrholm under Statens forsøgsgårde, hvor forsøgstekniker Hans Jürgen Handt har passet kyllingerne. De statistiske beregninger er ved hjælp af S.A.S. programmer udført på NEUCC af Preben Knøsgaard, og de kemiske analyser af foderblandingerne er gennemført på Statens Husdyrbrugsforsøgs kemiske afdeling ved afdelingsleder Kirsten Weidner, medens beregning af foderblandingerne sammensætning er foretaget med det liniære program, der anvendes af Landsudvalget for Fjerkræ, og udført på NEUCC af konsulent Børge Svendsen. Manuskriptet er renskrævet og opsat af assistent Ingelise Andersen.

Det er afdelingens håb, at beretningen om forsøget vil bidrage til, at der med varierende forsyninger af og priser på foderstoffer, kan opnås den bedst mulige sammensætning af foderblandinger til slagtekyllinger og dermed den bedst mulige udnyttelse af de foderstoffer, som indgår i foderblandingerne.

INDHOLDSFORTEGNELSE

	<u>Side</u>
FORORD	3
SAMMENDRAG	5
SUMMARY	9
1. INDLEDNING	11
2. METODE	12
2.1 Forsøgsplan og metode	12
3. RESULTATER OG DISKUSSION	18
3.2 Foderets indflydelse på væksten	26
3.2.1 Kyllingernes tilvækst fra 10-36 dage	27
3.2.2 Kyllingernes tilvækst fra 0-36 dage	28
3.3 Foderets indflydelse på foderoptagelsen	32
3.3.1 Kyllingernes foderoptagelse fra 10-36 dage	33
3.3.2 Kyllingernes foderoptagelse fra 0-36 dage	34
3.4 Foderets indflydelse på energioptagelsen	37
3.5 Foderforbrug, kg foder pr. kg kylling	44
3.6 Forbrug af omsættelig energi pr. kg kylling	47
4. ENERGIVURDERINGEN	51
4.1 Analyse af energivurderingen	51
5. LINIÆRT PROGRAMMEREDE FODERBLANDINGER	60
5.1 Kyllingernes reaktion på liniært programmerede foderblandinger	60
5.2 Foderoptagelsens indflydelse på kyllingernes tilvækst	65
5.3 Indflydelsen af foderets energiindhold og dets protein/energiforhold på slagtekyllingeproduktionens økonomiske resultat	76
6. KONKLUSION	82
7. LITTERATURLISTE	83

SAMMENDRAG

Forsøget blev udført med 16 foderblandinger, som blev fodret til slagtekyllinger, fra de var 0 til de var 36 dage gamle.

Foderblandingerne havde 4 og 4 samme indhold af omsættelig energi (OE), og inden for hvert energiniveau havde blandingerne 4 forskellige protein/energiforhold. Energiindholdet varierede fra 11,1 over 11,5 og 12,0 til 12,4 MJOE pr. kg foder på de 4 energiniveauer, beregnet på grundlag af den nugældende officielle standardtabel for foderstoffers energiindhold. Indenfor energiniveauerne varierede aminosyreindholdet fra 75 til 120% af kyllingernes behov i henhold til gældende norm.

Det viste sig dog, at blandingerne indeholdt mindre af de svovlholdige aminosyrer methionin + cystin end forventet. Det er i beretningen påvist, at denne afvigelse mellem beregnet og analyseret indhold af methionin + cystin skyldes, at sojaskrå er tillagt en for høj værdi for indhold af disse aminosyrer i den officielle standardtabel. Den korrekte værdi for methionin + cystin i sojaskrå er antagelig henholdsvis 1,4 og 1,5 g pr. % råprotein, og ikke som der hidtil er regnet med, henholdsvis 1,6 og 1,6 g pr. % råprotein.

De 16 foderblandinger blev analyseret 2 gange i 2 uafhængige analyseserier. Det viste sig, at blandingerne analyserede indhold af stivelse afveg systematisk fra det beregnede indhold (fig. 1). Systematiken bestod i, at blandingerne indhold af stivelse afveg mere og mere fra det beregnede indhold med deres stigende indhold af havre, hvorved blandingerne indhold af omsættelig energi også afveg mere og mere fra det beregnede indhold med foderets stigende indhold af havre.

Det anvendte parti havre synes således at have haft en sammensætning, der afveg fra den, der er anført i den gældende officielle standardtabel, men dets fordøjelighed har også været afvigende, for kyllingernes vækst og især deres forbrug af OE pr. kg kylling viste, at kyllingerne ikke fuldt ud kunne udnytte det gennem analyse fundne indhold af omsættelig energi. Da kyllingernes reaktion på foderet er det afgørende svar på dets foderværdi, og deres reaktion svarede til foderblandingerne beregnede energiindhold og

protein/energiforhold, er beretningens endelige konklusive sammenhænge mellem foderets energiindhold og protein/energiforhold og kyllingernes reaktion på foderet derfor baseret på de i Cirkulære fra Statens Foderstofkontrol (1982) bilag 4 anførte værdier.

I tabel 5.1.1 er i ligningsform anført kyllingernes reaktion på foderets beregnede energiindhold og dets protein/energiforhold fra de er 0 til 10 dage gamle, og i tabel 5.1.2 fra de er 0 til 36 dage gamle.

Kyllingerne havde fra 0-36 dage en mertilvækst på 36,4 g for hver gang foderets energiindhold blev øget med 1 MJOE pr. kg. Denne størrelse er dog ikke konstant, idet det påvises, at mertilvæksten øges med 1 g for hver dag opdrætningsperioden forlænges, hvorfor mertilvæksten pr. ekstra MJOE pr. kg foder vil være 42-43 g såfremt opdrætningsperioden er 42 dage.

Afligningerne i tabel 5.1.1 og 5.1.2 fremgår, at indflydelsen af foderets energiindhold på kyllingernes vækst ikke var statistisk signifikant, hverken i perioden fra 0-10 eller i perioden fra 0-36 dage. Det er desuden påvist, at dette er i overensstemmelse med kyllingernes reaktion på foderets energiindhold under praktiske produktionsforhold.

Med foderets stigende energiindhold aftager kyllingernes foderoptagelse fra 0-36 dage ($P < 0,05$) og foderforbruget pr. kg kylling falder med 0,122 kg foder ($P < 0,001$) for hver gang foderets energiindhold øges med 1 MJOE pr. kg foder, medens OE pr. kylling og pr. kg kylling, er upåvirket af foderets energiindhold.

Når forbruget af OE pr. kylling i nærværende forsøg i modsætning til tidligere forsøg er upåvirket af foderets energiindhold, skyldes det muligvis, at kyllingerne i dag har en ædekapalet, der svarer til deres tilvækstevne, således at de nu er i stand til at dække deres behov for energi til optimal tilvækst med foder med et lavere energiindhold end tidligere.

Foderets protein/energiforhold øvede i opdrætningstiden fra kyllingerne var 0 til 10 dage såvel som fra de var 0 til 36 dage gamle en sikker kurveliniær indflydelse på kyllingernes vækst og foderoptagelse.

Fra kyllingerne var 0 til 10 dage og fra de var 0 til 36 dage gam-

le blev optimal tilvækst nået med henholdsvis 203 og 200 g råprotein pr. 10 MJOE. Kyllingernes proteinbehov pr. energienhed er altså praktisk taget ens de første 36 opdrætningsdage, og der er følgelig ikke grundlag for at nedsætte foderets indhold af protein pr. energienhed, før i slutfoderet.

Regner man med en usikkerhed på 2% af kyllingernes vægt ved 36 dage vil kyllingerne med 95% sandsynlighed opnå optimal tilvækst med 200 ± 25 g råprotein pr. 10 MJOE. I tabel 5.1.3 er vist de anvendte foderblandingers aminosyreindhold ved henholdsvis 175 og 200 g råprotein pr. 10 MJOE og det konkluderes, at de under 200 g råprotein anførte mængder aminosyrer er lig med eller større end kyllingernes behov for de pågældende aminosyrer til optimal tilvækst.

Foderforbruget - kg foder pr. kg kylling - var signifikant ($P < 0,001$) retlinært faldende både med foderets stigende energiindhold og dets stigende protein/energiforhold. For hver gang foderets energiindhold blev øget med 1 MJOE pr. kg faldt foderforbruget med 0,122 kg foder pr. kg kylling.

I tabel 5.3.2 er anført foderblandingerens økonomiske værdi, der er beregnet ud fra den forudsætning, at kyllingerne skulle give det samme dækningsbidrag på alle foderblandinger uanset indhold af OE og protein.

Foderets værdi kan beskrives med ligningen:

$$\text{Foderets værdi pr. 100 kg, kr} = 14,25 \times \text{MJOE pr. kg foder} + 0,463 \times \text{g råprotein pr. 10 MJOE.}$$

Ligningen kan bruges til undersøgelse af ved hvilke energiindhold og protein/energiforhold i foderet det størst mulige dækningsbidrag vil blive opnået, forholdet er, at jo billigere en foderblanding aktuelt kan fremstilles i forhold til den beregnede ligningsværdi, desto større dækningsbidrag vil der blive opnået.

I fig. 2 er vist kyllingernes vægt i relation til deres energioptagelse i 1965, 1974 og 1983. Med en energioptagelse på 31 MJOE nåede kyllingerne de nævnte tre år en vægt på henholdsvis 1110, 1310 og 1515 g, hvilket svarer til en gennemsnitlig årlig mertilvækst på 22 g på samme energiforbrug og en foderbesparelse på 1,5% pr. år.

Med udgangspunkt i 1984 priser, ville dækningsbidraget i 1965, 1974 og 1983 være henholdsvis -0,61, 0,50 og 1,30 kr. pr. kylling. Dette svarer til, at de danske kyllingeproducenter i 1983 i forhold til 1965 har en merindtægt på 1,91 kr pr. kylling på grund af kyllingernes bedre vækstevne og bedre fodersammensætninger.

SUMMARY

The experiment was conducted to further elucidate the influence of energycontent and protein/energy ratio of the fed on body weight gain and feed conversion of broiler chickens.

The experiment lay out was of a 4 x 4 facorial design, where the first factor was 4 levels of apparent metabolizable energy (AME), the levels were 11,1, 11,5, 12,0 and 12,4 MJAME per kg feed. The second factor was 4 protein/energy ratios within each level of energy, resulting in that the content of amino acid vary from 75 to 120 percent of the requirement according to NRC (1977).

The chickens were fed the experimental diet from day old to 36 days of age. The chickens, ASA meat-type-chicks, were fed the diets ad lib. as crumbles and they had free acces to drinking water at all time.

At the arrival of the chickens the experimental house was heated to a room temperature of 32°C. That room temperature was kept for the first 4 days, after which the room temperature was reduced by ½°C per day, until the temperature was reduced to 20°C.

It appears that the chicks had an extra gain per rearing day of 1,04 g for each 1 MJAME increase per kg feed. Both feed consumption and body weight gain increases curvilinear with the increasing protein/energy-ratio. Optimum body weight gain from 0 to 10 days and from 0 to 36 days of age was obtained with 203 and 200 g protein per 10 MJAME, respectively; that is in a diet containing 12,5 MJAME equivalent to 25,4 and 25,0 percent protein.

The values 203 and 200 g protein per 10 MJAME are not significant different and it is concluded that meat-type chickens can be fed diets with the same protein/energy-ratio from 0 to 36 days of age. In a similar type of experiment - carried out in 1965 - optimum body weight gain was obtained with 181 g protein per 10 MJAME, but that experiment was terminated when the chickens were 50 days of age.

The feed consumption decreased with the increasing energy content of the diets to such an extent that the energy consumption was only slightly increasing with the increasing energy content of

the diets. It is postulated that the chickens of to day, have capacity of feed consumption so that they are able to cover their requirement of energy for optimum gain on diets lower in energy than broiler chickens could some years ago. The feed conversion : Kg feed per kg body weight decreased both with the increasing energycontent and the increasing protein/energy-ratio of the diets.

The body weight gain of the chickens in relation to energy consumed in 1965, 1974 and 1984 appear in fig. 2, and in table 5.2.1 the progres in body weight gain and feed conversion og the chickens from 1965 to 1984 is shown.

1 INDLEDNING

Foderets energiindhold og dets protein/energiforhold påvirker kyllingers væksthastighed, foderoptagelse og foderforbrug pr. kg kylling, hvilket er påvist i mange forsøg bl.a. (Petersen og Emmans 1965) og (Petersen 1975). Resultaterne af forsøgene bruges som styringsfaktorer ved EDB-beregning af liniære-mindstepris-foderblandinger til slagtekyllinger. Da disse forsøg blev udført blev kyllingernes behov for protein angivet som g pepsin-saltsyre-fordøjeligt renprotein pr 3000 Kcal OE, i 1976 blev det vedtaget, at protein skulle angives som foderets indhold af pepsin-saltsyrefordøjeligt råprotein og i 1981 blev det bestemt, at foderets proteinindhold nu skulle angives som procent råprotein. Med hensyn til foderets energiindhold er der sket den ændring, at alle fodermidler optaget i bilag 4 i cirkulære fra Statens Foderstofkontrol af 1982 "Beregning af handelsfoderstoffernes energetiske værdi" har været underkastet en nyvurdering. Denne vurdering, som er baseret på nye fordøjelighedsforsøg og nu anvendte kemiske analysemetoder viser, at det hidtige anførte indhold af omsættelig energi i nogle fodermidler afviger betydeligt fra det, der er fundet ved genvurderingen. Det er vedtaget, at foderstof-firmaer fra 1. oktober 1983 skal angive foderets energiindhold i megajoule (MJ) pr. 100 kg foderblanding på grundlag af de i ovennævnte cirkulære anførte værdier.

Disse ændringer i love og/eller bekendtgørelser og det forhold, at slagtekyllinger i dag i forhold til 1965 og 1975 har en betydelig hurtigere tilvækst, har bevirket, at det er nødvendigt at gentage forsøgene, for at fastlægge kyllingernes behov for:

g råprotein pr. 10 MJ omsættelig energi til :

- a) Optimal energioptagelse
- b) Optimal tilvækst
- c) Optimal foderomsætning
- d) Optimalt dækningsbidrag,

samt at vurdere virkningen af de foretagne ændringer i foderets indhold af omsættelig energi på tilvækst, foderomsætning og slagtekyllingeproduktionens dækningsbidrag. Data, der alle indgår som styrefaktorer ved EDB-beregning af liniære-mindstepris-foderblandinger.

2 METODE

2.1 Forsøgsplan og metode

Experimental Plan and Method

Forsøget blev udført som et 4 x 4 faktorielt forsøg med 2 parallelhold pr. forsøgsbehandling. Den ene faktor var fire energiniveauer, 11,9, 12,6, 13,2 og 13,8 MJ omsættelig energi (OE) pr kg foder, og den anden faktor var 4 protein/energiforhold inden for hvert energiniveau. Foderblandingerne sammensætning er beregnet på grundlag af de energiindhold i de enkelte fodermidler, der var gældende før 1. oktober 1983 og foderblandingerne proteinindhold er fremkommet ved at stille krav til foderets aminosyreindhold, således at den første begrænsende essentielle aminosyre efter methionin og lysin var bestemmende for de enkelte foderblandingers proteinindhold, idet disse to aminosyrer kan tilsættes foderet som et syntetisk produkt. Det viste sig, at methionin i alle tilfælde var den første begrænsende aminosyre efterfulgt af arginin, medens behovet for lysin i alle tilfælde blev dækket af det lysin, som naturligt fandtes i de anvendte fodermidler. Ved at anvende de hidtil anvendte energiværdier er det muligt at beregne foderblandingerne aminosyreindhold ud fra kendte værdier, og forsøgets resultater kan derefter transformeres så protein- og aminosyrebehov kan fastlægges i forhold til de nye energiværdier.

Forsøgets foderblandinger, der var fremstillet som 2 mm piller, havde de i tabellerne 2.1.1, 2.1.2, 2.1.3 og 2.1.4 viste sammensætninger.

Tabel 2.1.1 Foderblandingerne sammensætning,
11,9 MJOE pr kg foder

Table 2.1.1 Composition of the diets containing 11,9 MJAME per kg

Blanding:		A90	A100	A110	A120
Sojaskrå, afsk., toasted	%	13,60	17,80	22,00	26,30
Havre	%	45,80	44,30	42,70	41,10
Majs	%	31,20	28,50	25,70	22,90
Fedt, animalsk	%	0,00	0,00	0,00	0,00
Sojaolie	%	1,00	1,00	1,10	1,20
Fiskemel, askefattigt	%	2,80	2,80	2,80	2,80
Kød-benmel, askefattigt	%	2,80	2,80	2,80	2,80
Vitaminblanding 1)	%	0,50	0,50	0,50	0,50
Kridt	%	0,40	0,40	0,35	0,30
Dikalciumfosfat	%	1,35	1,30	1,35	1,30
Mineralstofblanding 2)	%	0,35	0,35	0,35	0,35
Methioninblanding (40%)	%	0,20	0,25	0,35	0,45
Ialt	%	100,00	100,00	100,00	100,00
<u>Beregnet indhold:</u>					
OE pr.kg foder,	MJ	11,9	11,9	11,9	11,9
OE pr.kg foder,	Kcal	2850	2850	2850	2850
Råprotein	%	18,5	20,2	21,9	23,9
<u>pr. 10 MJOE:</u>					
Råprotein	g	156	170	184	198
Linolsyre	g	16,0	16,0	16,0	16,0
Kalcium	g	7,4	7,4	7,4	7,4
Uorg. P	g	3,6	3,6	3,6	3,6
<u>Dækning af behov,</u>	%				
Meth. + Cystin		90	100	110	120
Arginin		90	100	110	120
Andre aminosyrer ^{>}		90	100	110	120

1) Gennem vitaminblandingen blev foderet pr.kg beriget med: 8000 i.e. A-vitamin, 2000 i.e. D₃-vitamin, 9300 i.e. E-vitamin, 2,0 mg K₃-vitamin, 1,3 mg Thiamin, 3,2 mg Riboflavin, 18,5 mg Niacin, 7,0 mg D-pantotensyre, 1,0 mg Folinsyre, 250 mg Cholinchlorid, 10 mcg B₁₂-vitamin, 100 mg Butylhydroxytoluen, 10 mg Nitrovin, 125 mg Zoalen, 0,22 mg Natriumselenit. Vitaminblandingen bærerestof var hvedeklid.

2) Gennem mineralstofblandingen blev foderet pr.kg beriget med 34,5 g NaCl, 310 mg FeSO₄, 17,5 mg CuSO₄, 55,0 mg ZnO, 110,0 mg MnO, 1,0 mg CoSO₄ og 1,4 mg KJ .

Tabel 2.1.2 Foderblandingsens sammensætning,
12,6 MJOE pr kg foder

Table 2.1.2 Composition of the diets containing 12,6 MJAME per kg

Blanding:		B85	B95	B105	B115
Sojaskrå, afsk. toasted	%	14,70	19,10	23,50	27,90
Havre	%	28,80	27,10	25,40	23,90
Majs	%	46,60	43,70	40,80	37,90
Fedt, animalsk	%	0,00	0,00	0,00	0,00
Sojaolie	%	1,10	1,20	1,30	1,30
Fiskemel, askefattigt	%	3,00	3,00	3,00	3,00
Kød-benmel, askefattigt	%	3,00	3,00	3,00	3,00
Vitaminblanding 1)	%	0,50	0,50	0,50	0,50
Kridt	%	0,40	0,40	0,40	0,40
Dikalciumfosfat	%	1,40	1,40	1,40	1,40
Mineralstofblanding 2)	%	0,35	0,35	0,35	0,35
Methioninblanding (40%)	%	0,15	0,25	0,35	0,45
Ialt	%	100,00	100,00	100,00	100,00
<u>Beregnet indhold:</u>					
OE pr.kg foder,	MJ	12,6	12,6	12,6	12,6
OE pr.kg foder,	Kcal	3000	3000	3000	3000
Råprotein	%	18,7	20,5	22,3	24,1
<u>pr.10 MJOE:</u>					
Råprotein	g	148	163	177	191
Linolsyre	g	16,0	16,0	16,0	16,0
Kalcium	g	7,4	7,4	7,4	7,4
Uorg. P	g	3,6	3,6	3,6	3,6
Dækning af behov,	%				
Meth. + Cystin		85	95	105	115
Arginin		85	95	105	115
Andre aminosyrer ≥		85	95	105	115

1) Se fodnote under tabel 2.1.1

2) Se fodnote under tabel 2.1.1

Tabel 2.1.3 Foderblandingsens sammensætning,
13,2 MJOE pr kg foder

Table 2.1.3 Composition of the diets containing 13,2 MJAME per kg

Blanding:		C75	C80	C95	C110
Sojaskrå, afsk., toasted	%	13,20	15,50	22,50	29,40
Havre	%	12,60	11,80	9,20	6,60
Majs	%	63,85	62,30	57,60	53,10
Eedt, animalsk	%	0,00	0,00	0,00	0,00
Sojaolie	%	1,20	1,20	1,40	1,50
Fiskemel, askefattigt	%	3,10	3,10	3,10	3,10
Kød-bemmel, askefattigt	%	3,10	3,10	3,10	3,10
Vitaminblanding ¹⁾	%	0,50	0,50	0,50	0,50
Kridt	%	0,50	0,50	0,45	0,40
Dikalцийfosfat	%	1,50	1,50	1,50	1,50
Mineralstofblanding ²⁾	%	0,35	0,35	0,35	0,35
Methioninblanding (40%)	%	0,10	0,15	0,30	0,45
Ialt	%	100,00	100,00	100,00	100,00
<u>Beregnet indhold:</u>					
OE pr.kg foder,	MJ	13,2	13,2	13,2	13,2
OE pr.kg foder,	Kcal	3150	3150	3150	3150
Råprotein ,	%	17,9	18,8	21,6	24,5
<u>pr. 10 MJOE:</u>					
Råprotein ,	g	135	143	164	185
Linolsyre ,	g	16,0	16,0	16,0	16,0
Kalcium	g	7,4	7,4	7,4	7,4
Uorg. P	g	3,6	3,6	3,6	3,6
Dækning af behov,	%				
Meth. + Cystin		75	80	95	110
Arginin		75	80	95	110
Andre aminosyrer ≥		75	80	95	110

1) Se fodnote under tabel 2.1.1

2) Se fodnote under tabel 2.1.1

Tabel 2.1.4 Foderblandingsens sammensætning,
13,8 MJOE pr kg foder

Table 2.1.4 Composition of the diets containing 13,8 MJAME per kg

Blanding:		D75	D85	D100	D120
Sojaskrå, afsk.,toasted	%	15,70	20,50	27,60	37,10
Havre	%	0,00	0,00	0,00	0,00
Majs	%	72,10	66,80	58,80	48,30
Fedt, animalsk	%	1,20	1,60	2,30	3,10
Sojaolie	%	1,30	1,30	1,40	1,50
Fiskemel, askefattigt	%	3,30	3,30	3,30	3,30
Kød-benmel, askefattigt	%	3,30	3,30	3,30	3,30
Vitaminblanding 1)	%	0,50	0,50	0,50	0,50
Kridt	%	0,55	0,50	0,50	0,40
Dikalciumfosfat	%	1,55	1,60	1,55	1,55
Mineralstofblanding 2)	%	0,35	0,35	0,35	0,35
Methioninblanding (40%)	%	0,15	0,25	0,40	0,60
Ialt	%	100,00	100,00	100,00	100,00
<u>Beregnet indhold:</u>					
OE pr.kg foder,	MJ	13,8	13,8	13,8	13,8
OE pr.kg foder,	Kcal	3300	3300	3300	3300
Råprotein	%	18,7	20,6	23,5	27,4
<u>pr. 10 MJOE:</u>					
Råprotein	g	136	149	170	198
Linolsyre	g	16,6	16,0	16,0	16,0
Kalcium	g	7,4	7,4	7,4	7,4
Uorg. P	g	3,6	3,6	3,6	3,6
<u>Dækning af behov,</u>	%				
Meth. + Cystin		75	85	100	120
Arginin		75	85	100	120
Andre aminosyrer ≥		75	85	100	120

1) Se fodnote under tabel 2.1.1

2) Se fodnote under tabel 2.1.1

Blandingerne er sammensat på en sådan måde, at de alle indeholder lige meget fiskemel og kød-benmel pr. 10 MJOE, hvorved det indbyrdes forhold mellem aminosyrerne fra energiniveau til energiniveau holdes nogenlunde konstant.

