

510. Beretning fra Statens Husdyrbrugs forsøg

Grete Thorbek og A. Chwalibog
Afdelingen for dyrefysiologi, biokemi og analytisk kemi

Tilvækst, fordøjelighed, kvælstof- og energiomsætning hos voksende kaniner målt ved forskellige foderkombinationer

Growth, digestibility, nitrogen and energy metabolism in
growing rabbits fed different feed compounds

With English Text



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

Trykt i Frederiksberg Bogtrykkeri 1981

FORORD

For at kunne planlægge og gennemføre fodringen af kaniner til kødproduktion og få den bedste udnyttelse af det anvendte foder og den bedste tilvækst må fodringsforsøg suppleres med undersøgelse af en række fysiologiske forhold. Det gælder således bestemmelse af energi- og kvælstofbalance samt fordøjeligheden af enkelte næringsstoffer.

Den foreliggende beretning beskriver resultaterne af to forsøgsserier med henholdsvis balanceforsøg og balanceforsøg kombineret med slagteundersøgelser. På initiativ af vid.ass., dyrlæge J.B. Ludvigsen og forsøgsleder, dr.agro. J. Nielsen blev forsøgene gennemført ved et samarbejde mellem afdelingen for dyrefysiologi, biokemi og analytisk kemi og avlsbiologisk afdeling, (senere afdeling for forsøg med fjerkræ og kaniner).

Forsøgsleder, dr.h.c. Grete Thorbek har haft ansvaret for forsøgenes gennemførelse og har skrevet hovedparten af beretningen, medens vid.ass. A. Chwalibog har bearbejdet de indsamlede forsøgsdata.

Det daglige forsøgsarbejde samt udtagning af prøver, slagteundersøgelser og kemiske analyser blev varetaget af assistenterne Vibeke Nielsen og H.B. Keldman Hansen, og de kalometriske analyser blev foretaget af assistent Bente Mathiasen.

Kaniner blev leveret fra kaninforsøgsstationen i Nordrup, hvorfra desuden blev leveret en del af det anvendte foder.

Assistent Helle B. Meno har opsat og renskrevet manuskriptet.

For det meget betydelige arbejde, der fra forskellig side er ydet for at gennemføre og beskrive forsøgene vil vi gerne takke alle, men navnlig forsøgsleder Grete Thorbek, der efter sin afgang fra Statens Husdyrbrugsforsøg påtog sig at skrive beretningen om forsøgene.

København, maj 1981.

P.E. Jakobsen

J. Fris Jensen

INDHOLDSFORTEGNELSE

	Side
Forord	2
1. Sammendrag	4
2. Summary	6
3. Indledning	8
4. Metoder og materialer	9
5. Resultater og diskussion	11
5.1 Foderoptagelse og vækst	11
5.2 Fordøjelighed	17
5.3 Omsættelig energi	20
5.4 Kvælstofomsætning	23
5.5 Kalcium- og fosforomsætning	26
5.6 Energiomsætning	27
6. English text	32
6.1 Introduction	32
6.2 Methods and materials	32
6.3 Feed intake and growth	33
6.4 Digestibility	34
6.5 Metabolizable energy	35
6.6 Nitrogen metabolism	36
6.7 Calcium and phosphorus metabolism	36
6.8 Energy metabolism	37
7. Litteratur	39

1. SAMMENDRAG

1. Der er i første serie gennemført et balanceforsøg over 49 døgn med 12 voksende kaniner (Hvid Land og Fransk Vædder x Hvid Land) til vurdering af foderoptagelse, tilvækst, fordøjelighed, omsættelig energi og kvælstofomsætning med anvendelse af 3 forskellige foderkombinationer. Kaninerne var ligeligt fordelt på de 3 diæter, der bestod af samme kommercielle fuldfoderblanding (A), hvortil der blev givet et ekstra tilskud af 10 g hør/dag (Diæt 1), 100 g frisk lucerne/dag (Diæt 2) eller fri adgang til kålroer (Diæt 3). I anden serie gennemførtes et kombineret balance- og slagteforsøg med 16 kaniner (Hvid Land) til vurdering af foderoptagelse, tilvækst, fordøjelighed, omsættelighed samt energiomsætning ved fodring med 2 fuldfoderblandinger uden tilsætning af grovfoder. Ved forsøgets start blev 8 kaniner aflivet og analyseret som nul-dyr, medens 8 dyr fortsatte i balanceforsøg over 63 døgn ligeligt fordelt på 2 diæter, der bestod af en kommerciel fuldfoderblanding B indeholdende 30 % græsmel (Diæt 4) og en fuldfoderblanding C med 40 % lucernemel (Diæt 5). Samtlige fuldfoderblandinger var i 6 mm piller. Ved balanceforsøgets slut blev kaninerne aflivet og analyseret.
2. Den gennemsnitlige tilvækst var 31 g/dag på Diæt 1, medens tilskud af saftfoder til samme mængde foderblanding forøgede tilvæksten til omkring 40 g/dag. På Diæt 4 og 5, der tildeltes efter ædelyst, var foderoptagelsen meget lav på foderblanding B og tilvæksten kun 22 g/dag, medens tilvæksten på foderblanding C, der blev ædt med stor begærlighed, var 35 g/dag. Den lavere gennemsnitlige daglige tilvækst i anden serie må ses på baggrund af den længere forsøgstid med deraf følgende aftagende vækstintensitet i denne serie. Sammenholdt med resultaterne fra kaninforsøgsstationen Nordrup tyder undersøgelserne på, at den største ædelyst og tilvækst er opnået, hvor energikoncentrationen har været omkring 9,0 MJ OE/kg foder.
3. Den højeste fordøjelighed og omsættelighed er opnået på Diæt 2 og 3, medens de laveste værdier er fundet på Diæt 5. Tilskud af saftfoder (Diæt 2 og 3) har forøget fordøjeligheden af træstof fra omkring 13 til henved 30 % i den samlede ration, og fordøjeligheden af energien er forøget fra 64 til 71 %.