Kort før forsøget blev påbegyndt, blev fremstillet så meget af hver af de 16 blandinger som granuleret foder, at der var nok foder til hele forsøgsperioden. Da forsøget blev påbegyndt og igen 14 dage senere blev der taget en prøve af hver foderblanding. De to sæt foderprøver blev analyseret hver for sig, og de senere omtalte analyseresultater er således gennemsnit af to af hinanden uafhængige analyseserier.

Hver prøve blev analyseret for indhold af tørstof, aske, råprotein, råfedt (bestemt efter saltsyrehydrolyse), træstof, stivelse, sukker og aminosyrer.

Inden kyllingerne ankom, var huset gjort grundigt rent og kalket, og gulvet var strøet med hel byghalm. Ved kyllingernes ankomst var huset opvarmet til en rumtemperatur på 32°C, der blev bibeholdt de første 4 forsøgsdøgn. Derefter blev temperaturen reduceret med ½°C pr. døgn, indtil den kom ned på 20°C.

I forsøget indgik ialt 6516 hane- og hønekyllinger af kødtype. Kyllingerne blev ved modtagelsen fra rugeriet fordelt i de 32 forsøgshold på en sådan måde, at der var lige mange hane- og hønekyllinger i hvert hold. I hvert hold indgik 203 kyllinger, og der blev indsat 15 kyllinger pr m² gulv. Kyllingerne havde, i hele forsøgsperioden, fra de var daggamle til de var 36 dage gamle, fri adgang til foder og vand. Kyllingerne blev talt og vejjet holdvis, da de var 10, 17, 24, 31 og 36 dage gamle og i forbindelse med hvert vejjetidspunkt blev der foretaget en opgørelse af foderforbruget i hvert forsøgshold.

3 RESULTATER OG DISKUSSION

I det følgende er forsøgets resultater beskrevet og diskuteret parameter for parameter.

3.1 Foderets energiindhold og protein/energiforhold.

The energy content of the feed and its protein/energy ratio

Foderets energiindhold og dets protein/energiforhold er i tabel 3.1.1 anført både på grundlag af kemisk bestemte indhold af råprotein, råfedt og NFE efter de regler, som var gældende før 1. oktober 1983, og på grundlag af foderblandingsens kemisk bestemte indhold af råprotein, råfedt, stivelse og sukker efter de fra 1. oktober 1983 gældende regler. Blandingernes indhold af omsættelig energi er beregnet ved hjælp af EF formlen, hvor:

$$\text{MJOE pr kg foder} = 0,155 \times \% \text{ råprotein} + 0,342 \times \% \text{ fedt} + 0,167 \times \% \text{ stivelse} + 0,130 \times \% \text{ sukker}.$$

Foderets proteinindhold er for begge sæt værdier for omsættelig energi angivet som g råprotein pr. 10 MJOE.

Det vil af tabel 3.1.1 fremgå, at der med foderblandingerne stigende energiindhold bliver større og større afvigelse mellem foderblandingerne energiindhold, alt efter om dette er beregnet efter de regler, der var gældende før eller efter 1/10 1983. Den stigende afvigelse hænger i nogen grad sammen med, at indholdet af havre er faldende fra A - over B - og C - til D - blandingerne.

Med hensyn til g protein pr. 10 MJOE vil forholdet være, at pepsin-saltsyrefordøjeligt renprotein svarer til 88% og pepsin-saltsyrefordøjeligt råprotein til 92% af foderblandingerne indhold af råprotein.

Med blanding D 100 som eksempel kan det demonstreres, hvilken betydning det har for g protein pr. energienhed, om proteinet bliver angivet som g pepsin-saltsyrefordøjeligt renprotein, g pepsin-saltsyrefordøjeligt råprotein eller som g råprotein.

Tabel 3.1.1 Foderets analyserede energiindhold
og dets protein/energiforhold

Table 3.1.1 The contents of analyzed AME and protein/AME ratio of the diets

Metode gældende:	<u>Indtil 1/10 1983</u>		<u>Fra 1/10 1983</u>		Forskel i MJOE, %
	MJOE pr. kg foder	g råprot. 10 MJOE	MJOE pr. kg foder	g råprot. 10 MJOE	
Blanding:					
A 90	11,9	162 (204) ¹⁾	11,9	163	0,0
A 100	12,0	170 (214)	11,8	173	1,7
A 110	12,1	176 (221)	11,9	179	1,7
A 120	12,2	186 (234)	11,9	189	2,5
B 85	12,6	151 (189)	12,3	154	2,4
B 95	12,7	158 (198)	12,3	163	3,1
B 105	12,7	172 (215)	12,3	177	3,1
B 115	12,7	180 (226)	12,3	186	3,1
C 75	13,2	135 (170)	12,5	142	5,3
C 80	13,2	136 (171)	12,6	142	4,5
C 95	13,3	155 (194)	12,4	166	5,3
C 110	13,3	174 (219)	12,3	188	7,5
D 75	13,7	133 (167)	12,8	143	6,6
D 85	13,7	144 (181)	12,9	154	5,8
D 100	13,7	164 (205)	12,9	175	5,8
D 120	13,8	189 (238)	13,1	201	5,1

Sammendrag:

A-bl.	12,0	174 (218)	11,9	176	0,8
B-bl.	12,7	165 (207)	12,3	170	3,1
C-bl.	13,2	150 (189)	12,5	160	5,3
D-bl.	13,7	158 (198)	12,9	168	5,8

1) de i parentes anførte værdier angiver g råprotein pr 3000 Kcal. OE.

Tabel 3.1.2 Protein pr 3000 Kcal OE eller 10 MJOE, g

Table 3.1.2 Protein per 3000 Kcal or 10 MJAME, g

<u>OE pr.kg foder indtil 1/10 1983</u>	3000 Kcal.OE	10 MJOE
Pepsin-saltsyrefordøjeligt renprotein	180 =	144 =
Pepsin-saltsyrefordøjeligt råprotein	189 =	151 =
Råprotein	205 =	164 =
<u>OE pr.kg foder fra 1/10 1983</u>		
Råprotein	220 =	175

Af tabel 3.1.2 fremgår, at 180 g pepsin-saltsyrefordøjeligt ren-protein pr. 3000 Kcal OE i 1965 svarer til 175 g råprotein pr. 10 MJOE efter den 1. oktober 1983.

De 16 foderblandinger blev analyseret for indhold af aminosyrer. For at kontrollere om blandingerne indeholdt den forventede mængde af de forskellige essentielle aminosyrer, blev det ud fra analyseresultaterne beregnet hvor mange g aminosyre blandingerne indeholdt pr 10 MJOE, og mængden blev sat i forhold til kyllingernes behov, og er angivet som procent. Disse beregninger er udført på grundlag af foderblandingerne analyserede indhold af energi jvf. metode, der var gældende indtil den 1. oktober 1983. Resultatet af denne kontrol er vist i tabel 3.1.3.

Tabel 3.1.3 Aminosyre pr. 10 MJOE i % af gældende norm

Table 3.1.3 Aminoacid per 10 MJAME i percent of requirement

Blanding	A90	A100	A110	A120	B85	B95	B105	B115
Arginin	97	104	110	117	90	95	106	113
Fenylalanin+Tyrosin	132	140	145	153	124	130	142	152
Glycin+Serin	152	158	164	172	140	140	157	167
Histidin	144	152	158	165	135	141	157	168
Isoleucin	115	122	130	137	108	113	126	133
Leucin	129	136	141	148	127	132	142	148
Lysin	93	100	105	113	87	91	102	111
METHIONIN + CYSTIN	84	91	94	103	81	84	95	100
Threonin	106	114	118	124	101	105	114	124
Valin	135	143	150	159	128	133	146	151
Gennemsnit	119	126	132	139	112	116	129	137
CV	19	18	18	17	19	18	18	18
Blanding:	C75	C80	C95	C110	D75	D85	D100	D120
Arginin	78	78	91	107	77	86	98	124
Fenylalanin+Tyrosin	112	112	127	146	109	119	135	162
Glycin+Serin	126	125	142	161	122	134	148	180
Histidin	124	126	143	161	123	135	150	184
Isoleucin	96	96	113	131	95	106	121	149
Leucin	122	122	135	151	122	130	142	167
Lysin	76	76	91	107	75	85	98	109
METHIONIN+CYSTIN	71	71	84	96	71	76	86	109
Threonin	90	90	105	119	89	97	110	133
Valin	112	112	129	147	111	121	136	164
Gennemsnit	101	101	116	133	99	109	122	150
CV	21	21	19	18	21	20	19	17

Af tabel 3.1.3 fremgår, at mængden af de svovlholdige aminosyrer methionin og cystin i alle foderblandinger var lavere end planlagt, og i samtlige blandinger er de de første begrænsende aminosyrer.

Det er ved tidligere lejligheder konstateret, at foderblandingers indhold af analyserede svovlholdige aminosyrer (SAS) er lavere end beregnet. Der har været fremsat formodning om, at det kunne skyldes, at tilsat syntetisk methionin ikke blev genfundet i fuldt omfang ved aminosyreanalyserne, således at den analyserede mængde SAS ikke svarede til den beregnede mængde. En indledende beregningsmæssig analyse af det foreliggende materiale afslørede dog, at formodningen kun i ringe grad om overhovedet kunne bekræftes. Når formodningen i første omgang ikke helt kunne afvises, skyldes det, at foderblandningernes indhold af tilsat methionin såvel som deres indhold af sojaskrå var stigende med den tiltagende afvigelse mellem forventet og fundet SAS.

Ved beregning af foderblandningernes sammensætning var udgangspunktet, at sojaprotein indeholdt 3,2% SAS, svarende til 20,05 g pr. kg tørstof af afskallet sojaskrå, som anført i Statens Foderstofkontrols cirkulære om beregning af handelsfoderblandingers energitiske indhold. Petersen og Gaardbo Thomsen (1981) fik analyseret et parti sojaskrå, der blev anvendt i fordøjelighedsforsøg. Proteinet i dette parti sojaskrå indeholdt 2,89% SAS, svarende til 16,09 g pr. kg sojaskrå-tørstof.

I tabel 3.1.4 er vist, hvor meget indhold af forventet og fundet SAS afviger med og uden korrektion for ovenfor nævnte forskel i sojaskrås indhold af SAS.

Af tabel 3.1.4 fremgår, at indenfor hvert energiniveau, det er A, B, C og D blandingerne, er der uden korrektion en stigende afvigelse mellem forventet og fundet indhold af SAS, både med blandningernes stigende indhold af sojaskrå og stigende indhold af tilsat methionin.

Tabel 3.1.4 Blandingernes indhold af svovlholdige aminosyrer

Table 3.1.4 The content of sulphur containing aminoacids

Blanding	I blandingerne		SAS/ 10 MJOE, g			Afvigelse	
	Soja-skrå %	Methionin tilsat, g/kg	Forventet uden korr.	med korr.	Fundet ved analyse	fra forv., % før korr.	efter korr.
A 90	13,6	0,8	6,21	5,82	5,76	- 7,8	- 1,0
A 100	17,8	1,0	6,90	6,39	6,26	-10,2	- 2,0
A 110	22,0	1,4	7,59	6,96	6,48	-17,1	- 7,0
A 120	26,3	1,8	8,28	7,53	7,09	-16,8	- 6,2
B 85	14,7	0,6	5,87	5,47	5,58	- 5,2	+ 2,0
B 95	19,1	1,0	6,56	6,04	5,81	-12,9	- 3,9
B 105	23,5	1,4	7,24	6,60	6,37	-13,7	- 3,6
B 115	27,9	1,8	7,94	7,18	6,92	-14,7	- 3,8
C 75	13,2	0,4	5,18	4,83	4,92	- 5,3	+ 1,8
C 85	15,5	0,6	5,52	5,12	4,99	-10,6	- 2,6
C 95	22,5	1,2	6,56	5,98	5,82	-12,7	- 2,7
C 110	29,4	1,8	7,59	6,83	6,62	-14,7	- 3,2
D 75	15,7	0,6	5,18	4,78	4,88	- 6,1	+ 2,0
D 85	20,5	1,0	5,87	5,35	5,22	-12,5	- 2,5
D 100	27,6	1,6	6,90	6,21	5,94	-16,2	- 4,5
D 120	37,1	2,4	8,28	7,36	7,52	-10,1	+ 2,1
Gns.			6,73	6,15	6,01	-12,0	- 2,3

I gennemsnit er det analyserede indhold af SAS 12% mindre end forventet. Korrigeres for forskellen fra 3,20 til 2,89% SAS i soja-proteinet er afvigelsen mellem den ved analyse fundne og korrigerede forventede mængde SAS pr. 10 MJOE kun 2,3% i gennemsnit. At denne mindre afvigelse ikke blot er en parallelforskydning, ses af det forhold, at afvigelserne efter korrektionen er uden sammenhæng med blandingerne indhold af sojaskrå eller tilsat methionin. Ud fra dette konkluderes, at sojaskrå - også i betragtning af, at Petersen og Jensen (1982) fandt, at proteinet i 6 partier sojaskrå af forskellig nationalitet i gennemsnit kun indeholdt 3,01% SAS - er overvurderet med hensyn til indhold af methionin og cystin eller SAS. Da der ofte er fundet afvigelser mellem foderblandingers beregnede og det ved analyse fundne indhold af SAS, vil det være rimeligt at få kontrolleret, om det i den officielle tabel anførte indhold af SAS i sojaskråprotein er korrekt.

I tabel 3.1.3 er angivet den gennemsnitlige aminosyredækning i forhold til behov samt variationskoefficienten (CV), denne angiver den relative variation i foderblandingerne dækning af kyllingerne behov for aminosyrer. Det ses, at variationen i foderblandingerne aminosyreindhold i forhold til kyllingernes behov er praktisk taget ens i alle 16 blandinger, idet C.V kun varierer fra 17 til 21; forholdet er iøvrigt, at jo nærmere C.V kommer til 0 desto større vil den biologiske værdi af foderblandingerne proteinfraktion være, idet en C.V. på 0 vil angive, at alle aminosyrer forekommer i de mængder, der præcis dækker kyllingernes behov.

I tabel 3.1.5 og i tabel 3.1.6 er anført blandingerne analyserede indhold af aminosyrer pr. 10 MJOE. Aminosyrer pr. 10 MJOE er angivet på grundlag af omsættelig energi, beregnet efter den metode, der er gældende fra 1. oktober 1983.

Tabel 3.1.5		Aminosyre pr.10 MJOE, g							
Table 3.1.5		Amino Acid per 10 MJAME, g							
Blanding	A 90	A100	A110	A120	B 85	B 95	B105	B115	
Aminosyre:									
Alanin	8,71	8,97	9,23	9,66	8,44	8,79	9,36	9,74	
Arginin	10,52	11,41	12,04	12,84	9,97	10,55	11,81	12,65	
Asparaginsyre	14,80	16,25	17,29	18,49	14,32	15,38	17,14	18,67	
Cystin	2,58	2,83	2,89	3,08	2,48	2,60	2,76	2,91	
Glutaminsyre	29,89	31,64	33,28	34,86	27,68	29,85	32,31	34,39	
Glycin	8,91	9,07	9,32	9,82	8,16	8,47	9,05	9,53	
Histidin	3,76	4,00	4,16	4,36	3,59	3,80	4,23	4,53	
Isoleucin	6,90	7,41	7,90	8,40	6,67	7,03	7,80	8,29	
Leucin	13,06	13,90	14,48	15,24	13,12	13,78	14,81	15,52	
Lysin	8,41	9,10	9,62	10,35	7,99	8,47	9,53	10,30	
Methionin	3,21	3,51	3,70	4,14	3,24	3,40	3,83	4,25	
Phenylalanin	7,65	8,17	8,53	8,96	7,26	7,71	8,42	9,03	
Prolin	10,64	10,54	10,60	11,07	9,73	10,14	10,80	11,11	
Serin	8,12	8,87	9,30	9,79	7,93	8,43	9,09	9,89	
Threonin	5,98	6,48	6,70	7,10	5,78	6,10	6,61	7,16	
Tyrosin	5,62	6,02	6,24	6,67	5,40	5,70	6,27	6,70	
Valin	8,30	8,86	9,32	9,86	8,01	8,38	9,19	9,65	
Meth.+Cystin	5,79	6,34	6,59	7,22	5,72	6,00	6,59	7,16	
Aminosyrer/ 10 MJOE, g	157,06	167,03	174,60	184,69	149,77	158,58	173,01	184,32	
Protein/ 10 MJOE, g	162,90	172,55	178,57	189,43	154,29	163,05	177,32	186,34	
Forskel %	3,7	3,3	2,3	2,6	3,0	2,8	2,5	1,1	

Tabel 3.1.6

Aminosyre pr.10 MJOE,g

Table 3.1 6

Amino Acid per 10 MJAME, g

Blanding	C 75	C 80	C 95	C110	D 75	D 85	D100	D120
Aminosyre:								
Alanin	8,24	8,21	9,14	10,18	8,37	8,81	9,48	10,36
Arginin	8,91	8,81	10,54	12,52	8,86	9,83	11,32	13,61
Asparaginsyre	12,87	12,94	15,80	18,80	13,02	14,53	17,02	20,34
Cystin	2,25	2,27	2,58	2,83	2,18	2,25	2,60	2,82
Glutaminsyre	25,43	25,59	30,13	33,86	25,36	27,49	31,23	35,94
Glycin	7,54	7,44	8,41	9,61	7,42	8,00	8,76	10,01
Histidin	3,39	3,42	3,98	4,52	3,41	3,72	4,16	4,87
Isoleucin	6,07	6,03	7,24	8,50	6,12	6,76	7,77	9,11
Leucin	12,91	12,94	14,63	16,45	13,15	13,97	15,35	16,93
Lysin	7,18	7,19	8,75	10,42	7,19	8,09	9,40	11,37
Methionin	2,93	2,96	3,64	4,31	3,04	3,30	3,74	4,84
Phenylalanin	6,70	6,66	7,76	9,02	6,64	7,18	8,15	9,45
Prolin	9,38	9,21	10,62	11,65	9,28	9,91	10,71	11,74
Serin	7,26	7,29	8,63	9,84	7,22	7,91	8,97	10,47
Threonin	5,30	5,30	6,28	7,21	5,34	5,80	6,56	7,60
Tyrosin	5,08	5,06	5,85	6,76	4,97	5,43	6,16	7,07
Valin	7,22	7,16	8,38	9,69	7,24	7,83	8,86	10,21
Meth.+Cystin	5,18	5,23	6,22	7,14	5,22	5,55	6,34	7,66
Aminosyrer/ 10 MJOE,g	138,66	138,48	162,36	186,17	138,81	150,81	170,34	196,71
Protein/ 10 MJOE, g	142,32	142,42	165,54	188,02	142,64	153,75	174,53	200,77
Forskel %	2,6	2,8	2,0	1,0	2,8	1,9	2,5	2,0

Det vil af tabel 3.1.5 og tabel 3.1.6 fremgå, at summen af de målte aminosyrer pr. 10 MJOE stemmer udmærket overens med g råprotein pr. 10 MJOE, forskellene andrager fra 1,0 til 3,7%, hvilket må formodes at give plads til aminosyren Tryptophan, som ikke er målt.

Ved programmering af liniær mindste-pris-foderblandingen indgår i beregningen behovet for de essentielle aminosyrer: arginin, fenylalanin, fenylalanin + tyrosin, glycin + serin, histidin, isoleucin, leucin, lysin, methionin, methionin + cystin, threonin, tryptophan og valin. Som det fremgår af tabel 3.1.3, blanding A100 og D100, forekommer fenylalanin + tyrosin, glycin + serin, histidin, isoleucin, leucin og valin i så stort et overskud i blandingerne, at det ikke er nødvendigt at stille minimumskrav til disse aminosyrer ved programmeringen. Det vil være tilstrækkeligt, at sikre sig, at behovet for arginin, lysin, methionin, methionin + cystin, threonin

og tryptophan er dækket, da det ikke vil være muligt at fremstille en foderblanding til slagtekyllinger, der i henhold til gældende normer vil være i underskud med de øvrige essentielle aminosyrer.

Da det er almindeligt at fodre kyllingerne med granulat de første 6-10 levedage og derefter med foderpiller i resten af opdrætningsperioden er vægt og foderforbrug i tabel 3.1.7 anført for perioderne 0-10 dage og 0-36 dage. Formålet med denne opdeling er at undersøge om kyllingernes proteinbehov er større de første 10 dage end i resten af opdrætningsperioden. Er det tilfældet vil det være mere enkelt og passe til produktionssystemet at fremstille en speciel granuleret starte-foderblanding til de første levedage, og en anden foderblanding til den resterende del af opdrætningsperioden, i stedet for at angive kyllingernes behov for perioderne 0-3 uger og 3-6 uger, sådan som det gøres i Nutrient Requirement of Poultry (1977).

Tabel 3.1.7 Kyllingernes vægt og foderoptagelse

Table 3.1.7 Body weight of the chicks and feed consumption

Blanding	MJOE pr. kg foder	Råprot. pr. 10 MJOE, g	Vægt, g		Foderoptagelse, g	
			10 dg.	36 dg.	10 dg.	36 dg.
A 90	11,9	163	222	1347	278	2546
A100	11,8	173	234	1375	279	2663
A110	11,9	179	231	1423	263	2685
A120	11,9	189	248	1429	283	2670
B 85	12,3	154	212	1343	271	2459
B 95	12,3	163	229	1382	278	2521
B105	12,3	177	238	1372	265	2454
B115	12,3	186	243	1410	265	2507
C 75	12,5	142	192	1287	243	2335
C 80	12,6	142	187	1260	230	2327
C 95	12,4	166	233	1416	273	2453
C110	12,3	188	252	1430	269	2542
D 75	12,8	143	198	1303	249	2325
D 85	12,9	154	222	1348	252	2296
D100	12,9	175	242	1440	262	2486
D120	13,1	201	243	1419	246	2307

Det fremgår af tabel 3.1.7, at kyllingernes vægt og foderforbrug både ved 10 og 36 dage indenfor hvert energiniveau er stigende med foderets stigende protein/energiforhold, medens det ikke umiddelbart er til at se, om foderets stigende energiindhold har påvirket kyllingernes tilvækst ved de to aldre, derimod er det tydeligt,

at foderets stigende energiindhold har bevirket en nedgang i foderoptagelsen.

For at kvantificere virkningen af foderets energiindhold og dets protein/energiforhold på kyllingernes vækst og foderoptagelse er der gennemført flersidede regressionsanalyser, hvor MJOE/kg foder og g råprotein/10 MJOE var de uafhængige og vækst og foderoptagelse de afhængige variable, analyserne er udført for såvel retlineære som kvadratiske funktioner.

3.2 Foderets indflydelse på væksten

The influence of the feed on the body weight

Kyllingernes vækst fra 0 til 10 dage kan beskrives med følgende ligning:

$$Y_V \text{ 0-10} = +752 + 8,21X_1 + 9,47X_3 - 0,0250X_4; R^2 = 0,96$$

hvor

$Y_V \text{ 0-10}$ = kyllingernes vægt 10 dage gamle

X_1 = MJOE pr. kg foder

X_3 = g råprotein pr. 10 MJOE

X_4 = X_3^2

Koefficienterne til X_1 , X_3 og X_4 er signifikante på 95 til 99,9% niveauet.

R^2 viser, at 96% af variationen i kyllingernes vægt forklares af denne ligning, som beskriver en retliniær virkning af foderets energiindhold og en kurveliniær virkning af foderets protein/energiforhold på kyllingernes vækst. Det kan beregnes, at kurven har sit toppunkt ved $9,47/2 \times 0,0250 = 189$ g råprotein pr. 10 MJOE.

I tabel 3.2.1 er kyllingernes vægt justeret til samme energiindhold i foderet inden for hver af de 4 energiniveauer og til 4 ens protein/energiforhold indenfor hver af de 4 energiniveauer ved hjælp af regressionskoefficienterne.

Tabel 3.2 . 1. Kyllingernes justerede vægt 10 dage, g

Table 3.2 . 1. Body weight of the chicks 10 days old,g, adj.values

MJOE pr kg foder	g råprotein pr 10 MJOE				Gns.	Forholdstal
	144	159	174	189		
11,9	188	218	228	248	221	98
12,3	192	223	236	243	227	100
12,6	197	220	242	255	229	101
13,0	202	231	242	246	230	102
Gns.	195	223	237	248	226	
Forholdstal	86	99	105	110		100

Af tabel 3.2.1 ses, at med samme energiindhold i foderet indenfor hvert proteinniveau, er tilvækstforøgelsen faldende med foderets stigende protein/energiforhold, en forøgelse fra 144 til 159 eller med 15 g protein pr. 10 MJOE giver en vækstforøgelse på 28 g eller 14,3%, medens en forøgelse fra 174 til 189 altså med 15 g pr. 10 MJOE kun giver en vækstforøgelse på 11 g eller 4,6%. Da virkningen af foderets protein/energiforhold på kyllingernes vækst er kurvelinær, vil en forøgelse af foderets protein/energiforhold fra 189 til 204 g protein pr. 10 MJOE have samme virkning på kyllingernes vækst, som en reduktion fra 189 til 174 g protein pr. 10 MJOE, altså medføre en reduktion i kyllingernes tilvækst med 4,6%.

Det vil også af tabel 3.2.1 fremgå, at foderets stigende energiindhold inden for de her afstukne rammer, bevirker en retliniet tilvækstforøgelse. En forøgelse af foderets energiindhold med 1 MJOE pr. kg foder har samme virkning på kyllingernes tilvækst som en afvigelse fra det optimale protein/energiforhold på 17 g råprotein pr. 10 MJOE.

3.2.1 Kyllingernes tilvækst fra 10 til 36 dage

Foderets indflydelse på kyllingernes tilvækst fra 10 til 36 dage kan beskrives med følgende ligning:

$$Y_{t10-36} = -836 + 22,67X_1 + 18,66X_3 - 0,0502X_4; R^2 = 0,79$$

hvor

Y_{t10-36} = kyllingernes tilvækst fra 10 til 36 dage,

X_1 = MJOE pr. kg foder

X_3 = g råprotein pr. 10 MJOE

X_4 = X_3^2

Koefficienterne til X_3 og X_4 er signifikante på henholdsvis 99 og 95% niveauet, medens koefficienten til X_1 ikke er signifikant på 95% niveauet. Ligningen forklarer 79% af kyllingernes tilvækst fra 10 til 36 dage. Proteinets indflydelse på kyllingernes tilvækst er ligesom fra 0 til 10 dage kurveliniær og det kan beregnes, at optimal tilvækst blev opnået med $18,66/2 \times 0,0502 = 186$ g råprotein pr. 10 MJOE, eller med praktisk taget samme mængde protein, som gav optimal tilvækst fra kyllingerne var 0 til 10 dage gamle.

3.2.2. Kyllingernes vækst fra 0 til 36 dage

Indflydelsen af foderets energi- og proteinindhold på kyllingernes vækst fra de var daggamle og indtil forsøget blev afsluttet, da de var 36 dage gamle kan beskrives med ligningen:

$$Y_{V0-36} = -1588 + 30,88X_1 + 28,13X_3 - 0,0753X_4; R^2 = 0,90$$

hvor

Y_{V0-36} = Kyllingernes vægt 36 dage gamle

X_1 = MJOE pr. kg foder

X_3 = g råprotein pr. 10 MJOE og

X_4 = X_3^2

Koefficienterne til X_1 , X_3 , og X_4 er signifikante på henholdsvis 92, 99,9 og 99,9% niveauet. Ligningen viser, at med konstant protein/energiforhold i foderet er der opnået en mertilvækst på 30,88 g for hver gang foderets energiindhold er øget med 1 MJOE pr. kg, endvidere viser ligningen, at med konstant indhold af OE i foderet steg kyllingernes tilvækst med 28,13 g for hver gang foderets proteinindhold blev øget med 1 g protein pr. 10 MJOE, dog med et stigende fradrag med foderets stigende protein/energiforhold. Dette fradrag for g protein kvadreret viser, at den stigende tilvækst med foderets stigende protein/energiforhold er kurveliniær, og sandsynligheden for at dette er korrekt er som ovenfor anført så stor som 99,9%. Ligningens intercept eller konstant er - 1588 g.

Af den totale variation i kyllingernes vægt 36 dage gamle, forklares 90% af variationerne i foderets indhold af OE og dets protein/

energiforhold. Ved hjælp af koefficienterne til X_3 og X_4 kan det beregnes, at kyllingerne opnåede optimal vægt med $28,13/2 \times 0,0753 = 187$ g råprotein pr. 10 MJOE.

Regressionsligningen kan bruges til at beregne den forventede vægt af 36 dage gamle kyllinger, når foderets indhold af omsættelig energi og protein kendes.

Med en foderblanding indeholdende 13 MJOE pr. kg og 187 g råprotein pr. 10 MJOE vil den forventede kyllingevægt være:

$-1588 + 30,88 \times 13 + 28,13 \times 187 - 0,0753 \times 187^2 = 1440$ g, indeholder foderet 14 g protein mere eller mindre end 187 g pr. 10 MJOE vil kyllingernes forventede vægt blive 1425 g eller 1% mindre tilvækst end der opnås med optimal protein/energiforhold. Af dette fremgår, at selv så store variationer i en foderblandings protein/energiforhold som fra 173 til 201 g protein/10 MJOE, hvilket i en foderblanding indeholdende 13 MJOE pr. kg, vil svare til fra 22,5 til 26,1% råprotein, vil have begrænset indflydelse på kyllingernes vækst.

I tabel 3.2.2.1 er anført kyllingernes vægt 36 dage gamle, justeret til samme energiindhold i foderet inden for hver af de 4 energiniveauer og til 4 ens protein/energiforhold inden for hvert energiniveau. Denne justering er foretaget ved hjælp af regressionskoefficienterne fra ligningen Y_{V0-36} .

Tabel 3.2.2.1 Kyllingernes justerede vægt 36 dage gamle, g
Body weight at 36 days, g, adjusted values

MJOE pr. kg foder	g råprotein pr. 10 MJOE				Gns.	Forholdstal
	144	159	174	189		
11,9	1252	1334	1415	1429	1358	99
12,3	1286	1366	1367	1410	1357	99
12,6	1303	1353	1442	1439	1384	101
13,0	1310	1374	1441	1431	1389	101
Gns.	1288	1357	1416	1427	1372	
Forholdstal	94	99	103	104		100

Af tabel 3.2.2.1 ses, ligesom i tabel 3.2.1, at jo mere foderets protein/energiforhold øges desto mindre bliver kyllingernes tilvækstforøgelse, en forhøjelse fra 144 til 159 g protein pr. 10

MJOE resulterede i en vægtforøgelse på 69 g eller 5,3%, medens en forøgelse fra 174 til 189 g protein pr. 10 MJOE kun medførte en ekstra tilvækst på 11 g eller 0,8%. Denne observation er det vigtigt at have i tankerne, såfremt foderets pris øges væsentligt ved at øge dets protein/energiforhold, forskellen i tilvækst er så lille, at optimal tilvækst ikke nødvendigvis også vil resultere i optimalt dækningsbidrag.

At kyllingernes tilvækst er en kurvelineær funktion af foderets protein/energiforhold er i overensstemmelse med forsøgsresultater rapporteret af Donaldson et al. (1956), Sibbald et al. (1961), Petersen og Emmans (1965), Pesti (1982) og Rousk (1983). Petersen (1975), Proutfoot og Hulan (1978), Mabray og Waldroup (1981) og Pesti og Fletcher (1983) fandt, at foderets stigende protein/energiforhold foranledigede en retliniet stigende tilvækst.

Petersen (1975) anvendte i sin undersøgelse foderblandinger, hvis protein/energiforhold, efter det energivurderingssystem, som anvendes i nærværende forsøg, varierede fra 143 til 176 g råprotein pr. 10 MJOE. Det største protein/energiforhold var altså mindre end det, der kræves for at opnå optimal tilvækst, hvorfor signifikant kurvelineær indflydelse af foderets protein/energiforhold på kyllingernes tilvækst ikke kan forventes. Et lignende forhold gør sig gældende for de af Pesti og Fletcher (1983) rapporterede forsøg, idet de gennemførte deres forsøg med foder indeholdende fra 133 til 167 g råprotein pr. 10 MJOE. Deres forsøg blev udført med kyllinger fra de var 3 til de var 8 uger gamle.

Den i nærværende forsøg fundne kurvelineære effekt af foderets protein/energiforhold på kyllingernes tilvækst er således i overensstemmelse med den overvejende del af den foreliggende litteratur over dette emne.

Det fremgår af regressionsanalyserne, at kyllingernes tilvækst var signifikant ($P < 0,05$) stigende med foderets stigende energiindhold i opdrætningsperioden 0-10 dage, medens tilvæksten var stigende, men ikke signifikant stigende i perioden fra kyllingerne var 10 til de var 36 dage gamle. For hele opdrætningsperioden 0-36 dage var tilvæksten næsten signifikant stigende ($P < 0,08$). At kyllingernes tilvækst, som vist i nærværende undersøgelse, er stigende med foderets stigende energiindhold er i overensstemmelse med

rapporter offentliggjort af Donaldson et al. (1956), Petersen og Emmans (1965), Farrel (1974), Petersen (1975), Waldroup et al. (1976), Mabray og Waldroup (1981) og Pesti og Fletcher (1983).

Fisher og Wilson (1974) har gennemgået den foreliggende engelsksprogede litteratur vedrørende indflydelsen af foderets energiindhold på kyllingers vækst, publiceret i perioden 1951-73. Ialt indgik 78 forsøg i deres analyse, der viste, at kyllingernes tilvækst steg retlineært med foderets stigende energiindhold, og at denne stigning androg 0,7259 g pr. dag for hver gang foderets energiindhold steg 1 MJOE pr. kg foder. Det vil for en vækstperiode på 36 dage, som i nærværende forsøg, svare til en mertilvækst på $36 \times 0,7259 = 26$ g eller nogenlunde det samme, som er fundet i nærværende forsøg.

Donaldsen et al. (1956) anvendte foderblandinger indeholdende fra 13,0 til 15,7 MJOE pr. kg, og fandt som nævnt, stigende tilvækst med foderets stigende energiindhold, men det var en kurvelineær stigende tilvækst, og optimal tilvækst blev nået med 14,3 MJOE pr. kg foder. Farrel fandt også en kurvelineær effekt af foderets stigende energiindhold. I hans forsøg indgik foderblandinger, hvis energiindhold ifølge hans fordøjelighedsforsøg indeholdt fra 9,5 til 15,1 MJOE pr. kg foder, og det viste sig, at optimal tilvækst blev opnået med 13,3 MJOE pr. kg foder. Deatons et al. (1983) fodrede kyllinger fra de var 21 til de var 47 dage gamle med foder, indeholdende fra 13,0 til 13,9 MJOE pr. kg, og fandt ingen indflydelse af foderets energiindhold på kyllingernes tilvækst. Dette er i overensstemmelse med, at der i nærværende forsøg med de anvendte energiniveauer, ikke fandtes statistisk sikkert udslag for foderets stigende energiindhold på kyllingernes tilvækst i perioden fra kyllingerne var 10 til 36 dage gamle.

Af nærværende forsøg og den gennemgåede litteratur, fremstår det, at foderets stigende energiindhold resulterer i stigende tilvækst. Men der synes dog at være grænser for, hvor meget tilvæksten kan øges ad denne vej, jævnfør de af Donaldsen et al. (1956) og Farrel (1974) offentliggjorte resultater.

Beregnet for hele opdrætningsperioden (0-36 dage) steg kyllingernes tilvækst med 31 g (30,88g) for hver gang foderets energiindhold steg 1 MJOE pr. kg foder i området fra 11,8 til 13,1 MJOE

pr. kg foder. Denne mertilvækst er betydelig mindre end rapporteret af Petersen og Emmans (1965), de fandt, at en forøgelse af foderets energiindhold med 1 MJOE pr. kg foder, i området fra 11,2 til 13,0 MJOE, resulterede i en mertilvækst på 76 g eller næsten 2,5 gange så meget som i nærværende undersøgelse. Det skal anføres, at foderblandingerne energiindhold i 1965-forsøget var bestemt i fordøjelighedsforsøg, således at disse kan sammenlignes med nærværende forsøg. Selv om opdrætningeperioden i 1965-forsøget var 50 dage var den gennemsnitlige tilvækst for hele forsøget 280 g mindre end i nærværende forsøg, således at forskellen på mertilvækst dengang og nu ville have været større, såfremt kyllingerne havde været opdrættet til samme vægt. Også i den af Petersen (1975) offentliggjorte undersøgelse fandtes en større mertilvækst pr. 1 MJOE stigning i foderets energiindhold end i nærværende forsøg, nemlig 81 g pr. MJOE.

Waldroup et al. (1976) opnåede en mertilvækst på 68 g for hver gang foderets energiindhold steg 1 MJOE. Den med foderets stigende energiindhold opnåede mertilvækst er således i nærværende forsøg betragtelig mindre end fundet ved tidligere lejligheder.

Forskellen i mertilvækst med foderets stigende energiindhold kunne måske skyldes en forskel i foderets fysiske struktur. I nærværende forsøg er anvendt granuleret foder, og det er der også i den af Petersen (1975) rapporterede undersøgelse, medens der er anvendt melfoder i det af Petersen og Emmans (1965) omtalte forsøg.

Af dette kan udledes, at årsagen til den mindre mertilvækst med foderets stigende energiindhold i nærværende forsøg end i de to tidligere rapporterede forsøg, næppe skyldes forskel i foderets fysiske struktur.

3.3 Foderets indflydelse på foderoptagelsen

The influence of the diets on the feed consumption

Indflydelsen af foderets energiindhold og dets protein/energihold på kyllingernes foderoptagelse fra 0-10 dage kan beskrives med følgende ligning:

$$Y_{f0-10} = -266 - 14,77X_1 + 8,258X_3 - 0,02369X_4; R^2 = 0,77$$

hvor

$$\begin{aligned} Y_{f0-10} &= \text{kyllingernes foderforbrug, g} \\ X_1 &= \text{MJOE pr. kg foder} \\ X_3 &= \text{g protein pr. 10 MJOE og} \\ X_4 &= X_3^2 \end{aligned}$$

Koefficienterne til X_1 , X_3 og X_4 er signifikante på henholdsvis 95, 99,9 og 99% niveauet.

R^2 viser, at 77% af variationen i kyllingernes foderforbrug forklares af denne ligning, som fortæller, at der er et retlineært fald i kyllingernes foderforbrug med foderets stigende energiindhold og en kurvelineær stigning i foderforbruget med foderets stigende protein/energiforhold. Det kan beregnes, at kyllingernes foderoptagelse var størst ved $8,259/2 \times 0,02369 = 174$ g råprotein pr. 10 MJOE.

I tabel 3.3.1 er kyllingernes foderoptagelse, der er anført i tabel 3.1.7, justeret til samme energiindhold i foderet inden for hver af de 4 energiniveauer ved hjælp af regressionskoefficienten fra ligningen Y_{f0-10} .

Tabel 3.3.1 Kyllingernes foderoptagelse 10 dage gl., g

Table 3,3,1 Feedconsumption of the chicks 0-10 days of age, g

MJOE pr. kg foder	g råprotein pr. 10 MJOE				Gns.	Forholdstal
	144	159	174	189		
11,9	259	278	262	283	271	103
12,3	259	275	265	263	266	102
12,6	245	249	272	264	257	98
13,0	247	255	261	259	255	97
Gns.	253	264	265	267	262	
Forholdstal	96	101	101	102		100

Det vil af tabel 3.3.1 fremgå, at kyllingernes foderoptagelse er stigende med foderets stigende protein/energiforhold og faldende med foderets stigende energiindhold.

3.3.1 Kyllingernes foderoptagelse fra 10 til 36 dage

Foderets indflydelse på kyllingernes foderoptagelse i opdrætnings-tiden fra de var 10 til de var 36 dage gamle, kan beskrives med følgende ligning:

$$Y_{f10-36} = +3168 - 224,7X_1 + 19,74X_3 - 0,05221X_4; R^2 = 0,87$$

hvor

$$\begin{aligned} Y_{f10-36} &= \text{g foder pr. kylling} \\ X_1 &= \text{MJOE pr. kg foder} \\ X_3 &= \text{g protein pr. 10 MJOE} \\ X_4 &= X_3^2 \end{aligned}$$

Koefficienten til X_1 er signifikant på 99,99% niveauet medens koefficienterne til X_3 og X_4 ikke er signifikante. Af dette fremgår, at foderoptagelsen er stærkt afhængig af foderets energiindhold i denne del af opdrætningsperioden, medens indflydelsen af foderets protein/energiforhold på foderoptagelsen er mindre udpræget. R^2 viser, at 87% af variationerne i foderoptagelsen forklares af denne ligning.

3.3.2 Kyllingernes foderoptagelse fra 0 til 36 dage

Indflydelsen af foderets energiindhold og dets protein/energiforhold på kyllingernes foderoptagelse i hele opdrætningsperioden kan beskrives med følgende ligning:

$$Y_{f0-36} = +2902 - 239,5X_1 + 28,00X_3 - 0,07590X_4; R^2 = 0,89$$

hvor

$$\begin{aligned} Y_{f0-36} &= \text{kyllingernes foderforbrug fra 0 til 36 dage gamle i g,} \\ X_1 &= \text{MJOE pr. kg foder} \\ X_3 &= \text{g protein pr. 10 MJOE og} \\ X_4 &= X_3^2 \end{aligned}$$

Koefficienten til X_1 er signifikant på 99,99% niveauet, medens koefficienterne til X_3 og X_4 knap er signifikante på 95% niveauet.

At ligningen giver en god beskrivelse af foderets indflydelse på kyllingernes foderoptagelse, fremgår af, at den forklarer 89% af variationerne i kyllingernes foderoptagelse.

Kurven for foderoptagelse har sit toppunkt ved $28,00/2 \times 0,07590 = 184$ g protein pr. 10 MJOE.

Kyllingernes foderoptagelse er i tabel 3.3.2.1 justeret til samme energiindhold inden for hvert energiniveau og til 4 ens protein/energiforhold ved hjælp af regressionskoefficienterne fra ligning $Y_F 0-36$.

Tabel 3.3.2.1 Kyllingernes justerede foderoptagelse 0-36 dg.gl,g

Table 3.3.2.1 Feedconsumption of the chicks 0-36 days of age, g

MJOE pr.	g råprotein pr. 10 MJOE				Gns.	Forholdstal
kg foder	144	159	174	189		
11,9	2457	2624	2679	2670	2608	106
12,3	2405	2507	2450	2506	2467	100
12,6	2324	2415	2423	2470	2408	98
13,0	2283	2293	2461	2350	2347	96
Gns.	2367	2460	2503	2499	2457	
Forholdstal	96	100	102	102		100

Af tabel 3.3.2.1 ses, ligesom det fremgår af ligningen $Y_F 0-36$, at kyllingernes foderforbrug er stigende med foderets stigende protein/energiforhold, at stigningen i foderoptagelsen er kurvelineær kan også ses af tabellen, størst foderoptagelse forekom som tidligere anført med 184 g protein pr. 10 MJOE.