4. Den omsættelige energi af et fodermiddel til kaniner lader sig efter disse forsøg beregne på grundlag af dets indhold af fordøjeligt organisk stof efter flg. ligning:

$$OE, \text{ kJ} = 18,7 \times \text{g fordøjeligt organisk stof. (CV} = 3,1 \text{ \%)}.$$

5. Kvælstofaflejringen steg fra 0,8 til 1,1 g N/dag på Diæt 1, medens den steg til et maximum på omkring 2,0 g N/dag for Diæt 2 og 3 ved en legemsvægt på ca. 2,6 kg.
6. Energiomsætningen, der målttes på Diæt 4 og 5, viste, at uanset diæt og foderoptagelse, var kaninernes sammensætning ved forsøgets slut meget konstant med hensyn til kvælstof- og askeindhold, der var henholdsvis 3,04 og 3,45 %, medens fedt- og energiindholdet varierede meget stærkt afhængig af den optagne energimængde.
7. Det gennemsnitlige samlede varmetab var $49,1 \pm 2,3 \%$ og $40,8 \pm 1,4 \%$ af bruttoenergien på henholdsvis Diæt 4 og 5, men med den lavere omsættelighed på Diæt 5 var energiaflejringen for de to diæter af samme størrelsesorden - henholdsvis $13,6 \pm 1,6 \%$ og $15,2 \pm 1,0 \%$ af bruttoenergien - og forskellen var ikke signifikant.
8. Forsøgene har vist, at et tilskud af saftfoder til en kommerciel fuldfoderblanding har haft en meget gunstig indflydelse på såvel tilvækst, fordøjelighed, omsættelig energi som kvælstofaflejring. Hvorvidt et sådant tilskud også vil forøge energiudnyttelsen må afgøres ved fremtidige forsøg.

2. SUMMARY

1. A balance experiment of 49 days of duration with 12 growing rabbits (Danish White and Danish Giganta x Danish White) was carried out in order to measure feed intake, growth, digestibility, metabolizability and nitrogen metabolism on 3 different feed compounds. All rabbits received the same amount of a commercial feed pellet (A) combined with a supply of 10 g hay/day (Diet 1), 100 g fresh lucerne/day (Diet 2) or swede ad lib. (Diet 3). Another balance experiment combined with slaughter analyses was carried out with 16 rabbits (Danish White) in order to measure feed intake, growth, digestibility, metabolizability and energy metabolism on 2 different feed pellets. Eight rabbits were killed and analysed as zero animals at the beginning of the experiment while 8 rabbits proceeded in a 63 days balance experiment fed on pellet B containing 30 % grass-meal or on pellet C with 40 % lucernemeal (Diet 5). At the conclusion of the experiment the rabbits were killed and analysed.
2. The mean live weight gain was 31 g/day on Diet 1 increasing to about 40 g/day on Diet 2 and 3 by adding succulent roughages to the same amount of pellet A. The feed intake, being ad lib. was low on Diet 4 and the live weight gain was only 22 g/day, while the feed intake was high and the live weight gain 35 g/day on Diet 5. The mean daily live weight gain was lower in the second exp. caused by the longer experimental time resulting in a reduction in the growth rate.
3. The highest digestibility and metabolizability were obtained on Diet 2 and 3, and the lowest values on Diet 5. Supply of succulent roughages (Diet 2 and 3) increased the digestibility of crude fibre from about 13 to 30 % with an increased digestibility of energy from 64 to 71 %.
4. Metabolizable energy in a feed compound can be estimated by the equation:

$$ME, \text{ kJ} = 18.7 \times \text{g digestible organic matter. (CV = 3.1 \%)}.$$
5. The nitrogen retention increased on Diet 1 from 0.8 to 1.1 g N/day, while a maximum of 2.0 g N/day was achieved on Diet 2 and 3 with a mean live weight of 2.6 kg.