At foderoptagelsen er en kurvelineær funktion af foderets protein/energiforhold er i overensstemmelse med undersøgelser offentliggjort af Sibbald (1961), Petersen og Emmans (1965) og Roush (1983), medens Petersen (1975), Proutfoot og Hulan (1978), Pesti (1982) og Pesti og Fletcher (1983) fandt, at foderoptagelsen var stigende retlineært med foderets stigende protein/energiforhold.

For Petersen (1975) og Pesti og Fletcher (1983), gør det forhold sig gældende, at forsøgene er gennemført med foder, hvis protein/energiforhold var for lavt til at opnå optimal tilvækst og at de derfor næppe har været i stand til at spore signifikant kurvelinearitet for foderoptagelse med foderets stigende protein/energiforhold. Pesti og Smith (1984) har gennemgået litteratur offentliggjort i perioden 1974 til 1982, og fandt i gennemsnit af 47 forsøg, omhandlende protein/energiforholdets indflydelse på foderoptagelsen, at foderets energi/proteinforhold havde en sik-

ker ($P < 0,01$) kurvelineær indflydelse på kyllingernes foderoptagelse.

Det må på grundlag af nærværende forsøg og de i litteraturen offentliggjorte forsøgsresultater, anses for sandsynligt, at foderets protein/energiforhold har en kurveliniær indflydelse på kyllingernes foderoptagelse.

Af tabel 3.3.2.1 ses også, at kyllingernes foderoptagelse er faldende med foderets stigende energiindhold, og af ligningen Y_f 0-36 fremgår, at foderoptagelsen faldt med 240 g for hver gang foderets energiindhold steg 1 MJOE. At foderforbruget er faldende med foderets stigende energiindhold er i overensstemmelse med resultater offentliggjort af Donaldson et al. (1956), Petersen (1975), Waldroup et al. (1976), Deaton et al. (1983) og Pesti og Fletcher (1983). Fisher og Wilson (1974) har analyseret engelsksproget litteratur, offentliggjort i perioden 1951 - 1973, om det foreliggende emne. De fandt, at i gennemsnit af 78 forsøg var foderforbruget signifikant ($P < 0,001$) faldende med foderets stigende energiindhold i området fra 7,5 til 17,5 MJOE pr. kg foder.

Det fremgår af Fisher og Wilson (1974), at faldet i foderoptagelsen forekommer i området fra 7,5 til 13,3 MJOE pr. kg, hvorefter det er konstant eller svagt stigende, medens Pesti og Smith (1984) fandt, at foderoptagelsen i gennemsnit var faldende, men ikke signifikant faldende, med foderets stigende energiindhold. Det vil af nærværende forsøgsresultater og den citerede litteratur fremgå, at kyllingernes foderoptagelse er fra svagt til signifikant faldende med foderets stigende energiindhold.

Forklaringen på, at kyllingernes tilvækst er stigende med foderets stigende energiindhold, er at foderets stigende indhold af OE resulterede i en stigende optagelse af OE. Og jævnfør Petersen og Emmans (1965) er kyllingernes vægt en retlinet ($R^2 = 0,96$) funktion af den mængde omsættelig energi og protein, de optager i opdrætningsperioden.

En konsekvens af dette er, at faldet i foderoptagelsen med foderets stigende energiindhold, skal være relativt mindre end stigningen i foderets energiindhold for at stigende tilvækst med foderets stigende energiindhold kan forventes. Er faldet i foderoptagelsen så stort, at det udligner stigningen i foderets energiindhold, må det

forventes, at kyllingernes tilvækst er upåvirket af foderets energiindhold, eller måske svagt stigende, idet forbruget af energi til ædeaktivitet og fordøjelsesarbejde må formodes at være faldende med foderets stigende energiindhold, således at en relativ større del af den optagne OE vil være til rådighed for vækst i højenergetisk foder end i lavenergetisk foder.

3.4 Foderets indflydelse på energioptagelsen

The influence of the diets on the consumption of AME

Kyllingernes energioptagelse fra de var daggamle til de var 10 dage gamle er vist i table 3.4.1.

Tabel 3.4.1 Kyllingernes energioptagelse 0-10 dg.gl., MJOE

Table 3.4.1 Consumption of energy 0 to 10 days of age, MJAME

MJOE pr. kg foder	g råprotein pr. 10 MJOE				Gns.	Forholdstal
	144	159	174	189		
11,9	3,08	3,31	3,12	3,37	3,22	99
12,3	3,19	3,38	3,26	3,23	3,27	100
12,6	3,09	3,14	3,43	3,33	3,25	100
13,0	3,21	3,31	3,39	3,37	3,32	102
Gns.	3,14	3,29	3,30	3,33	3,26	
Forholdstal	96	101	101	102		100

Af tabel 3.4.1 fremgår, at kyllingernes energioptagelse var stigende med foderets stigende protein/energiforhold, og at energioptagelsen ligeledes er stigende med foderets stigende energiindhold. Faldet i kyllingernes foderoptagelse med foderets stigende energiindhold anført i tabel 3.3.1 er altså relativt mindre end stigningen i foderets energiindhold. Fra laveste til højeste energiindhold androg faldet i foderoptagelsen 6%, medens stigningen i energioptagelsen androg 3%, hvilket som det fremgår af tabel 3.2.1, resulterede i en mertilvækst på 4%.

Kyllingernes energioptagelse i hele opdrætningsperioden fra de var daggamle til de var 36 dage gamle er vist i tabel 3.4.2.

Tabel 3.4.2 Kyllingernes energioptagelse 0-36 dg.gl, MJOE

Table 3.4.2 Consumption of energy 0 to 36 days of age, MJAME

MJOE pr.	g råprotein pr. 10 MJOE				Gns.	Forholdstal
kg foder	144	159	174	189		
11,9	29,24	31,23	31,88	31,77	31,03	102
12,3	29,58	30,84	30,14	30,82	30,35	100
12,6	29,28	30,43	30,53	31,12	30,34	100
13,0	29,68	29,81	31,99	29,43	30,23	99
Gns.	29,45	30,58	31,14	30,79	30,49	
Forholdstal	97	100	102	101		100

Det fremgår af tabel 3.4.2, at kyllingernes energioptagelse er svagt kurvelineært stigende med foderets stigende protein/energi-forhold. Det i tabel 3.3.2.1 viste fald i foderoptagelsen med foderets stigende energiindhold er relativt større end stigningen i foderets energiindhold, således at energioptagelsen - omend ikke signifikant - er faldende med foderets stigende energiindhold. Trods den faldende energioptagelse er kyllingernes tilvækst svagt stigende med foderets stigende energiindhold som vist i tabel 3.2.2.1.

At energioptagelsen er svagt faldende eller konstant med foderets stigende energiindhold, som i nærværende forsøg, er ikke i overensstemmelse med de fleste resultater af andre forsøg. Fisher og Wilson (1974) fandt i deres gennemgang af litteratur publiceret fra 1951-1973, at energioptagelsen var retliniært stigende ($P < 0,001$) med foderets stigende energiindhold, kun i 10 ud af 78 forsøg er der rapporteret om faldende energioptagelse. Pesti og Smith (1984) har gennemgået 16 artikler publiceret i perioden 1974-1982, og fandt ligeledes stigende energioptagelse, men deres analyse af det foreliggende materiale indikerede, at energioptagelsen var en kurvelinær funktion af foderets stigende energiindhold.

Petersen og Emmans (1965) og Petersen (1975) fandt ligeledes, at energioptagelsen var stigende med foderets stigende energiindhold. Stigningen androg henholdsvis 6,6 og 14,7% for hver gang foderets energiindhold blev øget med 1 MJOE pr. kg foder i området 11 til 13

MJOE pr. kg foder.

Det alt overvejende udsagn er altså, at der kan forventes en stigning i energioptagelsen med foderets stigende energiindhold. Det er derfor nærliggende at spørge, hvorfor energioptagelsen var konstant eller måske endda svagt faldende med foderets stigende energiindhold i nærværende forsøg.

Der foreligger to muligheder, at kyllingerne af en eller anden grund åd mindre af de højenergetiske blandinger end i tidligere forsøg, eller at kyllingerne af en eller anden grund åd mere af de lavenergetiske blandinger end forventet og på den måde udjævnede den forventede forskel i energioptagelsen.

Denne "en eller anden" grund kunne være de foderstoffer, der indgår i foderblandingerne.

Petersen og Emmans (1965) øgede energiindholdet i deres foderblandinger ved gradvis at ombytte byg og hvedeklid med majs, og der indgik ikke sojaolie eller animalsk fedt i deres blandinger. Petersen (1975) ombyttede byg og hvedeklid med hvede og endte med, at ombytte hvede med majs og animalsk fedt. I disse blandinger blev indholdet af linolsyre justeret ved, at anvende sojaolie, men på et lavt niveau. I nærværende forsøg blev foderblandingerne energiindhold øget ved at ombytte havre med majs og animalsk fedt. Der indgik sojaolie i alle blandinger med henblik på at sikre 16 g linolsyre pr. 10 MJOE.

Andre anvendte foderstoffer forekommer i alle tre forsøg omend ikke i samme mængder. Den store forskel på nærværende forsøg og forsøgene fra 1965 og 1975 er, at der i nærværende forsøg er anvendt havre, hvilket ikke var tilfældet i de to andre forsøg. Havre anses for at være en kornart, som kyllinger gerne æder, og at der er forskel på kyllingernes lyst til at æde de forskellige kornarter er vist af Petersen (1969). Han fodrede kyllinger med foderblandinger indeholdende enten 50% majs, 50% byg, 50% hvede eller 50% havre, og fandt, at energioptagelsen med foderet indeholdende majs, byg, hvede og havre var henholdsvis 41,8, 40,1, 39,3 og 42,4 MJOE pr. kylling. Dette viser, at byg og hvede i forhold til majs trykker energioptagelsen medens havre i forhold til majs øger energioptagelsen. Kyllinger, der fik majs henholdsvis havre i foderblandingerne havde en betragtelig bedre tilvækst end kyllinger

der fik hvede og især dem, der fik byg i foderblandingen.

Dette viser, at kyllingernes energioptagelse ikke alene er afhængig af foderets energiindhold, men også af de fodermidler, der indgår i foderet. For nærværende forsøgs vedkommende må det anses for sandsynligt, at årsagen til det manglende fald i energioptagelsen med foderets faldende energiindhold skyldes, at foderblandingerne faldende energiindhold er fremkommet ved, at ombytte majs med stigende mængde havre.

Såfremt det generelt er muligt at ophæve virkningen af foderets energiindhold på kyllingernes vækst, vil det være en fordel for kyllingeproducenterne, idet de så vil få øget deres valgmuligheder ved indkøb af foder. Det vil derfor være interessant at få opklaret hvilke(n) egenskaber eller egenskab, havre er i besiddelse af, som bevirker, at kyllinger på denne lavenergetiske kornart kan opnå samme energioptagelse og vækst, som med den højenergetiske majs. Kan denne (disse) egenskab(er) afsløres er det måske muligt at overføre den/dem til foderblandinger, som ikke indeholder havre.

I et forsøg på at efterspore årsagen til at kyllinger æder større mængder havrefoderblanding end byg- eller hvedefoderblanding, er indholdet af råfedt, linolsyre og cystin i de 16 blandinger fra 1965-forsøget, 1975-forsøget og nærværende forsøg sammenlignet.

Indholdet er beregnet på grundlag af de nugældende foderstoffetabler, således at forskelle i analysemetoder ikke øver indflydelse på resultatet. I tabel 3.4.3 vises blandingerne beregnede indhold af råfedt, og blandingerne er anført efter deres stigende energiindhold.

Af tabel 3.4.3 ses, at foderets indhold af råfedt isoleret betragtet ingen indflydelse kan have haft på kyllingernes energioptagelse, hvilket fremgår af 1965-forsøget, hvor energioptagelsen steg med foderets stigende energiindhold, selv om alle blandinger havde praktisk taget samme indhold af råfedt. I blandingerne, der blev anvendt i 1975-forsøget, stiger indholdet af råfedt med foderets stigende energiindhold, og kyllingernes energioptagelse stiger altså både med foderets stigende indhold af råfedt og omsættelig energi. I blandingerne, der blev anvendt til 1983-forsøget stiger ind-

holdet af råfedt også med foderets stigende energiindhold, men her var energioptagelsen faldende med foderets stigende energiindhold.

Tabel 3.4.3 Blandingernes indhold af råfedt

Table 3.4.3 The content of ether extract of the diets

Forsøg:	1965		1975		1983	
	pct.	g/10 MJOE	pct.	g/10 MJOE	pct.	g/10 MJOE
Blanding						
A1	3,44	32,6	3,00	28,0	4,60	40,9
A2	3,31	32,0	2,92	27,7	4,50	40,4
A3	3,19	31,5	2,91	28,0	4,48	40,5
A4	3,06	30,9	2,92	28,5	4,46	40,6
B1	3,55	31,9	3,23	28,3	4,70	40,3
B2	3,42	31,4	3,21	28,3	4,68	40,4
B3	3,29	30,9	3,19	28,4	4,66	40,6
B4	3,16	30,3	3,09	27,9	4,54	39,9
C1	3,67	31,4	4,74	39,3	4,85	40,0
C2	3,53	30,9	5,00	41,8	4,79	39,7
C3	3,39	30,3	5,48	46,1	4,80	40,2
C4	3,25	29,7	6,23	52,7	4,71	39,9
D1	3,78	30,9	9,96	77,6	6,05	48,2
D2	3,63	30,3	10,63	83,5	6,30	50,6
D3	3,49	29,8	10,86	86,1	6,87	55,6
D4	3,34	29,1	10,80	86,4	7,47	61,3
Gns. A1-4	3,25	31,8	2,94	28,1	4,51	40,6
" B1-4	3,35	31,1	3,18	28,2	4,65	40,3
" C1-4	3,46	30,6	5,36	45,0	4,79	40,0
" D1-4	3,56	30,0	10,56	83,4	6,67	53,9

Umiddelbart må man derfor drage den slutning, at foderets indhold af råfedt - i sig selv - ingen indflydelse har på kyllingernes energioptagelse.

I tabel 3.4.4 vises blandingerne indhold af linolsyre, blandingerne er anført i samme rækkefølge som i tabel 3.4.3.

Tabel 3.4.4 Blandingernes indhold af linolsyre
Table 3.4.4 The content of linoleic acid of the diets

Forsøg:	1965		1975		1983	
	pct.	g/10 MJOE	pct.	g/10 MJOE	pct.	g/10 MJOE
Blanding						
A1	1,25	11,8	1,16	10,8	1,66	14,8
A2	1,17	11,3	1,10	10,4	1,61	14,5
A3	1,10	10,9	1,06	10,2	1,62	14,6
A4	1,03	10,4	1,04	10,1	1,62	14,7
B1	1,33	12,0	1,31	11,5	1,82	15,6
B2	1,26	11,5	1,29	11,4	1,82	15,7
B3	1,18	11,1	1,26	11,2	1,82	15,9
B4	1,11	10,6	1,17	10,6	1,77	15,7
C1	1,42	12,2	1,22	10,2	2,01	16,6
C2	1,34	11,7	1,22	10,2	1,98	16,4
C3	1,26	11,3	1,23	10,4	2,00	16,8
C4	1,18	10,8	1,25	10,5	1,98	16,8
D1	1,50	12,3	1,39	10,8	2,16	17,2
D2	1,42	11,9	1,31	10,3	2,11	16,9
D3	1,34	11,4	1,32	10,5	2,09	16,9
D4	1,25	10,9	1,41	11,3	2,04	16,7
Gns. A1-4	1,14	11,1	1,09	10,4	1,63	14,7
" B1-4	1,22	11,3	1,26	11,1	1,81	15,7
" C1-4	1,30	11,5	1,23	10,3	1,99	16,7
" D1-4	1,38	11,6	1,36	10,7	2,10	16,9

Det vil af tabel 3.4.4 fremgå, at det procentiske indhold af linolsyre i alle tre forsøg har været stigende med foderets stigende energiindhold, og at indholdet af linolsyre pr. 10 MJOE i de to første forsøg på de nærmeste har været konstant på alle 4 energiniveauer, medens det har været stigende i nærværende forsøg. Det kan postuleres, at den konstante energioptagelse i dette forsøg skyldes det stigende linolsyre/energiforhold med foderets stigende energiindhold. Denne påstand kan ikke helt afvises, for Petersen og Jensen (1983) fandt et svagt fald i kyllingernes foderoptagelse, og dermed i deres energioptagelse med foderets stigende linolsyre/energiforhold. De anvendte i deres forsøg blandinger, der i alle henseender var ens sammensat bortset fra, at stigende mængde animalsk fedt blev ombyttet med en tilsvarende mængde sojaolie, for at fremkalde det stigende linolsyre/energiforhold. Det stigende linolsyre/energiforhold i nærværende forsøg kan dog næppe forklare, at kyllingerne, der fik de lavenergetiske havrefoderblandinger optog

261 g foder mere ned kyllingerne, der fik de højenergetiske majs-foderblandinger, sådan som det vil fremgå af tabel 3.3.2.1.

I tabel 3.4.5 er anført blandingerne indhold af aminosyren cystin.

Tabel 3.4.5 Blandingernes indhold af Cystin
 Table 3.4.5 The content of cystin of the diets

Forsøg	1965		1975		1983	
	pct.	g/10 MJOE	pct.	g/10 MJOE	pct.	g/10 MJOE
A1	0,27	2,58	0,27	2,52	0,32	2,81
A2	0,30	2,88	0,29	2,73	0,34	3,02
A3	0,32	3,20	0,30	2,92	0,36	3,22
A4	0,35	3,53	0,32	3,15	0,38	3,43
B1	0,27	2,43	0,28	2,48	0,30	2,61
B2	0,30	2,73	0,30	2,66	0,33	2,81
B3	0,32	3,03	0,32	2,82	0,35	3,01
B4	0,35	3,36	0,33	2,93	0,37	3,23
C1	0,27	2,28	0,27	2,25	0,28	2,30
C2	0,30	2,58	0,29	2,43	0,29	2,41
C3	0,32	2,89	0,31	2,61	0,32	2,71
C4	0,35	3,21	0,33	2,81	0,36	3,01
D1	0,26	2,16	0,27	2,13	0,28	2,21
D2	0,29	2,45	0,30	2,33	0,30	2,41
D3	0,32	2,75	0,32	2,51	0,34	2,72
D4	0,35	3,07	0,33	2,66	0,38	3,15
Gns. A1-4	0,31	3,05	0,30	2,83	0,35	3,12
" B1-4	0,31	2,89	0,31	2,72	0,34	2,92
" C1-4	0,31	2,74	0,30	2,52	0,31	2,61
" D1-4	0,31	2,61	0,31	2,41	0,32	2,62

Af tabel 3.4.5 fremgår, at foderets procentiske indhold af cystin er konstant fra energiniveau til energiniveau i blandingerne, der blev anvendt i de to første forsøg og faldende, når indholdet udtrykkes som g cystin pr. 10 MJOE. Anvendelse af havre i de lavenergetiske foderblandinger i 1983-forsøget, medfører både et faldende procentisk cystininhold og et faldende cystin/energiforhold med foderets stigende energiindhold. Da cystin/energiforholdet er faldende med foderets stigende energiindhold i alle tre forsøg, kan havrens relative høje indhold af cystin næppe være årsag til at energioptagelsen i nærværende forsøg ikke var faldende med foderets faldende energiindhold, sådan som det var tilfældet i 1965- og

1975- forsøgene.

På grundlag af det foreliggende, er det ikke muligt at afgøre, hvori havrens gavnlige indflydelse på foderoptagelsen består. Opklaringen af denne virkning af havren er af betydning, men vil kræve andre undersøgelser for at få klarlagt årsagsforholdene.

3.5 Foderforbrug, kg foder pr. kg kylling

Feedconsumption, kg feed per kg chick

Kyllingernes foderforbrug pr. kg kylling fra 0 til 10 dage gamle kan beskrives med følgende ligning:

$$Y_0 \text{ 0-10} = +2,965 - 0,08938X_1 - 0,004109X_3; R^2 = 0,90$$

hvor

$Y_0 \text{ 0-10}$ = kg foder pr. kg kylling,

X_1 = MJOE pr. kg foder

X_3 = g protein pr. 10 MJOE.

Koefficienterne til X_1 såvel som til X_3 var signifikante på 99,9% niveauet.

En undersøgelse viste, at protein/energiforholdet ingen signifikant kurvelineær virkning havde på foderomsætningen.

At ligningen giver en god beskrivelse af energiens og protein/energiforholdets indflydelse på foderforbruget pr. kg kylling fremgår af at R^2 er så stor som 0,90, hvilket viser, at 90% af variationen i kg foder pr. kg kylling forklares af ligningen.

I tabel 3.5.1 er vist foderforbruget pr. kg kylling i opdrætningsperioden 0 til 10 dage. Dette er beregnet på grundlag af de i tabel 3.2.1 og tabel 3.3.1 anførte kyllingevægte og foderoptagelse pr. kylling.

Af tabel 3.5.1 ses, at kg foder pr. kg kylling er faldende fra 1,30 til 1,09 med foderets stigende protein/energiforhold. Endvidere ses, at foderforbruget pr. kg kylling er faldende med foderets stigende energiindhold. Det faldende foderforbrug er fuldstændig retlineært, fra laveste til højeste energiindhold stiger foderets energiindhold med 9% medens kg foder pr. kg kylling falder med 10%.

Tabel 3.5.1 Foder pr. kg kylling 0-10 dage, kg

Table 3.5.1 Feed per kg chick 0-10 days of age, kg.

MJOE pr. kg foder	g råprotein pr. 10 MJOE				Gns.	Forholdstal
	144	159	174	189		
11,9	1,38	1,28	1,15	1,14	1,24	106
12,3	1,35	1,23	1,12	1,08	1,20	102
12,6	1,24	1,13	1,12	1,08	1,14	97
13,0	1,22	1,10	1,08	1,05	1,11	95
Gns.	1,30	1,19	1,12	1,09	1,17	
Forholdstal	111	102	96	93		100

Kyllingernes forbrug af foder pr. kg kylling i opdrætningsperioden 0 til 36 dage gamle kan beskrives med ligningen:

$$Y_0 \text{ 0-36} = +4,467 - 0,1911X_1 - 0,001770X_3; R^2 = 0,89$$

hvor

Y_0 0-36 = kg foder pr. kg kylling,

X_1 = MJOE pr. kg foder og

X_3 = g protein pr. 10 MJOE.

Koefficienten til både X_1 og X_3 var signifikante på 99,9% niveauet.