6. The measurement of the energy metabolism on Diet 4 and 5 showed that independent of diets or feed intake the composition of the rabbits by the end of the experiment was very constant concerning nitrogen and ash, 3.04 and 3.45 %, respectively, while the fat and energy content varied largely in relation to intake of energy.
7. The total heat loss was 49.1 ± 2.3 and 40.8 ± 1.4 % of gross energy on Diet 4 and 5, respectively, but with lower metabolizability on Diet 5 the total retained energy was of the same magnitude for the two diets, 13.6 ± 1.6 and 15.2 ± 1.0 % of gross energy, respectively, and the difference was not significant.
8. It has been demonstrated that a supply of succulent roughages has improved growth, digestibility, metabolizability and nitrogen retention. It remains to be shown if such a supply will improve the utilization of energy as well.

3. INDLEDNING

I forbindelse med genopbygningen af respirationsanlæggene ved afdelingen for dyrefysiologi, biokemi og analytisk kemi i årene 1959-63 og 1967-69 blev det planlagt, at den første forsøgsrække skulle omfatte målinger af protein- og energiomsætningen hos voksende husdyr under såvidt muligt optimale vækstbetingelser. Selv om kaninproduktionen i Danmark må siges at være af et beskedent omfang, sammenlignet med den øvrige husdyrbrugsproduktion, var det naturligt - ikke mindst fra et fysiologisk synspunkt - at inddrage denne dyreart i afdelingens undersøgelser vedrørende protein- og energiomsætningen under væksten.

Det blev planlagt at gennemføre to forsøgsserier med voksende kaniner. Formålet med den første serie var at bedømme tilvækst, fordøjelighed samt kvælstof-kalcium- og fosforomsætning hos kaniner, der blev fodret med samme, kommercielle fuldfoderblanding, men med forskelligt grovfodertilskud, bestående af hø, frisk lucerne eller kålroer. Formålet med den anden serie var at bedømme tilvækst, fordøjelighed samt energiomsætning hos voksende kaniner, der blev fodret med to forskellige fuldfoderblandinger uden ekstra tilskud af grovfoder.

Da den anden forsøgsserie skulle gennemføres, var respirationsanlæggene imidlertid ikke ledige, men for at opnå en foreløbig vurdering af energiomsætningen hos kaniner blev det vedtaget at gennemføre forsøget med anvendelse af slagte-teknik.

Denne beretning, der omfatter resultaterne fra de to første forsøgsserier, tager dels sigte på at medvirke i fodringsvejledningen, og dels på at sammenligne kaniner med andre husdyrarter med henblik på, hvorledes denne dyreart for-døjer og omsætter sit foder. Set fra et fysiologisk synspunkt indtager kaniner en helt speciel stilling mellem drøvtyggere og ikke-drøvtyggere, som indgående beskrevet af Nordio-Baldissera, (1980).

4. METODER OG MATERIALER

I den første forsøgsserie indgik 8 hun-kaniner af racen Hvid Land sammen med 4 hunkaniner af krydsningen Fransk Vædder x Hvid Land, som udlåntes fra Kaninforsøgsstationen i Nordrup. Dyrene ankom til afdelingen efter fravænnning på 38. dag og indgik i forsøget ved en alder omkring 50 dage og med en gennemsnitlig legemsvægt på 1150 g. Dyrene opholdt sig i individuelle opsamlingsbure i 49 døgn, i hvilket tidsrum der blev gennemført 7 fortløbende balanceperioder à 7 døgns varighed. Gødning og urin blev opsamlet 1 gang daglig, vejlet og anbragt i dybfryser indtil kemisk analyse for hver periode.

Samtlige dyr blev fodret med en kommerciel fuldfoderblanding, pille A (6 mm), hvis sammensætning er vist i tabel 4.1. Foderet var begrænset til 70 g/dag i den første periode, stigende med 15 g/dag for hver periode til 160 g/dag i den sidste periode.

Tabel 4.1 Foderkomponenter i pille A, B og C. (g/kg)

Table 4.1 Feed components in pellet A, B and C. (g/kg)

Pille	Pellet	A	B	C
Byg	Barley	205	160	205
Havre	Oats	200	120	-
Majs	Maize	100	80	100
Hvede	Wheat	-	160	-
Hvedekliid	Wheatbran	200	-	183
Sojaskrå	Soyabeanmeal	-	40	15
Solsikkekrå	Sunflowermeal	50	-	60
Jordnødkager	Peanutmeal	10	-	-
Hørfrøexpeller	Linseedmeal	-	20	-
Tørgær	Brewers yeast, dried	-	20	-
Sildemel	Herringmeal	10	-	10
Kødbenmel	Meatbone meal	10	-	10
Skummetmælkspulver	Skim milk powder	-	25	-
Fedt, animalsk	Fat, animal	-	30	-
Lucernegrønmel	Lucernemeal	200	-	400
Grønmel	Grassmeal	-	300	-
Mineral-vitaminblanding	Mineral-vitamin mixture	15	45	17

Deklaration:

f.e./100 kg	84	91	80
Fordøjeligt råprotein, %	12	12	12
(Pepsin-saltsyreopløseligt)			

Der blev anvendt 3 grovfodertyper, således at 4 kaniner (Hvid Land) fik 10 g h /dag (Diæt 1), 4 kaniner (Krydsning) fik 100 g frisk lucerne/dag (Diæt 2), medens 4 kaniner (Hvid Land) fik kålroer efter ædelyst (Diæt 3). Dyrene  d gennemsnitligt $122 \pm 6,4$ g kålroer/dag i den første periode, stigende til $203 \pm 2,4$ g/dag i periode III, og derefter aftagende til $93 \pm 16,2$ g/dag i den sidste periode.

Det indkøbte gr sh  blev blandet, udvejet i poser til hele forsøget og opbevaret i kølerum. Ved afvejningen blev der udtaget prøver til kemisk analyse. Den friske lucerne (2. sl t, bladrig), leveret fra Statens G rde, blev omgående udvejet i plastposer til hele forsøget, samtidigt med at der blev udtaget prøver til kemisk analyse. Poserne blev opbevaret i dybfryser og udtaget 1 døgn f r fodring til optøning. K lroerne, leveret fra Nordrup, blev sk ret i tykke skiver, vejet og tildelt hver kanin, samtidigt med at der blev foretaget tørstofbestemmelse i tilsvarende skiver. Efter hvert andet døgn blev de resterende k lroestykker opsamlet og vejet; tørstofindholdet blev bestemt, og på grundlag heraf beregnedes den fortærede k lroem ngde for hver periode. Samtidigt med disse t rstofbestemmelser blev der udtaget prøver til fuldstændig kemisk analyse. Den gennemsnitlige, kemiske sammensætning af foderpille A samt de anvendte fodermidler er vist i tabel 4.2.

Tabel 4.2 Kemisk sammensætning af foderpiller og grovfoder (g/kg)
Table 4.2 Chemical composition of pellets and roughages (g/kg)

		Tør- stof	Org. stof	R�- prot.	R�- fedt	Træ- stof	NFE	Ca	P	Energi MJ/kg
		<u>DM</u>	<u>OM</u>	<u>CPR</u>	<u>EE</u>	<u>CF</u>	<u>NFE</u>	<u>Ca</u>	<u>P</u>	<u>GE</u>
Pille A	Pellet	888	823	173	36	98	516	11,2	7,8	16,62
Pille B	Pellet	903	829	151	46	126	505	-	-	16,91
Pille C	Pellet	886	820	173	35	131	480	-	-	16,69
H�	Hay	895	840	83	15	310	433	-	-	16,76
Lucerne	Lucerne	191	169	53	6	37	74	3,0	0,6	3,63
Kålroer	Swede	99	90	15	1	14	59	0,6	0,4	1,81

På tørstofbasis var tilskuddet af grovfoder aftagende fra 11 til 6 % af totalfoderet for Diæt 1, medens det aftog fra 24 til 12 % for Diæt 2 og fra 18 til 7 % for Diæt 3, hvor kaninerne fik kålroer efter ædelyst.

I den anden forsøgsserie indgik 16 hunkaniner (af racen Hvid Land) med samme alder og begyndelsesv gt som i den første serie. Ved forsøgets start aflivedes 8 kaniner, som derefter omgående blev autoklaveret, frysetørret og analyseret individuelt som nul-dyr. Med de resterende 8 dyr, der var anbragt i indivi-

duelle opsamlingsbure, blev der gennemført 9 forsøgsperioder à 7 døgn til bestemmelse af fordøjelighed og omsættelig energi i to fuldfoderblandinger, B og C. 4 kaniner fik foderpille B med 30 % grønmel (Diæt 4) i hele forsøgstiden, medens 4 dyr fik foderpille C med 40 % lucernemel (Diæt 5). Sammensætningen af de to piller er vist i tabel 4.1.

Kaninerne fik tildelt foder efter ædelyst, og de fortærede gennemsnitligt 85 g/dag af pille B i den første periode, stigende til 125 g/dag i periode IV, og derefter aftagende til 115 g/dag i den sidste periode. Ædelysten var betydeligt større hos de kaniner, der fik pille C, idet de gennemsnitligt optog 135 g/dag i den første periode, stigende til 185 g/dag i periode V, og derefter aftagende til 170 g/dag i den sidste periode.

Umiddelbart efter den sidste balanceperiode blev kaninerne vejjet, aflivet, autoklaveret, frysetørret og analyseret individuelt. De opnåede analyseresultater, sammenholdt med værdierne fra nul-dyrene, blev benyttet til vurdering af tilvækstens sammensætning og den totale energiomsætning.