Ligningen viser, at for hver gang foderets energiniveau øges med 1 MJOE pr. kg foder falder kg foder pr. kg kylling 0,19 kg.

En undersøgelse over, om foderets stigende protein/energiforhold påvirkede foderomsætningen kurvelineært viste, at koefficienten til X_3 kvadreret knap var signifikant. Ud fra koefficienterne kan det beregnes, at det laveste forbrug af foder pr. kg kylling blev opnået med 189 g protein pr. 10 MJOE. R^2 til den tre-sidede regression var 0,91, medens den til ovenstående ligning var 0,89.

I tabel 3.5.2 er anført foderforbruget pr. kg kylling, dette er beregnet på grundlag af de kyllingevægte og foderforbrugstal, der er anført i henholdsvis tabel 3.2.2.1 og 3.3.2.1.

Tabel 3.5.2 Foder pr. kg kylling 0-36 dage, kg

Table 3.5.2 Feed per kg chick 0-36 days of age, kg

MJOE pr.	g råprotein pr. 10 MJOE				Gns.	Forholdstal
kg foder	144	159	174	189		
11,9	1,96	1,97	1,89	1,87	1,92	107
12,3	1,87	1,84	1,79	1,78	1,82	102
12,6	1,78	1,78	1,68	1,72	1,74	97
13,0	1,74	1,67	1,71	1,64	1,69	94
Gns.	1,84	1,82	1,77	1,75	1,79	
Forholdstal	103	101	99	98		100

Af tabel 3.5.2 fremgår, at med foderets stigende protein/energiforhold fra 144 til 189 g protein pr. 10 MJOE falder foderforbruget fra 1,84 til 1,75 kg pr. kg kylling eller med 4,9%. Det ses umiddelbart at faldet er en retlinet funktion af foderets protein/energiforhold. Dette er i overensstemmelse med Petersen (1975) og Pesti og Fletcher (1983), medens Donaldson et al. (1956), Sibbald et al. (1961), Petersen og Emmans (1965), Roush (1983) og Pesti og Smith (1984) fandt, at foderforbruget pr. kg kylling faldt kurvelineært med foderets stigende protein/energiforhold. At foder pr. kg kylling er faldende med foderets stigende protein/energiforhold er der således almindelig enighed om, men enigheden hører op, når diskussionen drejer sig om, hvorvidt faldet er retlineært eller kurvelineært. Men der er dog en tydelig tendens til, at der er større spændvidde i protein/energiforholdet i de forsøg, hvor der er fundet et kurvelineært fald i kg foder pr. kg kylling end i nærværende forsøg. F.eks. brugte Petersen og Emmans (1965) foder, der varierede fra 129 til 214 g råprotein pr. 10 MJOE og Pesti og Smith (1984) har i deres bearbejdelse af resultater, fundet i litteratur publiceret fra 1974 til 1983, arbejdet med protein/energiforhold, der varierede fra 107 til 250 g råprotein pr. 10 MJOE. Så muligvis skyldes uoverensstemmelserne forskelle i forsøgsplanlægningen. Det ses også af tabel 3.5.2, at foderforbruget pr. kg kylling inden for hvert proteinniveau er faldende med foderets stigende energiniveau. I gennemsnit af alle proteinniveauer faldt foderforbruget pr. kg kylling fra 1,92 til 1,69 kg. Dette fald var retlineært og

androg i henhold til regressionsanalysen 0,19 kg foder pr. kg kylling for hver gang foderets energiniveau øgedes med 1 MJOE pr. kg. Et retlineært fald i foderforbruget pr. kg kylling med foderets stigende energiindhold er i overensstemmelse med resultater rapporteret af Donaldson et al. (1956), Petersen og Emmans (1965), Farrell (1974), Petersen (1975), Waldroup et al. (1976), Pesti og Fletcher (1983) og Pesti og Smith (1984). Fisher og Wilson (1974) fandt på grundlag af deres litteraturstudie, omfattende litteratur publiceret fra 1951 til 1973, at foderforbruget pr. kg kylling var kurvelineært faldende med foderets stigende energiniveau, men vel at mærke sådan, at faldet accelererede desto mere energi, der var i foderet. Forfatterne anfører dog, at "a single slope provided an excellent summary of these data", hvilket formodentlig betyder, at de ikke tillagde den kvadratiske effekt større betydning.

Alt i alt kan det konstateres, at indflydelsen af foderets indhold af omsættelig energi på foderforbruget pr. kg kylling i nærværende forsøg, stemmer overens med de i litteraturen foreliggende resultater.

3.6 Forbrug af omsættelig energi pr. kg kylling

Metabolizable energy per kg chick

Forbruget af omsættelig energi pr. kg kylling omtales sjældent i litteraturen, selv om det er en særdeles vigtig indikator for, om det anvendte energivurderingssystem er anvendeligt. Forholdet er, at forbruget af omsættelig energi pr. kg kylling skal være uafhængigt af foderets energiindhold, eller sagt på en anden måde, forbruget af energi pr. kg kylling skal - under forudsætning af ens energiindhold i kyllingerne - være det samme uanset om foderet indeholder 10 eller 13 MJOE pr. kg. Er det ikke det, kan energivurderingssystemet ikke bruges til økonomisk optimering af foderblandingerne. Forbruget af OE pr. kg kylling kan beskrives med følgende ligning:

$$Y_e \text{ 0-36} = 33,39 - 0,5841X_1 - 0,02291X_3; R^2 = 0,64,$$

hvor

$$Y_e \text{ 0-36} = \text{MJOE pr. kg kylling}$$

$$X_1 = \text{MJOE pr. kg foder og}$$

$$X_3 = \text{g protein pr. 10 MJOE.}$$

Koefficienterne til X_1 og X_3 er signifikante på henholdsvis 95 og 99,9% niveauet.

Med det anvendte energivurderingssystem forekommer altså et signifikant fald i energiforbruget med foderets stigende energiindhold, og det anvendte vurderingssystem er i henhold til ovenstående ikke egnet til bedømmelse af, ved hvilket energiniveau det største dækningsbidrag af en kyllingeproduktion opnås. Faldet i forbruget af OE androg $0,58 \pm 0,24$ MJOE pr. kg kylling for hver MJOE, foderets energiindhold blev øget. Da kyllingers energiindhold, Petersen og Emmans (1965), stiger med foderets stigende energiindhold skulle energiforbruget pr. kg kylling faktisk have været stigende med foderets stigende energiindhold.

Det fremgår også af ligningen, at forbruget af OE pr. kg kylling var faldende med foderets stigende protein/energiforhold, dette fald androg for hvert g protein, foderets protein/energiforhold blev øget, $0,02291 \pm 0,00505$ MJOE pr. kg kylling. Det er undersøgt, om der forekom kurvelinearitet i energiforbruget, men hverken foderets energiindhold eller dets protein/energiforhold påvirkede forbruget af OE pr. kg kylling kurvelineært. Energiforbruget pr. kg kylling er vist i tabel 3.6.1.

Tabel 3.6.1 OE pr. kg kylling, Mj

Table 3.6.1 AME per kg chick, MJ

MJOE pr kg foder	g råprotein pr. kg kylling				Gns.	Forholdstal
	144	159	174	189		
11,9	22,91	23,17	22,57	22,31	22,74	102
12,3	22,81	22,44	22,05	21,80	22,28	100
12,6	22,65	22,94	21,22	21,72	22,13	99
13,0	22,22	21,83	22,15	21,55	21,94	99
Gns.	22,65	22,60	22,00	21,85	22,27	
Forholdstal	102	101	99	98		100

Af tabel 3.6.1 ses, som det også kan aflæses af regressionsligningen Y_{0-36} , at energiforbruget pr. kg kylling er faldende med foderets stigende protein/energiforhold. At energiforbruget pr. kg kylling er faldende med foderets stigende protein/energiforhold er i overensstemmelse med Petersen og Emmans (1965) og Petersen (1975), men de fandt også, at energiforbruget var upåvirket af foderets energiindhold, hvilket ikke kan bekræftes af resultaterne af

nærværende forsøg. Petersen (1975) sammenlignede 5 forskellige energivurderingssystemers indflydelse på forbruget af energi pr. kg kylling. Denne sammenligning viste, at forbruget med alle 5 vurderingssystemer faldt med foderets protein/energiforhold, derimod var resultatet noget mere variabelt med hensyn til indflydelsen af foderets energiindhold. Undersøgelsen viste, at forbruget af energi pr. kg kylling var uafhængig af foderets energiindhold i 3 tilfælde og at det i 2 tilfælde var stigende med foderets stigende energiindhold, i intet tilfælde var energiforbruget faldende med foderets stigende energiindhold, som i nærværende forsøg.

Den oprindelige planlægning af forsøget skete på grundlag af det energivurderingssystem, som blev anvendt før 1. oktober 1983 og på samme grundlag som Petersen og Emmans (1965) og Petersen (1975) planlagde deres forsøg. I præsentationen af resultater og i diskussionen er blandingerne energiindhold konverteret til det nugældende energivurderingssystem.

Går man tilbage i tabellerne 2.1.1, 2.1.2, 2.1.3 og 2.1.4 og sammenligner blandingerne beregnede energiindhold med det konverterede og efter analyse korrigerede energiindhold, der fremgår af tabel 3.1.1, fås følgende resultat.

Blandingerne	A	B	C	D
Beregnet indhold før 1/10-83	11,9	12,6	13,2	13,8
Analyseret indhold efter 1/10-83	11,9	12,3	12,5	12,9

Det fremgår af denne opstilling, at forskellen på laveste og højeste energiindhold er meget større før 1/10-83 end efter 1/10-83.

Før 1/10-83 var forskellen 1,9 MJOE eller 16% pr. kg foder, medens forskellen efter 1/10-83 kun var 1.0 MJOE eller 8% pr. kg foder. Beregnes forbruget af energi pr. kg kylling på grundlag af blandingerne indhold af energi, beregnet på grundlag af energivurderingssystemet, der var gældende før 1/10-83, ved at multiplicere MJOE pr. kg foder med kg foder pr. kg kylling (tabel 3.5.2), viser det sig, at efter det gamle system er energiforbruget uafhængigt af foderets energiindhold, ligesom det blev fundet i 1965- og 1975-forsøget.

Dette viser, at det nye energivurderingssystem på en eller anden måde har en indbygget fejl, der giver sig udslag i at variationer-

ne i blandingernes energiindhold mindskes. Om dette sker ved at de lavenergetiske blandinger vurderes til at have et højere energiindhold end de reelt har, eller ved at de højenergetiske blandinger undervurderes med hensyn til indhold af energi, kan ikke afgøres på grundlag af den hidtidige bearbejdelse af materialet fra nærværende forsøg. Det eneste der står fast er, at kyllingerne ikke har tillagt de lav- eller de højenergetiske foderblandinger samme relative værdi med hensyn til indhold af omsættelig energi, som energivurderingssystemet. Da kyllingernes svar er kontrollen på, om energivurderingen er korrekt, har de ret, hvorfor det er nødvendigt at finde fejlkilden i det nye energivurderingssystem.

4 ENERGIVURDERINGEN

4.1 Analyse af energivurderingen

Analyses of the energy-evaluating system

Bedst er det, når et energivurderingssystem giver et helt præcis skøn over de enkelte foderstoffers indhold af energi, men det er tilfredsstillende, såfremt systemet giver et relativt skøn over de enkelte foderstoffers energiindhold, der er præcis. Et sådant relativt skøn skal være præcist i den forstand, at forskellen mellem de enkelte foderstoffer relativt skal være af samme størrelse, som ved et helt præcist skøn.

De i nærværende forsøg anvendte foderblandingers sammensætning er beregnet på grundlag af de i forsøgsplanen forudsatte specifikationer og på grundlag af de i cirkulære fra Statens Foderstofkontrol (1976) anførte tabelværdier, som var gældende indtil 1/10-83, således at blandingerne blev sammensat på kendt grundlag. Efter at blandingerne var optimeret, blev deres indhold af energi og protein igen beregnet, men nu efter de i cirkulære fra Statens Foderstofkontrol (1982) anførte tabelværdier, som er gældende fra 1/10-83.

Første fejlmulighed med hensyn til foderblandingerens indhold af omsættelig energi kan altså være en følge af, at det i sidstnævnte cirkulære anførte indhold af OE i de enkelte fodermidler er behæftet med fejl.

Da de foderstoffer, der er anvendt i de 16 foderblandinger ikke nødvendigvis har samme sammensætning som anført i foderstoff Tabellen, foretages en korrektion af beregnet energiindhold.

Næste trin i fastlæggelsen af de anvendte foderblandingers indhold af OE er derfor, at blandingerens indhold af energigivende stoffer blev bestemt ved kemisk analyse. På grundlag af resultaterne af de kemiske analyser blev blandingerens indhold af OE beregnet ved hjælp af den i denne beretning under afsnit 3.1 omtalte EF-formel til beregning af fjerkræfoderblandingers indhold af omsættelig energi.

I dette trin er der to mulige fejlkilder:

1. De kemiske analyser kan være behæftet med fejl.
2. EF-formlen kan være behæftet med fejl.

Med henblik på at undersøge om der er systematiske afvigelser mellem blandingerne beregnede og analyserede indhold af energigivende stoffer, er disse værdier sat op mod hinanden i tabel 4.1.1.

Tabel 4.1.1 Blandingernes indhold af
energiydende stoffer i tørstof, %

Tab. 4.1.1 The content of energyyielding nutrient in DM, %

Blan- ding	<u>Råprotein</u>		<u>Råfedt</u>		<u>Stivelse</u>		<u>Sukker</u>	
	Bereg- net	Analy- seret	Bereg- net	Analy- seret	Bereg- net	Analy- seret	Bereg- net	Analy- seret
A1	20,6	22,1	5,3	6,3	44,7	44,5	3,0	4,5
A2	22,5	23,4	5,2	6,1	42,4	43,1	3,4	4,9
A3	24,4	24,3	5,2	6,2	39,9	42,1	3,9	5,1
A4	26,3	25,8	5,1	6,4	37,4	40,3	4,3	5,4
B1	20,8	21,8	5,4	6,3	47,6	47,4	3,1	5,3
B2	22,8	22,9	5,4	6,1	45,0	45,9	3,5	5,6
B3	24,8	24,9	5,4	6,4	42,4	43,0	4,0	6,4
B4	26,7	26,2	5,2	6,5	39,9	41,4	4,5	6,7
C1	19,7	20,4	5,6	6,1	51,9	51,9	2,9	3,4
C2	20,8	20,6	5,5	6,3	50,9	51,4	3,2	4,1
C3	23,9	23,6	5,5	6,3	46,5	46,9	3,9	4,4
C4	27,0	26,4	5,4	6,2	42,5	42,4	4,6	5,9
D1	20,6	20,9	7,0	7,4	51,8	51,1	3,1	2,8
D2	22,7	22,8	7,2	7,6	48,4	48,3	3,6	4,8
D3	25,9	25,6	7,9	8,3	43,1	43,2	4,3	5,0
D4	30,1	29,9	8,6	9,3	36,3	36,9	5,3	7,1

Gennemsnit

A1-4	23,5	23,9	5,2	6,3	41,1	42,5	3,7	5,0
B1-4	23,8	24,0	5,4	6,3	43,8	44,4	3,8	6,0
C1-4	22,9	22,8	5,5	6,2	48,0	48,2	3,7	4,5
D1-4	24,8	24,8	7,7	8,2	44,9	44,9	4,1	4,9

Forskel i procentenheder

A1-4		+0,4		+1,1		+1,4		+1,3
B1-4		+0,2		+0,9		+0,6		+2,2
C1-4		+0,1		+0,7		+0,2		+0,8
D1-4		0,0		+0,5		0,0		+0,8

Af tabel 4.1.1 fremgår, at der generelt er god overensstemmelse mellem blandingernes beregnede indhold af energigivende næringsstoffer, bortset fra, at det analyserede indhold af råfedt systematisk er større end det beregnede indhold. Dette skyldes, at det beregnede indhold af råfedt er baseret på en analysemetode med æterextraktion uden forudgående syrehydrolyse af foderstofferne, dog med undtagelse af fiskemel og kød- benmel, medens det analyserede indhold af råfedt er fremkommet med en analysemetode, hvor foderprøven er syrehydrolyseret før æterextraktionen.

Specielt gælder for disse analyser, at der for råprotein, råfedt og stivelse forekommer systematiske afvigelser mellem beregnet og analyseret indhold i relation til foderets energiniveau. Det ses at med foderets stigende energiniveau, fra A1-4 til D1-4, aftager afvigelserne mellem beregnet og analyseret indhold. Af tabellerne 2.1.1 til 2.1.4 ses, at de aftagende afvigelser falder sammen med foderblandingernes aftagende indhold af havre og stigende indhold af majs.

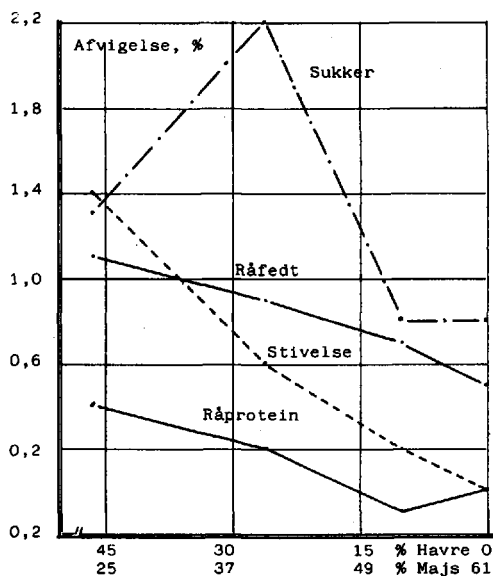


Fig. 1. Afvigelse på beregnet og analyseret indhold, pct.

Deviation on calculated and analysed content of nutrient, percent.

Afvigelsen på råprotein og råfedt er liniært faldende med foderets faldende indhold af havre, hvilket tyder på, at havren har haft et større indhold af disse to næringsstoffer end forudsat. Afvigelsen fra det beregnede indhold af stivelse er kurvelineært faldende med blandingerne faldende indhold af havre, hvilket indikerer analyseproblemer af systematisk natur, medens afvigelsen i blandingerne indhold af sukker er uden sammenhæng med foderets indhold af havre. Den anvendte havre har altså haft en, i forhold til tabelværdien, afvigende sammensætning, som har bevirket, at der ved kemisk analyse i de lavenergetiske foderblandinger er fundet et højere energiindhold end der blev beregnet ud fra standardværdien. Problemet er imidlertid, som det fremgår af tabel 3.6.1, at kyllingerne ikke har været i stand til at udnytte denne ekstra energi, hvilket kan skyldes, at havren ikke alene har haft en afvigende kemisk sammensætning, men også en afvigende fordøjelighed.

Der foreligger dog også den mulighed, at blandingerne indhold af havre i sig selv har påvirket analyseresultaterne, men i betragtning af, at indholdet af råprotein såvel som af råfedt og stivelse afviger systematisk med mængden af havre i blandingerne, må denne mulighed betragtes som værende teoretisk.

I tabel 4.1.2 er vist blandingerne beregnede energiindhold tillige med deres energiindhold beregnet på grundlag af deres analyserede indhold af råprotein, råfedt, stivelse og sukker og EF-formlen.

Endvidere er blandingerne indhold af OE angivet på grundlag af analyseresultaterne og de beregnede fordøjelighedskoefficienter for næringsstofferne. Fordøjelighedskoefficienterne er fremkommet ved for hver enkelt blanding at beregne vejede gennemsnit af fordøjeligheden for råprotein, råfedt, stivelse og sukker. Derefter er de analyserede indhold af råprotein, råfedt, stivelse og sukker multipliceret med de korresponderende fordøjelighedskoefficienter og brændværdien af disse næringsstoffer. Disse beregninger er foretaget som vist i Cirkulære fra Statens Foderstofkontrol (1982) side 10.

Formålet med denne talkolonne var at undersøge, om der var uoverensstemmelse mellem denne beregningsmåde, som er baseret på de enkelte fodermidlers fordøjelighed og den talkolonne, der er beregnet med EF-formlen.

Tabel 4.1.2 Blandingernes energiindhold, MJOE pr. kg foder

Table 4.1.2 The energycontent of the diets, MJAME per kg feed

Blanding	Beregnet 1	Efter analyse og F.K. 2	Efter analyse og EF-formlen 3	2 i % af 1	3 i % af 1	3 i % af 2
A1	11,25	11,94	11,89	106	106	100
A2	11,15	11,85	11,83	106	106	100
A3	11,06	11,90	11,90	108	108	100
A4	10,99	11,91	11,94	108	109	100
B1	11,66	12,29	12,33	105	106	100
B2	11,57	12,17	12,25	105	106	101
B3	11,49	12,17	12,29	106	107	101
B4	11,37	12,14	12,30	107	108	101
C1	12,12	12,48	12,54	103	103	100
C2	12,06	12,54	12,63	104	105	101
C3	11,94	12,30	12,42	103	104	101
C4	11,80	12,13	12,33	103	104	102
D1	12,57	12,65	12,81	101	102	101
D2	12,46	12,68	12,92	102	104	102
D3	12,36	12,56	12,85	102	104	102
D4	12,19	12,61	13,05	103	107	103
<u>Gennemsnit</u>						
A 1-4	11,11	11,90	11,89	107	107	100
B 1-4	11,52	12,19	12,29	106	107	101
C 1-4	11,98	12,36	12,48	103	104	101
D 1-4	12,40	12,63	12,91	102	104	102
<u>Forskel</u>						
D+A	1,29	0,73	1,02	5	3	2

Af tabel 4.1.2 ses, at det beregnede indhold af OE for alle 4 energiniveauer systematisk er mindre end de indhold, der er anført på grundlag af blandingerens analyserede indhold af næringsstoffer, sådan som det også kan forventes på grundlag af de i tabel 4.1.1 anførte afvigelser på beregnet og analyseret indhold af energiydende næringsstoffer. Endvidere ses, at der er god overensstemmelse mellem blandingerens indhold af OE angivet i kolonne 2 og 3, men det skal dog bemærkes, at EF-formlen giver en værdi, der i gennemsnit er 0,12 MJOE større pr. kg foder end på grundlag af for-

døjelighedskoefficienterne og analyseresultater, og at denne forskel er signifikant ($P < 0,01$). Efter EF-formlen bedømmes de højenergetiske foderblandinger til at have et større energiindhold, end når dette beregnes ved hjælp af fordøjelighedskoefficienter, medens de lavenergetiske blandinger bedømmes til at have samme indhold af OE efter de to beregningsmetoder.