Inden forsøgene startede, blev samtlige kaniner undersøgt og behandlet mod coccidiose med Amproleum 3 dage i træk, indtil udskillelsen af oocyster var ophørt. Dyrene var gennemgående sunde og raske, dog fik en kanin på Diæt 2 en svag diarré i periode V, hvorfor fodermængden blev nedsat i denne periode. På Diæt 3 var der i sidste periode spredte tilfælde af lettere diarré, hvilket medførte en nedsat ædelyst hos samtlige kaniner. På Diæt 1, 4 og 5 var der ingen tilfælde af diarré, men kanin nr. 3 på Diæt 5 viste under hele forsøget en så stærkt nedsat ædelyst, at resultaterne fra dette dyr ikke er medtaget i beregningerne.

5. RESULTATER OG DISKUSSION

5.1 Foderoptagelse og vækst

De enkelte dyrs optagelse af bruttoenergi og råprotein er registreret i samtlige perioder i den første forsøgsserie sammen med de individuelt målte værdier for omsættelig energi og fordøjeligt råprotein. De opsummerede værdier for hver Diæt er vist i tabel 5.1 sammen med de målte, gennemsnitlige tilvækster, medens selve vækstkurvens forløb fremgår af figur 5.1.

Optagelsen af bruttoenergi var praktisk taget identisk på Diæt 1 og 2, men omkring 12 % højere på Diæt 3, hvor kaninerne fik kålroer efter ædelyst.

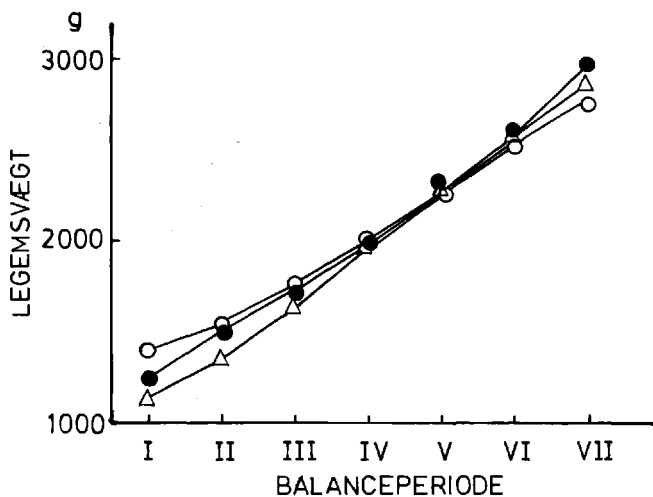


Fig. 5.1 Vækstkurver. Forsøgsserie 1. ○ Diæt 1 (Pille A + hø), ● Diæt 2 (Pille A + lucerne), ▲ Diæt 3 (Pille A + kålroer)

Fig. 5.1 Growth curves. Experiment 1. ○ Diet 1 (Pellet A + hay), ● Diet 2 (Pellet A + lucerne), ▲ Diet 3 (Pellet A + swede)

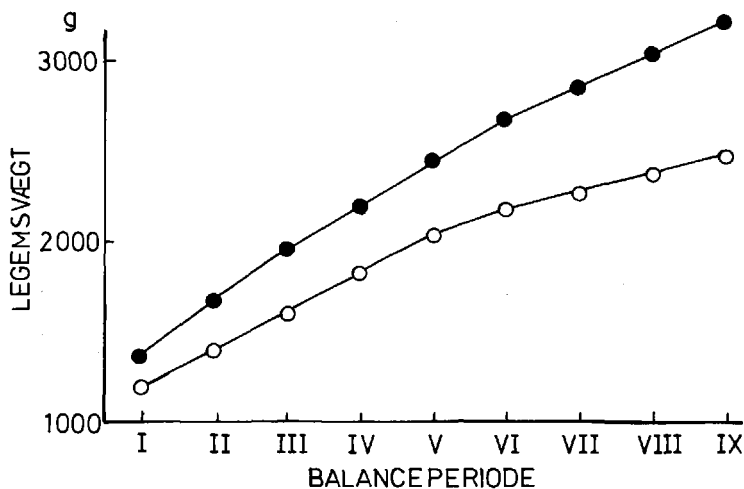


Fig. 5.2 Vækstkurver. Forsøgsserie 2. ○ Diæt 4 (Pille B), ● Diæt 5 (PilleIC)

Fig. 5.2 Growth curves. Experiment 2. ○ Diet 4 (Pellet B), ● Diet 5 (PelletIC)

Den målte omsættelige energi, som dyrene har haft til rådighed til dækning af deres energibehov til vedligeholdelse og vækst under forsøgsperioden, var 61,8 MJ på Diæt 1, 67,3 MJ på Diæt 2 og 77,7 MJ på Diæt 3. Omsætteligheden, der angiver forholdet mellem den målte omsættelige energi og den tilførte bruttoenergi, steg fra 0,61 på Diæt 1 over 0,65 på Diæt 2 til 0,68 på Diæt 3.

Tabel 5.1 Bruttoenergi, omsættelig energi, råprotein, fordøjeligt råprotein, samt legemsvægt og tilvækst, Forsøgsserie 1. Varighed 49 dage

Table 5.1 Gross energy (GE), metabolizable energy (ME), crude protein (CPR), digested crude protein (DCPR), and live weight gain. Exp. 1. 49 days of duration.

Diæt Pille Grovfoder	Diet Pellet Roughages		1 A Hø (Hay)	2 A Lucerne (Lucerne)	3 A Kålroer (Swede)
Bruttoenergi	GE	MJ	101,4	102,9	114,7
Omsættelig energi	ME	MJ	61,8	67,3	77,7
Omsættelighed	ME/GE		0,61	0,65	0,68
Råprotein	CPR	g	1008	1211	1116
Fordøjeligt råprotein	DCPR	g	778	955	845
Fordøjeligt råprotein/OE	DCPR/ME	g/10 MJ	126	142	109
Legemsvægt, start	LW, initial	g	1347	1050	1072
Legemsvægt, slut	LW, final	g	2886	3081	2987
Tilvækst, total	LW-gain	g	1539	2031	1915
Tilvækst, daglig	LW-gain/day	g	31,4	41,4	39,1

Kaninerne optog i alt henholdsvis 1008, 1211 og 1116 g råprotein på Diæt 1, 2 og 3. Med den målte fordøjelighed, som vil blive omtalt senere, svarede dette til henholdsvis 778, 955 og 845 g fordøjeligt råprotein. I relation til omsættelig energi har de tre diæter indeholdt 126, 142 og 109 g fordøjeligt råprotein pr. 10 MJ omsættelig energi, og den gennemsnitlige daglige tilvækst var henholdsvis 31,4, 41,4 og 39,1 g på Diæt 1, 2 og 3. Vækstkurven (Figur 5.1) viser et jævnt stigende forløb gennem forsøgstiden for samtlige diæter.

I den anden forsøgsserie, der omfattede 63 dage, er den tilførte foder-, energi- og proteinmængde registreret individuelt i hver periode. De samlede værdier for Diæt 4 og 5, der begge tildeltes efter ædelyst, er vist i tabel 5.2 sammen med de målte værdier for omsættelig energi, fordøjeligt råprotein og tilvækster, medens vækstkurvens forløb fremgår af figur 5.2.

Med den ringe ædelyst, som kaninerne udviste overfor Diæt 4, var den samlede foderoptagelse kun 7,1 kg mod 11,0 kg' på Diæt 5, svarende til 119 mod 184 MJ bruttoenergi. Denne forskel på 65 MJ blev imidlertid med hensyn til omsættelig energi reduceret til 28 MJ, idet Diæt 4 havde en omsættelighed på 0,63 mod 0,56 for Diæt 5, hvorved dyrene fik 75 mod 103 MJ omsættelig energi.

Kaninerne optog i alt henholdsvis 1063 og 1845 g råprotein, svarende til 761 og 1170 g fordøjeligt råprotein. I relation til den omsættelige energi svarede dette til 102 og 113 g fordøjeligt råprotein pr. 10 MJ omsættelig energi. Den gennemsnitlige, daglige tilvækst var 22,1 og 35,0 g på henholdsvis Diæt 4 og 5. Det fremgår af vækstkurvens forløb (Figur 5.2), at tilvæksten på det nærmeste har været lineær fra starten og op til periode V på Diæt 4 og op til periode VI på Diæt 5, hvad der svarer til en alder på henholdsvis 85 og 92 dage. I de senere perioder var den daglige tilvækst lavere - især for kaninerne på Diæt 4.

Tabel 5.2 Foder, bruttoenergi, omsættelig energi, råprotein, fordøjeligt råprotein, legemsvægt og tilvækst. Forsøgsserie 2. Varighed 63 dage

Table 5.2 Feed, gross energy (GE), metabolizable energy (ME), crude protein (CPR), digested crude protein (DCPR), and live weight gain.

Exp. 2. 63 days of duration

Diæt Pille	Diet Pellet		4 B	5 C
Foder	Feed	kg	7,1	11,0
Bruttoenergi	GE	MJ	119,2	184,2
Omsættelig energi	ME	MJ	74,7	103,2
Omsættelighed	ME/GE		0,63	0,56
Råprotein	CPR	g	1063	1845
Fordøjeligt råprotein	DCPR	g	761	1170
Fordøjeligt råprotein/OE	DCPR/ME	g/10 MJ	102	113
Legemsvægt, start	LW, initial	g	1113	1236
Legemsvægt, slut	LW, final	g	2503	3439
Tilvækst, total	LW-gain	g	1390	2203
Tilvækst, daglig	LW-gain/day	g	22,1	35,0

I forsøgsserie 1 opnåede kaninerne inden for aldersklassen 50 - 99 dage en gennemsnitlig, daglig tilvækst på henholdsvis 41,4 og 39,1 g på Diæt 2 og 3, hvor der til fuldfoderblandingen var givet et ekstra tilskud af lucerne eller kålroer. (Tabel 5.1). Disse tilvækster svarer til resultaterne fra afkomsprøverne ved Kaninforsøgsstationen, 1979, Jensen, (1980), hvor tilvæksten inden for aldersklassen 37 - 83 dage var 38,7 og 43,0 g/dag for henholdsvis