Uanset om der efter EF-formlen fremkommer en stigende afvigelse med foderets stigende energiindhold, må det konstateres, at den formel giver et lige så brugeligt skøn over foderets energiindhold, som skøn beregnet ved hjælp af fordøjelighedskoefficienter og foderblandingerne analyserede indhold af energigivende stoffer.

I tabel 4.1.3 er anført forbruget af MJOE pr. kg kylling, beregnet på grundlag af de i tabel 4.1.2 anførte energiindhold og kg foder pr. kg kylling (tabel 3.5.2).

Tabel 4.1.3 Indflydelsen af foderets energi-
indhold på forbruget af MJOE pr. kg kylling

Tab.4.1.3 The influence of the content of AME in the diets
on consumption of MJAME pr kg body weight

Blandingernes energiniveau	Beregnet (1)	Efter analyse og FK (2)	Efter analyse og EF-formlen(3)
A 1-4	21,33	22,85	22,83
B 1-4	20,96	22,19	22,37
C 1-4	20,84	21,51	21,71
D 1-4	20,96	21,34	21,82

Af tabel 4.1.3 ses, at forbruget af MJOE pr. kg kylling er praktisk taget uafhængigt af foderets energiindhold, når det angives på grundlag af foderets beregnede energiindhold. Dette viser, at de i Cirkulære fra Statens Foderstofkontrol (1982) anførte tabelværdier ikke er årsag til kyllingernes faldende energiforbrug med foderets stigende energiindhold, og derfor må betragtes som givende præcise skøn over de enkelte foderstoffers energiindhold, endvidere er foderstofferne energiindhold additive, hvilket er en betingelse for at kunne optimere mindste-pris-foderblandinger.

Petersen (1970) bestemte i fordøjelighedsforsøg energiindholdet i 16 slagtekyllingefoderblandinger. Beregnes energiindholdet i disse 16 blandinger efter de i Cirkulære fra Statens Foderstofkontrol (1982) anførte tabelværdier, kan det undersøges, om spredningen på de to sæt energiværdier for de 16 blandinger er ens. Efter tabelværdien indeholdt blandingerne i gennemsnit $11,4 \pm 0,678$ MJOE pr. kg foder, medens de efter de i fordøjelighedsforsøg bestemte energiindhold, indeholdt $12,19 \pm 0,778$ MJOE pr. kg foder, selv om blandingerne energiindhold var forskelligt efter de to metoder, har de samme relative spredning, nemlig henholdsvis 6,1 og 6,4%. Tabelværdierne i Cirkulære fra Statens Foderstofkontrol (1982) opfylder følgelig en væsentlig forudsætning for at kunne bruges til optimering af mindste-pris-foderblandinger, nemlig, at selv om de angivne indhold af OE måske ikke er helt præcise, så er den relative forskel mellem de enkelte foderstoffers angivne energiindhold præcis.

Bælum og Petersen (1970) fodrede kyllinger med stigende mængde havre som indgik i foderet på bekostning af majs. For at holde konstant protein/energiforhold blev sojaskrå ombyttet med byg. De udførte to forsøg, og resultaterne af dem var fuldstændig identiske. Blandingernes energiindhold er genberegnet efter de energiværdier, som er gældende nu og protein/energiforholdet er beregnet på grundlag af resultaterne af de dengang ved kemiske analyser bestemte proteinindhold. Endvidere indgik i forsøgene en gruppe kyllinger, som blev fodret med foder, hvor 12% majs blev ombyttet med 12% havreskaller. For begge forsøg foreligger analyser af de anvendte havreskaller, og på grundlag af disse analyser er disse blandingers energiindhold også genberegnet. Resultatet af de to forsøg er gengivet i følgende opstilling:

Majs	,%	0	20	40	48	60	
Havre	,%	60	40	20	0	0	
Havreskaller	,%	0	0	0	12	0	
OE pr. kg foder	,MJ	10,36	10,76	11,15	11,30	11,53	bx/y ¹⁾ r ²
Protein pr. 10 MJOE	,g	190	192	191	180	185	
Vægt 56 dage	,g	1570	1619	1636	1627	1643	+57,1**0,84
Foder pr. kylling	,g	4238	4138	4066	3999	3989	+ 222**0,98
OE pr. kylling	,MJ	43,91	44,52	45,34	45,19	45,99	+1,68**0,98
Foder/kg kylling	,kg	2,70	2,56	2,49	2,46	2,43	+0,23**0,98
OE pr. kg kylling	,MJ	27,97	27,50	27,71	27,77	27,99	+0,05 0,01

1) x = MJOE pr. kg foder.

Med foderets faldende indhold af havre, og dermed stigende indhold af OE, faldt foderoptagelsen med 222 g for hver gang foderets energiindhold steg 1 MJOE, men faldet i foderoptagelsen var relativt mindre end stigningen i foderets indhold af OE. Slutresultatet blev, at kyllingernes energioptagelse steg med 1,68 MJOE for hver gang foderets energiindhold blev øget med 1 MJOE. Denne stigning i energioptagelsen førte til, at kyllingerne for hver gang foderets energiindhold blev øget 1 MJOE havde en signifikant ($P < 0,01$) mertilvækst på 57 g. Denne mertilvækst er betragtelig større end de 36,4 g, der blev fundet i nærværende forsøg. Forskellen kan skyldes, at der er forskel i opdrætningsperiodens længde i de to forsøg. I nærværende forsøg var opdrætningsperioden 36 dage og i Bælum og Petersens forsøg 56,5 dage. Da kyllingerne i nærværende forsøg er vejet med jævne mellemrum fra de var 10 til de var 36 dage gamle er det muligt at undersøge, hvilken betydning opdrætningsperiodens længde har på størrelsen af mertilvæksten på grund af øget energiindhold i foderet.

En regressionsanalyse, hvor kyllingernes alder var den uafhængige variable og kyllingernes mertilvækst pr. 1 MJOE øgning af foderets energiindhold resulterede i regressionskoefficienten 1,04, der var signifikant ($P < 0,01$) forskellig fra 0. Ud fra regressionskoefficienten kan det skønnes, at kyllingerne i nærværende forsøg, 56,5 dage gamle, ville have haft en mertilvækst på $36,4 + 20,5 \times 1,04 = 57,7$ g for hver gang foderets energiindhold steg 1 MJOE pr. kg, eller en mertilvækst som følge af foderets stigende energiindhold af samme størrelse som fundet af Bælum og Petersen (1970).

Når kyllingernes mertilvækst på grund af foderets stigende energiindhold nu synes meget mindre end for nogle år siden, skyldes det altså at opdrætningsperioden i den mellemliggende tid, på grund af deres bedre tilvækstevne, er afkortet.

Under afsnit 3.3.2 er det vist, at kyllingerne i nærværende forsøg har øget deres foderoptagelse med 240 g, svarende til 6,7 g foder pr. dag, for hver gang foderets energiindhold faldt 1 MJOE pr. kg, og i tabel 3.4.2 er det vist, at stigningen i foderoptagelsen var så stor, at kyllingerne, uanset foderets energiindhold, praktisk taget havde samme optagelse af OE. Bælum og Petersen (1970) fandt, at foderoptagelsen steg med $222/56 = 4,0$ g pr. dag for hver gang

foderets energiindhold blev reduceret med 1 MJOE pr. kg, en stigning i foderoptagelse, der ikke fuldt ud kompenserede for faldet i foderets energiindhold.

Når kyllingerne, i nærværende forsøg har ædt så meget af det lavenergetiske foder, at de har været i stand til at kompensere for foderets stigende energiindhold, således at energioptagelsen praktisk taget er upåvirket af foderets energiindhold, skyldes det muligvis, at kyllingerne i dag har en ædekapacitet, der står fuldt på højde med deres vækstevne, og at de derfor i dag er i stand til at dække deres energibehov til optimal tilvækst på foderblandinger med et lavere indhold af energi, end for nogle år siden. Det må derfor på grundlag af det foreliggende antages, at havre ikke har en specifik virkning på kyllingernes foderoptagelse eller vækst.

Konklusionen af disse overvejelser er, at de i Cirkulære fra Statens Foderstofkontrol (1982) anførte tabelværdier for energiindhold er præcise - i det mindste - relativt set, og at fodermidlernes energiindhold er additive. På den baggrund er det besluttet, at genberegne nærværende forsøgs resultater i relation til de beregnede energiværdier. Denne beslutning skal også ses i lyset af, at optimering af foderblandingen generelt foretages på grundlag af tabelværdier, idet kemiske analyser af foderblandingers kemiske sammensætning i sagens natur først kan foretages efter at deres sammensætning er beregnet og de er fremstillet.

5 LINEÆRT PROGRAMMEREDE FODERBLANDINGER

5.1. Kyllingernes reaktion på lineært programmerede foderblandinger

The reaction of the chickens on linear computed feedmixes

Af tabel 4.1.3 ses, at der fra energiniveau A 1-4 til energiniveau B 1-4 forekommer et fald i forbruget af beregnet energi pr. kg kylling, medens forbruget af energi pr. kg kylling er af samme størrelsesorden på de tre øvrige energiniveauer, hvorfor energiniveau A 1-4 er udeladt af de følgende regressionsanalyser.

Tabel 5.1.1 Virkningen af foderets beregnede energiindhold og protein/energiforhold på vækst, foderforbrug og foderomsætning i opdrætningsperioden fra 0 til 10 dage

Table 5.1.1 The influence of calculated energycontent and protein/energy ratio of the diets on body weight, feedconsumption and feedconversion of the chickens 0-10 days of age

Ligning	Ligningens konstant	OE/kg foder	Protein/10MJOE,g	Protein/10 MJOE,g kvadreret	R ²
	K	X ₁	X ₂	X ₃ =X ₂ ²	
1: Kyllingernes vægt, g	= - 487**	+ 7,379	+ 6,367***	- 0,01568**	0,94
2: Foder pr. kylling, g	= - 99	- 11,26	+ 5,566*	- 0,01542*	0,63
3: Foder pr. kg kylling, kg	= +2,737***	-0,0778**	-0,003731***		0,93
4: OE pr. kg kylling, MJ	= + 36,6***	- 0,3274	- 0,1663*	+0,0003479*	0,95

Koefficienter fulgt af henholdsvis *, ** eller *** er signifikant forskellige fra 0 med henholdsvis 95, 99 eller 99,9% sandsynlighed.

I tabel 5.1.1, ligning 1 ses, at foderets energiindhold ingen signifikant indflydelse har haft på kyllingernes vækst fra 0-10 dage gamle, medens foderets protein/energiforhold har haft en signifikant kurvelineær effekt, hvor den største vægt er opnået med

$6,367/\pm 0,01568 \times 2 = 203$ g protein pr. 10 MJOE.

Ligning 2 beskriver foderets indflydelse på kyllingernes foderoptagelse. Det fremgår af den, at kyllingernes foderoptagelse var upåvirket af foderets energiindhold og signifikant kurvelineært stigende med foderets stigende protein/energiforhold. Af ligning 3 fremgår, at kg foder pr. kg kylling var signifikant faldende både med foderets stigende energiindhold og dets stigende protein/energiforhold.

Med hensyn til forbruget af OE pr. kg kylling fremgår det af ligning 4, at det var upåvirket af foderets energiindhold og kurvelineært faldende med foderets stigende protein/energiforhold. Kurvens vendepunkt ligger dog helt oppe på $\pm 0,1663/0,0003479 \times 2 = 239$ g protein pr. 10 MJOE, hvorfor denne kurvelinearitet i praksis ingen betydning har, idet optimal vækst blev opnået med 203 g protein pr. 10 MJOE.

I tabel 5.1.2 er anført lignende analyser, som i tabel 5.1.1, men dækkende opdrætningsperioden fra kyllingerne var daggamle og indtil forsøget blev afsluttet, da de var 36 dage gamle.

Tabel 5.1.2 Virkningen af foderets beregnede energiindhold og protein/energiforhold på kyllingernes vækst, foderoptagelse og foderomsætning fra de var 0 til de var 36 dage gamle.

Table 5.1.2 The influence of calculated energy content and protein/energy ratio of the diets and body weight, feed consumption and feed conversion of the chickens 0-36 days of age

Ligning	Ligningens konstant k	OE/kg foder, MJ X_1	Protein/10MJOE, g X_2	Protein/10 MJOE, g kvadreret $X_3 = X_2^2$	R ²
5: Kyllingernes vægt, g	= ÷ 900	+ 36,38	+ 18,95**	÷ 0,04744**	0,86
6: Foder pr. kylling, g	= + 1102	÷ 107,3*	+ 28,16*	÷ 0,08015*	0,71
7: Foder pr. kg kylling, kg	=+ 3,612***	÷ 0,1220***	÷ 0,002209***		0,82
8: OE pr. kg kylling, MJ	= + 29,0***	÷ 0,2604	÷ 0,02107***		0,69

Koefficienter fulgt af henholdsvis *, ** eller *** er signifikant

forskellige fra 0 med henholdsvis 95, 99 eller 99,9% sandsynlighed.

Af tabel 5.1.2, ligning 5, ses, at kyllingerens vægt steg med 36 g for hver gang foderets energiindhold blev øget med 1 MJOE pr. kg foder, denne vægtforøgelse er dog ikke signifikant, derimod forekommer der en statistisk sikker kurvelineær vækstforøgelse med foderets stigende protein/energiforhold. Vækstkurven har sit toppunkt ved $18,95/\pm 0,04744 \times 2 = 200$ g protein pr. 10 MJOE eller ved praktisk taget samme protein/energiforhold, som for opdrætningsperioden fra kyllingerne var daggamle og indtil de var 10 dage gamle. Da forskellen på 203 g og 200 g protein pr. 10 MJOE er langt mindre end den variation, der er på protein/energiforholdet i blandingen fremstillet til at have samme protein/energiforhold, vil der ikke være nogen grund til at ændre på foderets protein/energiforhold, alt efter om det bruges før eller efter, at kyllingerne er 10 dage gamle.

Biologiske data er altid behæftet med nogen usikkerhed eller variation, og generelt vil det være sådan, at der skal være 2% forskel eller mere for at afgøre, om der med 95% sandsynlighed er forskel på kyllingers vægt som følge af, at de er opdrættet på 2 forskellige foderblandinger. Det kan ved hjælp af ligning 5 (tabel 5.1.2) beregnes, at kyllinger opdrættet på en foderblanding indholdende 12 MJOE pr. kg og med 200 g protein pr. 10 MJOE, 36 dage gamle vil veje 1429 g, regner man med en usikkerhed på 2%, vil kyllingerne med 95% sandsynlighed veje mellem 1401 og 1457 g. En vægt på 1401 g opnås med 175 g protein pr. 10 MJOE, eller sagt på en anden måde, kyllingerne opnår med 95% sandsynlighed optimal tilvækst med 200 ± 25 g protein pr. 10 MJOE.

Under normale omstændigheder vil det rigtige være, at optimere foderblandingerne ud fra den forudsætning, at foderet skal give optimal tilvækst, men i situationer, hvor proteinet er relativt dyrt, vil det kunne beregnes om det vil være økonomisk fordelagtigt at reducere foderets indhold af protein, hvilket kan gøres ned til 175 g protein pr. 10 MJOE uden sikker virkning på kyllingernes tilvækst. Da foder pr. kg kylling er lineært faldende, som det fremgår af ligning 7, tabel 5.1.2, skal denne parameter også indgå i de økonomiske overvejelser over ved hvilke protein/energiforhold den

mest økonomiske produktion opnås. Nu er det i og for sig ikke protein, kyllingerne behøver, men aminosyrer. Ud fra blandingerens beregnede indhold af aminosyrer, er de anvendte foderblandingers aminosyreindhold ved henholdsvis 175 g og 200 g råprotein pr. 10 MJOE, beregnet ved hjælp af lineære regressioner, hvor g råprotein pr. 10 MJOE var den uafhængige variable, medens aminosyre var den afhængige variable, resultatet af disse beregninger er anført i tabel 5.1.3.

Tabel 5.1.3 Aminosyrer til optimal tilvækst
Table 5.1.3 Amino Acid to optimum body weight gain

Aminosyre:	Blandingernes indhold af aminosyre g/10 MJOE			Korrelation mell. protein og aminosyre	Aminosyre, g/10 MJOE ved g protein pr. 10 MJOE	
	Gns.	SD	CV		175	200
Arginin	10,82	1,86	17,2	1,00	10,95	12,82
Isoleucin	7,21	1,13	15,7	1,00	7,29	8,42
Leucin	13,84	1,67	12,1	0,99	13,95	15,62
Lysin	9,04	1,62	17,9	1,00	9,15	10,77
Methionin+						
Cystin	6,14	0,94	15,3	1,00	6,21	7,15
Threonin	6,93	1,04	15,0	1,00	7,01	8,05
Tryptophan	1,91	0,34	17,8	1,00	1,93	2,28
Valin	8,62	1,22	14,2	1,00	8,70	9,92

Af tabel 5.1.3 fremgår, at variationen i blandingerens indhold af aminosyrer praktisk taget er ens for alle aminosyrer, bortset fra leucin, hvis variation er noget mindre end tilfældet er for de andre aminosyrers vedkommende. Det fremgår også af tabellen, at korrelationen mellem blandingerens proteinindhold og indholdet af de enkelte aminosyrer praktisk taget er 1,00. Kyllingerne havde optimal tilvækst med 200 g protein pr. 10 MJOE, og i disse 200 g protein var der de anførte mængder aminosyrer. Disse mængder svarer til blandingerens gennemsnitlige indhold af de enkelte aminosyrer ± ca. 1,1 gange standardafvigelsen eller spredningen.

Heraf kan det sluttes, at kyllingernes vækst ikke har været trykket på grund af for lavt indhold af en enkel essentiel aminosyre, idet de essentielle aminosyrer, som ikke er anført i tabellen alle, i forhold til kyllingerens behov, forekommer i større mængde i de anvendte foderblandinger, end de i tabel 5.1.3 anførte aminosyrer.

På den anden side, kan det ikke konkluderes, at de anførte mængder aminosyrer er kyllingernes behov for disse aminosyrer til optimal vækst. Men man kan gå ud fra, at mængden af en af de anførte aminosyrer lige præcis dækker kyllingernes behov, og at de øvrige forekommer i mængder, der svarer til: Fra kyllingernes behov, til et større eller mindre overskud.

Det kan altså konkluderes, at behovet for de i tabel 5.1.3 anførte aminosyrer ikke er større til optimal vækst end anført i tabellens sidste kolonne.

Kyllingernes foderoptagelse er signifikant faldende med foderets stigende energiindhold, som det fremgår af ligning 6 (tabel 5.1.2) og kurvelineært stigende med foderets stigende protein/energiforhold, medens kg foder pr. kg kylling er faldende retlineært både med foderets stigende energiindhold og dets stigende protein/energiforhold, som det ses af ligning 7 (tabel 5.1.2).

Af ligning 8 (tabel 5.1.2) ses, at forbruget af OE pr. kg kylling er upåvirket af foderets energiindhold (koefficienten til $X_1 = -0,2604 \pm 0,30$), og signifikant faldende med foderets stigende protein/energiforhold.

5.2 Foderoptagelsens indflydelse på kyllingernes tilvækst

The influence of feed uptake on the gains of the chickens

Det vil af forsøgets resultater fremgå, at foderoptagelsen er afhængig af foderets energiindhold og dets protein/energiforhold. Stigende energiindhold bevirker faldende foderoptagelse, dette fald er dog relativt mindre end stigningen i foderets energiindhold, således at slutresultatet bliver, at kyllingerne med foderets stigende energiindhold optager en svagt stigende mængde OE.

Foderets stigende protein/energiforhold bevirker indenfor visse grænser et stigende foderforbrug og dermed også en stigende optagelse af OE. En to-sidet regressionsanalyse, hvor regressionslinierne blev tvunget gennem koordinatsystemets nulpunkt, og hvor forbruget af MJOE pr. kylling og forbruget af g protein pr. kylling var de uafhængige variable og kyllingernes vægt i g 36 dage gamle var den afhængige variable, resulterede i følgende regressionskoefficienter:

$$By_{1.2} = 36,30$$

$$By_{2.1} = 0,6343$$

hvoraf ses, at med konstant proteinoptagelse har kyllingerne, for hver MJOE, de har ædt, haft en tilvækst på 36,3 g og med konstant energioptagelse er tilvæksten øget med 0,6343 g for hver g protein, de har ædt. Energi- og proteinoptagelsens indflydelse på kyllingernes vækst kan beskrives med følgende ligning:

$$Y = 36,30X_1 + 0,6343X_2; R^2 = 0,99, \text{ hvor}$$

$$Y = \text{kyllingernes vægt, g}$$

$$X_1 = \text{forbrug af OE, MJ}$$

$$X_2 = \text{forbrug af råprotein, g}$$

$R^2 = 0,99$ viser, at kyllingernes vækst er en retlininet funktion af kyllingernes energi- og proteinoptagelse. Dette er i overensstemmelse med Petersen og Emmans (1965) og Petersen (1975), som det fremgår af figur 2, hvor kyllingernes vægt ved given optagelse af OE er indtegnet.

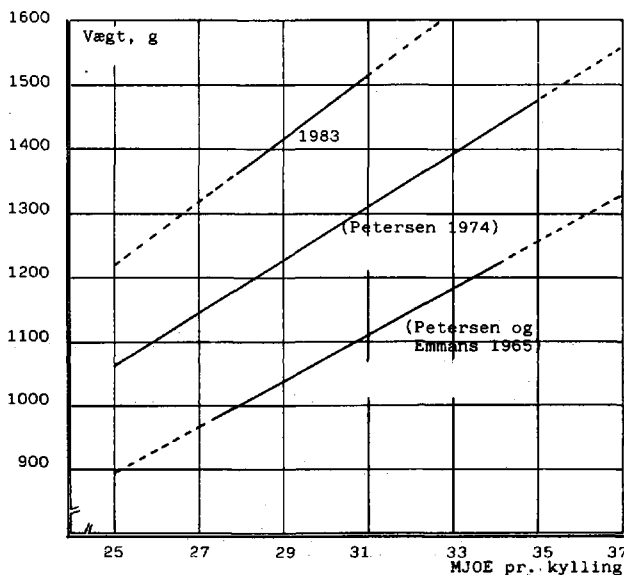


Fig. 2 MJØE ædt pr. kylling og kyllingernes tilvækst
MJØE consumed per chick and body weight gain

I 1965 og 1974 havde kyllingerne ikke samme vækstintensitet som i 1983, hvorfor opdrætningsperioden i disse forsøg var henholdsvis 50 og 42 dage, medens nærværende forsøg blev afsluttet, da kyllingerne var 36 dage gamle. Da kyllingerne i 1965 og 1974 var henholdsvis 14 og 6 dage længere om at nå slagtevægten end nu, har de brugt en større del af det optagne foder til vedligeholdelse, hvorfor de med samme energioptagelse ikke har kunnet nå samme slutvægt som i nærværende forsøg.

I 1965, 1974 og i 1983 forsøgene har kyllingerne haft en mertilvækst pr. optagen MJØE på henholdsvis 28,3, 26,8 og 36,3 g, medens tilvæksten pr. MJØE var omtrent ens i 1965- og i 1974-forsøget, var den betydelig større i 1983. Dette er også at forvente, idet en relativ større andel af energioptagelsen, på grund af den kortere opdrætningsperiode, medgår til vækst end i de tidligere forsøg, endvidere gør det forhold sig gældende, at 1983-resultaterne er opsamlet på grundlag af det nye energivurderingssystem, hvilket i sig selv vil medføre, at tilvæksten pr. ædt MJØE vil blive større end efter det tidligere anvendte energivurderingssystem.

For at kunne sammenligne energioptagelsens indflydelse på kyllinger-

nes vækst i nærværende forsøg med resultater indsamlet medens det nye energivurderingssystem har været i brug, er der, på grundlag af kvartalsopgørelser for slagtekyllinger, april kvartal 1984, udsendt af Landsudvalget for Fjerkræ den 3. august, beregnet en regression mellem forbruget af MJOE pr. kylling og kyllingernes vægt 42 dage gamle. Også i dette tilfælde blev regressionslinien tvunget gennem koordinatsystemets nulpunkt. Ialt indgik 238 hold, eller ialt knap 7 mill. kommercielt opdrættede kyllinger i denne opgørelse, og energiforbruget varierede fra 32,90 til 47,24 MJOE pr. kylling og kyllingerne i disse to yderpunkthold vejede henholdsvis 1467 og 1824 g, 42 dage gamle.

Regressionsanalysen viste, at der i den kommercielle slagtekyllingeproduktion opnås en tilvækst på 40,83 g pr. kylling for hver MJOE kyllingerne æder, eller praktisk taget det samme, som blev fundet i nærværende forsøg, hvor virkningen af energioptagelsen på kyllingernes vægt var formindsket med den andel, der skyldes variationerne i foderets proteinindhold. En sådan korrektion var det ikke muligt at foretage på materialet fra den praktiske kyllingeproduktion, idet foderets proteinindhold ikke er anført i opgørelsen, men det må formodes, at foderet i alle tilfælde har haft praktisk taget samme protein/energiforhold.

På ovennævnte materiale blev endvidere beregnet, at kyllingerne havde en mertilvækst på 44,7 g for hver gang foderets energiindhold blev øget med 1 MJOE pr. kg, dette svarer ret nøje til de 36,4 g, som blev fundet i nærværende forsøg, hvor kyllingerne var 36 dage gamle og hvor mertilvæksten med foderets stigende energiindhold øgedes med 1,04 g for hver dag opdrætningsperioden blev øget, hvorfor de sammenlignelige værdier er $36,4 + 6 \times 1,04 = 42,6$ og 44,7 g mertilvækst pr. 1 MJOE stigning pr. kg foder. Ligesom i nærværende forsøg var mertilvæksten med foderets stigende energiindhold heller ikke signifikant på 95% niveauet i den praktiske kyllingeproduktion. Af fig. 2 kan aflæses kyllingernes vægt ved et givent energiforbrug og ligeledes deres forbrug af energi ved en given vægt. Ud fra sådanne oplysninger, kan kg foder pr. kylling og kg kylling beregnes i de 3 forsøg, som anført i tabel 5.2.1, hvor også dækningsbidraget ved en given vægt er anført. Ved beregning af dækningsbidraget er brugt følgende priser, foderpris 250 kr pr. 100 kg, dag gammel kylling 1,87 kr pr. stk., varme, el, strøelse m.m. 39 øre pr. kylling samt en afregningspris på 6,85 pr. kg levende kylling.

Tabel 5.2.1

Fremskridt i kyllingers vækst
og foderudnyttelse fra 1965 til 1983

Table 5.2.1

Progress in body weight and feed
conversion from 1965 to 1983

År		1965	1974	1983
OE pr. kylling,	MJ	31	31	31
Vægt,	g	1110	1310	1515
OE pr. kg kylling,	MJ	27,9	23,7	20,5
Foder á 12,5 MJOE/kg,	kg	2,48	2,48	2,48
Foder pr. kg kylling,	kg	2,23	1,89	1,64
Vægt,	g	1300	1300	1300
OE pr. kylling	MJ	36,2	30,7	26,7
OE pr. kg kylling,	MJ	27,8	23,6	20,5
Foder á 12,5 MJOE/kg,	kg	2,90	2,46	2,14
Foder pr. kg kylling,	kg	2,23	1,89	1,64
Dækningsbidrag/kylling	kr	- 0,61	0,50	1,30

Af tabel 5.2.1 ses, at kyllingerne i perioden fra 1965 til 1983 på den samme mængde OE har haft en mertilvækst på 405 g, svarende til en mertilvækst på 22 g pr. år. Effektivitetsforøgelsen er nogenlunde lige stor i de to perioder 1965 til 1974 og fra 1974 til 1983, og skyldes udelukkende, at kyllingerne år for år æder mere pr. dag, således at der nu medgår færre dage til at æde 31 MJOE end tidligere. Følgelig bruger kyllingerne nu en relativ mindre del af energien til vedligeholdelse, hvorved en større del af den optagne energi er til rådighed for vækst.

Af tabel 5.2.1 ses også, at kyllingerne i 1965 brugte 36,2 MJOE for at nå en vægt på 1300 g, medens de i 1983 kun brugte 26,7 MJOE for at nå den samme vægt. I perioden fra 1965 til 1983 er der således opnået en foderbesparelse pr. kylling og pr. kg kylling på 26% svarende til 1,5% pr. år.

Forudsættes, at priserne på foder og kyllinger har været ens i hele perioden, ville dækningsbidraget pr. kylling være som anført i tabellens nederste linie. Med 1965-kyllinger og foder ville producenten få et tab på 61 øre pr. kylling. Med 1973- og 1983 foder og

kyllinger, vil producenten opnå et dækningsbidrag på henholdsvis 50 og 130 øre pr. kylling. Fra 1965 til 1983 er kyllinger og foder således forbedret med en værdi, der svarer til 1,91 kr. pr. kylling, hvilket med en årsproduktion på 60 mill. kyllinger á 1300 g, svarer til en merindtægt på 115 mill. kr. pr. år. Reelt er merindtægten 170 mill. kr. pr. år, idet kyllingerne nu opdrættes til en vægt af godt 1600 g, før de slagtes, en vægt, de når ved en kortere opdrætningstid end i 1965. I figur 3 er vist foderets protein/energiforholds indflydelse på kyllingernes vækst på forskellige alderstrin, og endvidere er i figurens tabel a vist, ved hvilke aldre kyllingerne på proteiniveauerne 140, 160, 180 og 200 g protein pr. 10 MJOE, når op på henholdsvis 900, 1200 og 1500 g. Det ses, at kyllingerne kun er $\frac{1}{2}$ dag mere om at nå en vægt af 1500 g med 180 g protein pr. 10 MJOE end med 200 g protein pr. 10 MJOE. Petersen (1975) anførte, at kyllingerne var 43,5 dage gamle, da de nåede op på 1500 g, det er 6 dage mere end i nærværende forsøg. I figur 3, tabel b, vises hvor meget kyllingerne på de forskellige proteinniveauer vejede, når kyllingerne, der fik 200 g protein pr. 10 MJOE, vejede henholdsvis 900, 1200 og 1500 g. Heraf fremgår, at forskellen på kyllingernes vægt øges, når opdrætningstiden øges, medens den procentvise forskel indsnævres.

I figur 4 vises protein/energiforholdets indflydelse på kyllingernes foderoptagelse. I figurens tabel c er vist, ved hvilke aldre foderforbruget pr. kylling når 1200, 1800 eller 2400 g. Det fremgår af tabellen, at jo mindre protein der er i foderet, desto længere tid er kyllingerne om at æde en given mængde foder, men forskellen i tid er ikke stor. I nærværende forsøg var kyllingerne 35,6 dage om at æde 2400 g foder med optimalt protein/energiforhold i foderet; i 1974-forsøget var kyllingerne 38,6 dage om at æde samme mængde foder med optimalt protein/energiforhold. Kyllingernes daglige foderoptagelse er altså i løbet af 9 år øget med godt 5 g pr. dag eller med 8,5%. Af tabel d i figur 4 fremgår, hvor meget foder kyllingerne æder til en given alder. Kyllingerne, der fik foder indeholdende 200 g protein pr. 10 MJOE, åd på 35,6 dage 2400 g foder, medens de, der kun fik 140 g protein pr. 10 MJOE i deres foder i samme tidsrum, kun åd 2292 g foder.

I figur 5 er vist indflydelsen af foderets protein/energiforhold på foderforbruget pr. kg kylling. Det ses af figuren, at foderfor-

Fig. 3

Protein-energiforholdets indflydelse på kyllingernes vægt.

The influence of Protein/Energy Ratio on the Body
Weight of Broiler Chickens

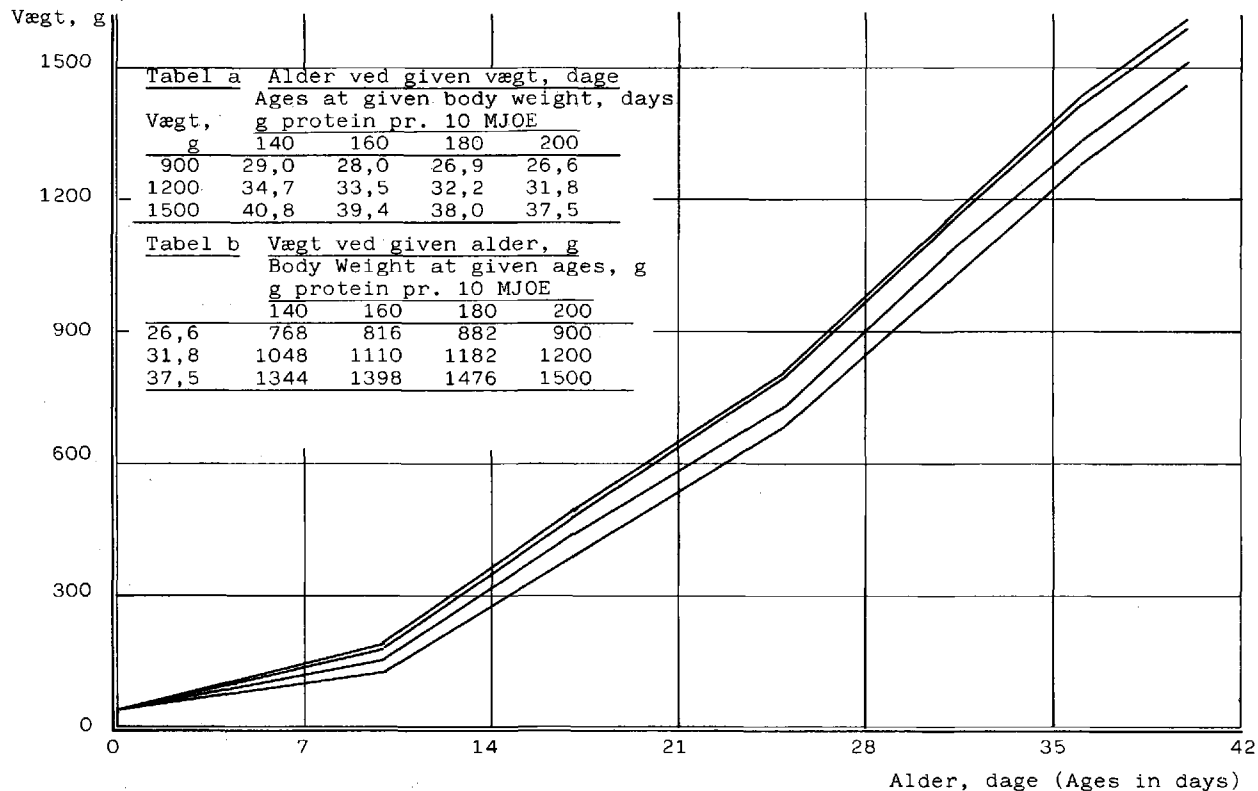


Fig 4

Protein-energiforholdets indflydelse på foderforbruget
 The influence of Protein/Energy Ratio on Feed Consumption

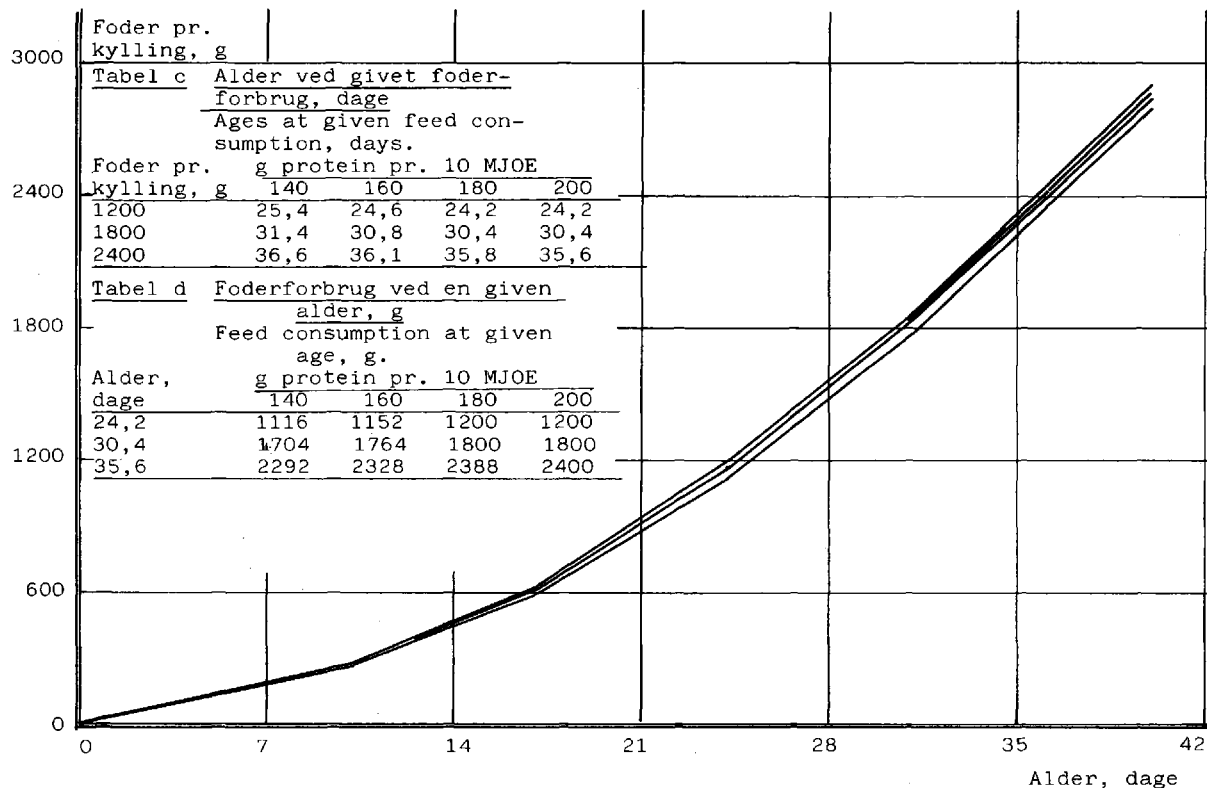


Fig. 5 Protein-energiforholdets indflydelse på kg foder pr. kg kylling

The influence of Protein/Energi Ratio on kg Feed per kg Body Weight of the Chicks

Kg foder pr. kg kylling

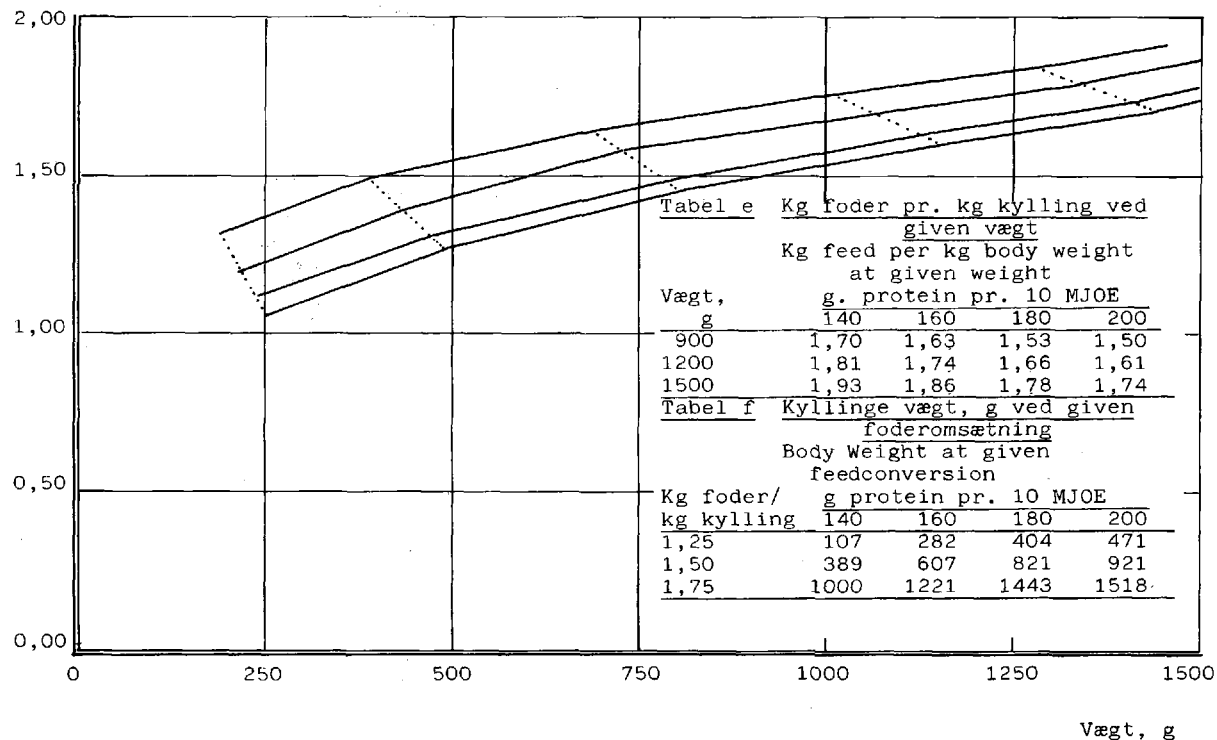


Fig. 6

MJOE pr. kg foder og kyllingernes vægt

The influence of Energy Content of the Feed on the
Body weight of the Chicks

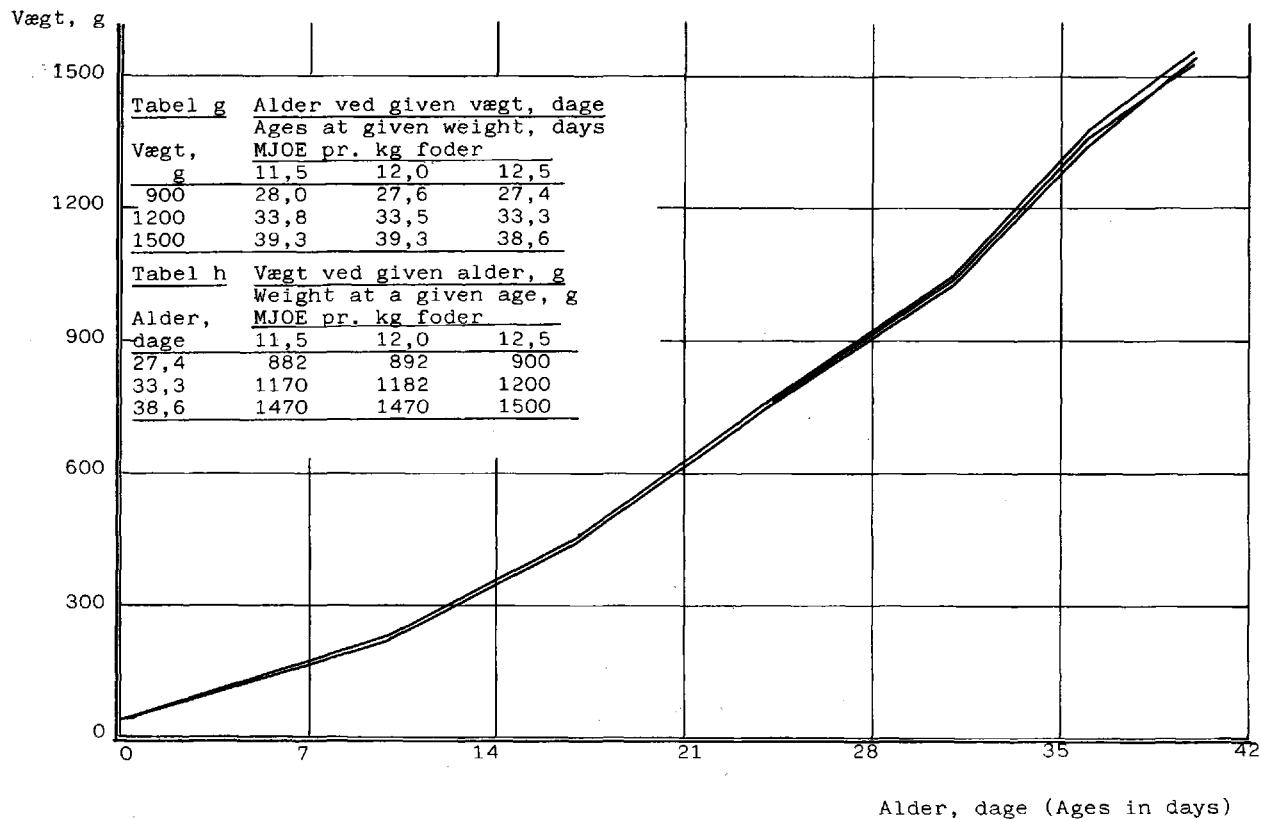


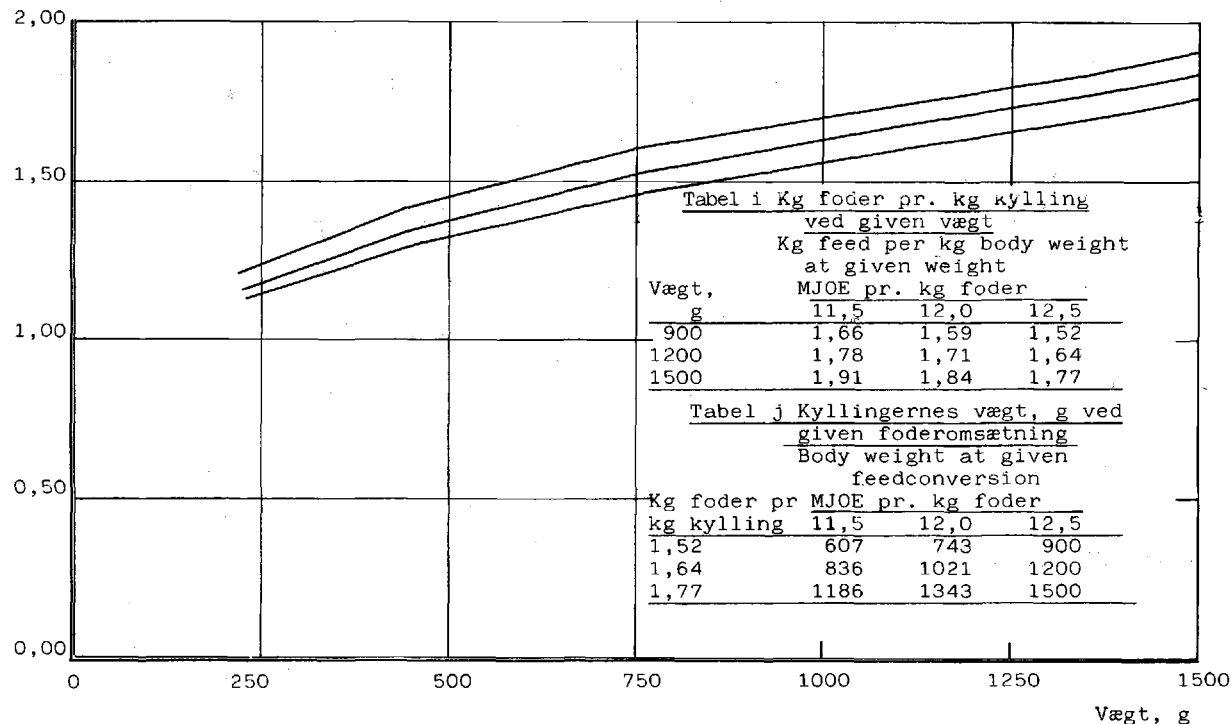
Fig. 7

MJOE pr. kg foder og kg foder pr. kg kylling

MJAME per kg Feed and kg Feed per kg Body

Weight of the Chicks

Kg. foder pr. kg kylling



bruget pr. kg kylling på alle 4 proteinniveauer er stigende efter en svagt S-formet kurve med kyllingernes stigende vægt. Af tabel e i figur 5, fremgår indflydelsen af foderets protein/energiforhold på kg foder pr. kg kylling ved given vægt. Ved at reducere protein/energiforholdet fra 200 til 180 g protein pr. 10 MJOE, øges foderforbruget med ca 2% pr. kg kylling og reduceres det med yderligere 20 g til 160 g protein pr. 10 MJOE, øges foderforbruget med ca. 7%.