Hvid Land og Fransk Vædder. På Diæt 1, hvor tilskuddet var hø, var den gennemsnitlige, daglige tilvækst kun 31,4 g, hvilket må tilskrives de forskelle, der er målt med hensyn til omsættelig energi og fordøjeligt råprotein for de tre diæter, som vist i nedenstående oversigt.

kJ OE/dag g ford.råprot./dag

Diæt 1	1261	15,9
Diæt 2	1373	19,5
Diæt 3	1586	17,2

Den lave omsættelighed for Diæt 1, hvorved kaninerne kun har haft 1261 kJ omsættelig energi pr. dag til rådighed i forbindelse med 15,9 g fordøjeligt råprotein har været årsag til den lave tilvækst. Eftersom tilførslen af foderpille A har været af samme størrelsesorden for de tre Diæter, tyder forsøget på, at et tilskud af 100 g frisk lucerne/dag eller kålroer efter ædelyst til denne foderpille med 20 % lucernegrønmel har været i stand til at forøge tilvæksten ganske betydeligt.

I forsøgsserie 2, der omfattede 63 døgn, blev kaninerne fodret efter ædelyst, og de optog i gennemsnit 113 g foder/dag på Diæt 4 mod 175 g/dag på Diæt 5, og dette bevirkede en tilvækst på henholdsvis 22,1 og 35,0 g/dag. Den relativt lave tilvækst må ses på baggrund af den længere forsøgstid med den lavere tilvækst i de senere perioder. (Figur 5.2).

Resultaterne fra serie 2 er sammenlignet med de resultater, der er opnået ved de seneste forsøg her i landet, Jensen, (1980), hvor der har været anvendt varierende energi- og proteinindhold i foderpillerne, som er blevet givet efter ædelyst. For at kunne foretage en sådan vurdering er det nødvendigt, at resultaterne stammer fra sammenlignelige vækstperioder. Ved Kaninforsøgsstationen var dyrene omkring 37 dage gamle ved forsøgenes start og fra 75 til 83 dage ved afslutningen, hvor de havde en legemsvægt på fra 2,5 til 2,8 kg. Denne legemsvægt opnåede kaninerne i det her fremlagte forsøg på Diæt 5 i periode VI efter ca. 42 forsøgsdage (Figur 5.2), hvorfor der er foretaget en opgørelse af forsøgsresultaterne fra periode I til VI. De opnåede værdier er i tabel 5.3 sammenstillet med resultaterne fra Kaninforsøgsstationen for de to grupper, der viste den største daglige tilvækst - henholdsvis gruppe 1 fra forsøget med stigende energikoncentration og gruppe 5 fra forsøget med stigende proteinkoncentration.

Det skal anføres, at værdierne for omsættelig energi og fordøjeligt råprotein er bestemt eksperimentelt i forsøgsserie 2, medens de på Kaninforsøgsstationen er beregnet på sædvanlig vis på grundlag af tabeller. Foderet til gruppe

1 var beregnet til at indeholde 2080 kcal OE/kg, svarende til 8706 kJ, medens proteinindholdet var 133 g fordøjeligt råprotein (pepsin-saltsyreopløseligt) pr. 2000 kcal OE (8371 kJ), hvilket svarer til 159 g fordøjeligt råprotein /10 MJ OE. For gruppe 5 var de tilsvarende værdier 2277 kcal OE/kg eller 9530 kJ og 143 g fordøjeligt råprotein/2000 kcal OE, hvilket svarer til 171 g fordøjeligt råprotein/10 MJ OE.

Tabel 5.3 Daglig tilvækst i relation til foderoptagelse, omsættelig energi og fordøjeligt råprotein. Forsøgsserie 2, periode I-VI samt Kanin-forsøgsstationen

Table 5.3 Live weight gain in relation to feed intake, ME and DCPR.
Exp. 2, period I-VI and results from the Progeny Test Station

Diæt/gruppe	Diæt/group		Forsøgsserie 2		Forsøgsstation	
			4	5	1*)	5**)
OE/foder	ME/feed	MJ/kg	10,6	9,4	8,7	9,5
Fordøjeligt råprotein/OE	DCPR/ME	g/10 MJ	102	120	159	171
Foder	Feed	g/d	120	170	165	148
Omsættelig energi	ME	kJ/d	1263	1568	1436	1410
Fordøjeligt råprotein	DCPR	g/d	12,9	18,8	22,8	24,0
Legemsvægt, slut	LW, final	kg	2,3	2,8	2,7	2,6
Tilvækst	LW-gain	g/d	30,2	39,1	43,3	45,0

*) = Jensen, (1980). Exp. 1. Gruppe 1. Tabel 11 og 12

**) = Jensen, (1980). Exp. 2. Gruppe 5. Tabel 13 og 14

Ved den høje energikoncentration på 10,6 MJ OE/kg foder i Diæt 4 ville kaninerne fra periode I til VI i gennemsnit ikke æde mere end 120 g foder mod 170 g/dag på Diæt 5, hvor energikoncentrationen kun var 9,4 MJ OE. Dette svarer nøje til resultaterne fra Kaninforsøgsstationen i forsøget med stigende energikoncentration, hvor foderoptagelsen faldt fra 165 til 119 g/dag, når energikoncentrationen steg fra 8,7 til 10,4 MJ OE/kg foder.