I figur 5, tabel f, er vist kyllingernes vægt ved en given foderomsætning i relation til foderets protein/energiforhold. Af tabellen fremgår, at med 140 g protein pr. 10 MJOE, vil kyllingerne nå en vægt på 1000 g, når de har brugt 1,75 kg foder pr. kg kylling, medens de med samme forbrug af foder pr. kg kylling, vil nå en vægt på 1518 g, når der i foderet er 200 g protein pr. 10 MJOE.

I figur 6 er vist indflydelsen af foderets energiindhold på kyllingernes vægt. Det fremgår af kurverne, at foderets energiindhold har ringe indflydelse på kyllingernes tilvækst. I figurens tabel g ses, at op til en vægt på 1500 g, vil en forøgelse af foderets energiindhold fra 11,5 til 12,5 MJOE pr. kg foder, kun reducere opdrætningstiden med 0,7 dag, eller som det fremgår af tabel h, forøge tilvæksten med 30 g til samme opdrætningstid.

I figur 7 er vist, indflydelsen af foderets energiindhold på foderomsætningen: kg foder pr. kg kylling. Det ses af figuren, at kyllingernes forbrug af kg foder pr. kg kylling, er stigende efter en svag S-formet kurve, med kyllingernes stigende vægt. Af tabel i, i figur 7, ses, at en forøgelse af foderets indhold af energi fra 11,5 til 12,5 eller med 8,7%, reducerer 1500 grams kyllingers foderforbrug med 0,14 kg foder pr. kg kylling eller med 7,3%.

I tabel j er vist, den vægt kyllingerne når ved et givet foderforbrug pr. kg kylling, med 12,5 MJOE pr. kg foder nåede kyllingerne en vægt på 1500 g ved en foderomsætning på 1,77 kg foder pr. kg kylling, medens de med 11,5 MJOE og med samme foderomsætning, kun nåede en vægt på 1186 g.

5.3 Indflydelsen af foderets energiindhold og dets protein/energi-forhold på slagtekyllingeproduktionens økonomiske resultat.

The influence of the energiccontent and the protein/energy ratio of the feed on the profit of the production of broiler chickens.

På grundlag af nærværende forsøgs resultater er der foretaget en opgørelse over hvilken indflydelse foderets energiindhold og dets protein/energiforhold øver på dækningsbidraget pr. kylling. I opgørelsen indgår følgende faktorer med anførte priser:

- a. Kyllingernes vægt 36 dage gamle
- b. Foderforbrug pr. kylling i 36 dage
- c. Afregningspris á 6,85 kr. pr. kg levende kylling
- d. Foder á 250 kr. pr. 100 kg uanset protein og energiindhold
- e. Daggamle kyllinger á 1,87 kr. pr. stk.
- f. Diverse 0,39 kr. pr. kylling. Denne post omfatter udgifter til varme, el, strøelse, forrentning af besætning og andet; jævnfør beretning 1982-83, Landsudvalget for Fjerkræ, side 95.

Med disse oplysninger, kan dækningsbidrag pr. kylling beregnes. Dette skal dække omkostninger til arbejdsløn, afskrivning og forrentning af driftanlæg samt producentens driftlederløn og fortjeneste. Dette dækningsbidrag er i tabel 5.3.1 benævnt dækningsbidrag I. Indgår i økonomiopgørelsen udgifter til driftanlæg, fås et mindre dækningsbidrag, dette er i tabel 5.3.1 benævnt dækningsbidrag II.

Driftsanlæggets omkostninger er beregnet til 0,604 kr. pr. kylling. Denne udgiftspost er beregnet på grundlag af omkostninger ved et aktuelt nybygget kyllingehus, beregnet til 42000 kyllinger pr. hold. Hus og inventar kostede ialt 1.480.714.- kr. kontant. Regnes med, at huset skal afskrives over 20 år og at pengene, der er sat i anlægget skal forrentes med 15% p.a., vil den årlige udgift til driftanlægget være:

Afskrivning $1.480.714/20$ = 84.036 kr.

Renter $1.480.714 \times 0,15/2$ = 111.053 kr.

Udgifter til driftanlæg ialt = 185.089 kr.

Regnes med en opdrætningstid på 36 dage + 14 dage til rengøring og tomgang medgår der 50 dage pr. hold kyllinger, og følgelig kan der opdrættes $365/50 \times 42000 = 306600$ kyllinger i dette anlæg pr. år. Udgiften til driftanlæg vil således komme til at belaste hver

kylling med 185089/306600 = 0,604 kr. pr. kylling.

Tabel 5.3.1 Protein/energiforholdets
indflydelse på dækningsbidragets størrelse
The influence of the protein/energy ratio
Table 5.3.1 on the profit per broiler chick

MJOE pr. kg foder	Protein pr. 10 MJOE, g	Dækningsbidrag pr. kylling, kr	
		I	II
11,7	155	0,78	0,18
11,6	171	0,90	0,30
11,5	187	1,00	0,40
11,4	204	1,13	0,53
12,1	141	0,72	0,11
12,1	149	0,76	0,16
11,9	174	1,31	0,70
11,8	199	1,18	0,58
12,6	142	0,85	0,25
12,5	159	1,23	0,63
12,4	182	1,39	0,79
12,2	216	1,69	1,09

Af tabel 5.3.1 ses, at dækningsbidraget stiger med foderets stigende energiindhold såvel som med dets stigende protein/energiforhold. For at kvantificere energiens og protein/energiforholdets indflydelse på dækningsbidraget, er der foretaget en multipel regressionsanalyse, hvor MJOE pr. kg foder, g protein pr. 10 MJOE samt denne variabel kvadreret, var de uafhængige variable, medens dækningsbidrag II var den afhængige variabel. Analysen resulterede i følgende ligning:

$$Y = -11,057 + 0,504X_1 + 0,0513X_2 - 0,000111X_3; R^2 = 0,92, \text{ hvor}$$

Y = Dækningsbidrag II i kr pr. kylling

Ligningens konstant = -11,057

X_1 = MJOE pr. kg foder

X_2 = g råprotein pr. 10 MJOE

$X_3 = X_2^2$

Koefficienterne til X_1 , X_2 og X_3 er signifikante på henholdsvis 99,9, 95 og 95% niveauet $R^2 = 0,92$ viser, at ligningen dækker 92% af forsøgets variationer i dækningsbidrag II.

De i tabel 5.3.1 anførte dækningsbidrag er som tidligere anført

beregnet ud fra den forudsætning, at samtlige foderblandinger, uanset deres sammensætning og energi- og proteinindhold, kostede 250 kr pr. 100 kg. I praksis vil prisen variere, omend ikke nødvendigvis i et omfang, der svarer til blandingernes reelle foderværdi.

I tabel 5.3.2 er anført foderblandingerne reelle økonomiske værdi. Denne værdi er fremkommet ved at stille det krav, at dækningsbidrag II, uanset hvilken foderblanding, kyllingerne er opdrættet på, skal være 0,46 kr pr. kylling. Da dækningsbidraget nu er fastsat som en udgift, kan det beregnes, hvor stort et beløb, der ertilbage at betale foderet med.

Beregning er foretaget efter formelen:

$$\text{Foderets værdi pr. 100 kg} = (\text{Indtægt pr. kylling} - (\text{Daggl. kylling} + \text{diverse} + \text{forrentning og afskrivning af driftanlæg} + 0,46 \text{ kr}) / \text{kg foder pr. kylling}) \times 100$$

Eksempel: $(9,720 - (1,87 + 0,39 + 0,604 + 0,46) / 2,307) \times 100 = 277,24 \text{ kr.}$

Tabel 5.3.2

Foderets økonomiske værdi

Table 5.3.2

Economical value of the diets

MJOE pr. kg foder	Råprotein pr. 10 MJOE	Foderets værdi, kr pr. 100 kg
11,7	155	238,67
11,6	171	243,67
11,5	187	247,51
11,4	204	252,69
12,1	141	235,20
12,1	149	236,91
11,9	174	259,93
11,8	199	254,60
12,6	142	240,94
12,5	159	257,40
12,4	182	263,07
12,2	216	277,24

Af tabel 5.3.2 ses, at foderets værdi stiger med dets stigende energiindhold og med dets stigende protein/energiforhold.

Regressionsanalyser viste, at indenfor de i tabel 5.3.2 afstukne rammer, var stigningen både med foderets stigende energiindhold og stigende protein/energiforhold retlineær.

En regressionsanalyse, hvor MJOE pr. kg foder og g råprotein pr.

10 MJOE, var de uafhængige variable og foderets værdi i kr pr. 100 kg, var den afhængige variable, og hvor regressionslinien, hvis intercept ikke afveg signifikant fra 0, blev tvunget gennem koordinatsystemets nulpunkt, resulterede i følgende b-værdier

$$By_{1.2} = 14,25$$

$$By_{2.1} = 0,463$$

By_{1.2} viser, at med konstant protein/energiforhold i foderet, stiger foderets værdi med 14,25 kr pr. 100 kg for hver gang foderets energiindhold øges med 1 MJOE pr. kg foder, medens By_{2.1} viser, at med konstant energiindhold i foderet stiger foderets værdi med 0,463 kr for hver gang foderets proteinindhold øges med 1 g råprotein pr. 10 MJOE. Begge koefficienter er signifikante på 99,9% niveauet. Foderets værdi kan beskrives med følgende ligning:

$$\text{Foderets værdi pr. 100 kg, kr} = 14,25X_1 + 0,463X_2, \text{ hvor}$$

$$X_1 = \text{MJOE pr. kg foder}$$

$$X_2 = \text{g råprotein pr. 10 MJOE}$$

Denne ligning kan bruges ved undersøgelse af ved hvilke energiindhold og protein/energiforhold i foderet det størst mulige dækningsbidrag vil blive opnået, idet jo billigere foderet aktuelt kan fremstilles i forhold til den beregnede ligningsværdi, desto større dækningsbidrag vil der blive opnået.

Da det muligvis er lettere, at indbygge oplysningerne om foderets økonomiske værdi i et optimeringsprogram når foderets proteinindhold opgives som procent råprotein, er der foretaget yderligere regressionsanalyser. I disse indgik som uafhængige variable MJOE pr. kg foder og procent råprotein og som den afhængige variable foderets værdi i kr pr. 100 kg som anført i tabel 5.3.2. Der blev ikke fundet kurvelineær effekt af foderets proteinindhold på foderets værdi, og de lineære regressionsanalyser viste, at regressionsligningens intercept eller konstant ikke afveg signifikant fra 0. Der blev derfor udført en regressionsanalyse, hvor regressionslinien blev tvunget gennem koordinatsystemets nulpunkt. Denne analyse resulterede i regressionskoefficienterne:

$$By_{1.2} = 13,45 \pm 0,80$$

$$By_{2.1} = 4,34 \pm 0,46$$

By_{1.2} viser, at med konstant proteinindhold stiger foderets værdi

med 13,45 kr pr. 100 kg for hver gang foderets energiindhold øges med 1 MJOE pr. kg foder og $By_{2.1}$ viser, at med konstant energiindhold stiger foderets værdi med 4,34 kr for hver gang foderets proteinindhold øges med 1 procent indenfor de af forsøget afstukne rammer. Begge koefficienter er signifikante på 99,9% niveauet.

Foderets værdi kan beskrives med ligningen:

Foderets værdi pr. 100 kg, kr = $13,45X_1 + 4,34X_2$, hvor

X_1 = MJOE pr. kg foder

X_2 = procent råprotein

Ambrosen (1984) har sammensat 3 foderblandinger til slagtekyllinger efter "liniær-mindste-pris-princippet", og har anført blandingerne energi- og proteinindhold samt deres pris. Til denne pris skal lægges prisen for mikromineraler, vitaminer, coccidiostater, andre tilsætningsstoffer, blandeomkostninger og transport, sættes prisen for disse poster til 30 kr pr. 100 kg, vil prisen for de tre foderblandinger blive som anført i tabel 5.3.3.

Tabel 5.3.3 Foderblandingerne energi- og proteinindhold samt pris

Table 5.3.3 Cost and content af energi and protein of some diets

MJOE pr. kg foder	Råprotein %	Pris pr. 100 kg,kr	Foderets værdi pr. 100 kg, kr	Difference, kr
11,56	23,7	226	258	32
12,50	23,8	249	271	22
13,00	24,4	266	281	15

Af tabel 5.3.3 ses, at foderets aktuelle pris stiger fra 226 til 266 kr pr. 100 kg eller med 40 kr pr. 100 kg ved at øge foderets energiindhold med 1,44 MJOE pr. kg foder og proteinindholdet med 0,7 procentenheder.

Beregnes foderets værdi efter regressionsligningen:

$13,45 \times \text{MJOE/kg foder} + 4,34 \times \% \text{ råprotein}$

ses af tabellen, at foderets værdi kun stiger fra 258 til 281 kr. pr. 100 kg eller med 23 kr pr. 100 kg foder. I dette tilfælde vil der pr. 100 kg foder blive opnået en ekstrafortjeneste på 32-15 = 17 kr. ved at bruge blandingen indeholdende 11,56 MJOE pr. kg

og 23,7% råprotein fremfor den, der indeholder 13,00 MJOE pr. kg foder og 24,4% råprotein.

6 KONKLUSION

Conclusion

Det kan konkluderes, at kyllingers vækst er en retliniet funktion af deres energioptagelse, og at energioptagelsen kan påvirkes gennem foderets sammensætning. Energiopptagelsen er stigende med foderets stigende protein/energiforhold - dog inden for en vis grænse.

For at opnå den størst mulige tilvækst inden for en given tid, skal kyllingerne fodres med foder, der har det protein/energiforhold, der betinger størst mulig foderoptagelse, og foderet skal være sammensat af fodermidler, der stimulerer kyllingernes ædelyst. Et sådant foder vil ikke alene give anledning til optimal tilvækst, men også resultere i bedst mulig foderomsætning udtrykt som kg foder pr. kg kylling.

Det er dog langfra sikkert, at biologisk optimale produktionsresultater vil føre til økonomisk optimale produktionsresultater, idet en øgning af foderets energiindhold eller dets proteinindhold kan være mere bekosteligt end den forøgelse af foderets økonomiske værdi, transaktionen medfører.

Af slagtekyllingeproduktionens samlede udgifter udgør foderudgiften 70-75%, det er derfor især vigtigt, at holde øje med ændringer i foderstofferne pris, og løbende justere foderblandingerne sammensætning i takt med ændringerne i noteringen for de enkelte fodermidler, således at foderblandingerne til enhver tid har den sammensætning og pris, der betinger optimale økonomiske produktionsresultater.

Det kan konkluderes, at en tilfredsstillende optimering af foderblandingerne sammensætning, set ud fra et biologisk såvel som et økonomisk synspunkt, kan ske på grundlag af foderstofferne aktuelle pris og de i Cirkulære fra Statens Foderstofkontrol 1982, bilag 4, anførte energi- og proteinindhold i foderstoffer.

7 LITTERATURLISTE

References

- Ambrosen, Thorkil (1984). Optimering af foderblandinger - september 1984 Dansk Erhvervsfjerkræ 13:360-361.
- Bælum, J og Petersen, Vagn E. (1970). Afskallet havre. Landøkonomisk Forsøgslaboratoriums årbog 176-178.
- Cirkulære fra Statens Foderstofkontrol (1982). Beregning af handelsfoderstoffernes energetiske værdi, bilag 1 og 4.
- Cirkulære fra Statens Foderstofkontrol (197). Beregning af handelsfoderstoffernes energetiske værdi, bilag
- Deaton, J.W., Mc.Naughton, J.L. and Lott, B.D. (1983). The Effect of Dietary Energy Level and Broiler Body Weight on Abdominal Fat. Poult.Sc. 62:2394-2397.
- Donaldson, W.E., Combs, G.F. and Romoser G.L. (1956). Studies on Energy Level in Poultry Rations. I The Effect of Calorie-Protein Ratio of the ration on Growth, Nutrient Utilization and Body Composition of Chicks. Poult.Sc. 35:1100-1105.
- Farrell, D.J. (1974). Effect of Dietary Energy Concentration on Utilization of Energy by Broiler Chickens and on Body Composition by Carcass Analysis and Predicted using Tritium. British Poult. Sc. 15:25-41.
- Fisher C. og Wilson, B.J. (1974). Response to Dietary Energy Concentration by Growing Chickens. Energy Requirements of Poultry 151-184, British Poultry Science Ltd., Edinburgh.
- Mabray C.J. and Waldroup P.W.(1981).The Influence of Dietary energy and Amino Acid Levels on Abdominal Fat Pad Development of the Broiler Chicken. Poult. Sci. 60:151-159.
- Nutrient Requirements of Poultry (1977). National Research Council, National Academy of Sciences, Washington, D.C.
- Pesti, G.M. (1982). Characterisation of the Response of male Broiler Chickens to Diets of Various Protein and Energy contents. British Poult. Sc. 23:527-537.
- Pesti, G.M. and Fletcher D.L. (1983). The Response of Male Broiler Chickens to Diets with Various Protein and Energy content During the Growing Phase. British Poult. Sc. 24:91-99.
- Pesti, G.M. and Smith, C.F. (1984). The Response of Growing Broiler Chickens to Dietary contents of Protein, Energy and added Fat. British Poultry Sc. 25:127-138.
- Petersen, Vagn E. og Emmans, G.C. (1965). Foderets energi- og proteinindhold. Landøkonomisk Forsøgslaboratoriums årbog 166-174.
- Petersen, Vagn E. (1969). A Comparison of the Feeding Value for Broilers of Corn, Grain Lorghun, Barley, Wheat, and Oats and the Influence of the Various Grains on the composition and Taste of Broiler Meat. Poultry Sc. 48:2006-2013.
- Petersen, Vagn E. (1970) The Protein-Energy Ratio in the Diet and its Influence on Gain, Feed Conversion and Fat Deposition in Broiler Chickens. Comunicaciones Cientificas II:1025-1031.

Congreso Mundial de Avicultura, Madrid.

- Petersen, Vagn E. (1975). Foderets energi og protein/energiforholdets indflydelse på kyllingers vækst, foderomsætning og slagteudbytte. 429. Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg.
- Petersen, Vagn E. og Thomsen, M. Gaardbo (1981). Fordøjelighedsforsøg med fjerkræ samt nogle fodermidlers fordøjelighed og indhold af omsættelig energi. 509. Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg.
- Petersen, Vagn E. og Jensen, Ole (1982). Afskallet og uafskallet sojaskrå af forskellig nationalitet. Meddelelse nr. 413, Statens Husdyrbrugsforsøg.
- Petersen, Vagn E. og Jensen, Ole (1983). Slagtekyllingers behov for linolsyre. Meddelelse nr. 493, Statens Husdyrbrugsforsøg.
- Proudfoot, F.G. and Hulan, H.W. (1978). The Interrelated Effect of Feeding Diet Combinations with Different Protein and Energy Levels to Males and Females of Commercial Broiler Genotypes. Canadian Journal of Animal Sc. 58:391-398.
- Roush, W.B. (1983). An Investigation of Protein Levels for Broiler Starter and Finisher Rations and the Time of Ration Change by Response Surface Methodology. Poult. Sc. 62:110-116.
- Sibbald I.R., Slinger, S.L. and Ashton, G.C. (1961). The Influence of Dietary Calorie. Protein Ratios on the Weight Gain and Feed Efficiency of Growing Chicks. Poult.Sc. 40:308-313.
- Waldroup, P.W., Mitchell R.J, Payne J.R and Johnson, Z.B. (1976). Characterization of the Response of Broiler Chickens to Diets Varying in Nutrient Density Content. Poult. Sc. 55:130-145.