Den større foderoptagelse har medført, at dyrene gennemsnitligt har haft fra 1400 til 1600 kJ omsættelig energi til rådighed pr. dag. Den samme mængde omsættelig energi er opnået ved anvendelse af Diæt 3 i forsøgsserie 1, hvor kaninerne, der havde fri adgang til kålrøer i forbindelse med en begrænset tildeling af foderpille A, fik 1586 kJ OE/dag og opnåede en gennemsnitlig daglig tilvækst på 39,1 g i aldersgruppen 50 til 99 dage. Den noget højere tilvækst, der er opnået på Kaninforsøgsstationen - 43,3 og 45,0 g - må ses på baggrund af, at disse forsøg er startet ved en alder af 38 dage, medens de her fremlagte forsøg er startet ved en alder af 50 dage.

De her refererede undersøgelser tyder på, at den største foderoptagelse og dermed den største tilvækst er opnået, hvor energikoncentrationen har været omkring 9,0 MJ OE/kg, samtidig med at proteinkoncentrationen har været fra omkring 160 til 170 g fordøjeligt råprotein pr. 10 MJ OE, som fremhævet af Jensen, (1980).

5.2 Fordøjelighed

Kaniner har et specielt udviklet fordøjelsessystem, hvorved de udskiller to typer af gødningspiller. Den ene pille er blød, vandholdig og med et stort indhold af protein, vitaminer og bakterier, medens den anden er hård med et lavt indhold af vand og næringsstoffer. Kaninerne opsnapper den bløde pille direkte fra endetarmen (koprofagi), hvorved de endnu ikke nedbrudte næringsstoffer atter gennemløber en fordøjelsesproces. Kaniner har en veludviklet blind- og tyktarm, hvor den mikrobielle nedbrydning af fodermidlernes træstof finder sted, og hvorfra de dannede flygtige syrer absorberes.

Siden 1935, hvor betydningen af koprofagi første gang blev påvist, Ghinelli, (1935), er der foretaget en lang række fysiologiske undersøgelser vedrørende kaninernes specielle fordøjelsessystem, og de senere års resultater og konklusioner er behandlet i en stor oversigtsartikel af Nordio-Baldissera, (1980), hvortil der skal henvises.

I de her fremlagte forsøg er der gennemført henholdsvis 84 og 63 individuelle fordøjelighedsforsøg i serie 1 (Diæt 1, 2 og 3) og serie 2 (Diæt 4 og 5). Da der ikke kunne påvises signifikante forskelle i fordøjelighedskvotienterne med hensyn til alder, er gennemsnitsværdierne beregnet som vist i tabel 5.4.

Tabel 5.4 Fordøjelighed af næringsstoffer og energi. (Pct.)

Table 5.4 Digestibility of nutrients and energy. (Pct.)

Diæt	Diet	1	2	3	4	5	Total pooled SD df = 142
n	n	28	28	28	36	27	
Tørstof	DM	65,9	70,2	70,8	65,8	63,0	3,25
Organisk stof	OM	67,1	71,1	72,1	66,7	63,7	3,18
Råprotein	CP	77,2	78,9	75,7	71,6	67,2	4,38
Råfedt	EE	81,0	69,0	83,8	78,7	66,7	4,77
Træstof	CF	13,7	25,8	29,0	12,8	13,5	7,33
NFE	NFE	74,9	79,6	77,6	77,8	75,9	2,67
Energi	GE	65,1	69,3	71,0	65,4	62,0	3,07

Med hensyn til de analytiske metoder skal det anføres, at fordøjeligheden af fedt er bestemt ved æterekstraktion uden forudgående saltsyrehydrolyse.

Der er foretaget en statistisk vurdering (t-test) af de fundne differencer mellem fordøjelighedskvotienterne for de forskellige diæter, og resultaterne fremgår af tabel 5.5.

Tabel 5.5 Statistisk signifikans af differencer
Table 5.5 Statistical significance of differences

Differencer	Diæt	<u>2 - 1</u>	<u>3 - 1</u>	<u>3 - 2</u>	<u>4 - 5</u>	<u>4 - 1</u>
df		54	54	54	61	62
Tørstof	DM	4,3***	4,9***	0,6 NS	2,8**	-0,1 NS
Organisk stof	OM	4,0***	5,0***	1,0 NS	3,0**	-0,4 NS
Råprotein	CP	1,7 NS	-1,5 NS	-3,2***	4,4**	-5,6***
Råfedt	EE	-12,0***	2,8**	14,8***	12,0***	-2,3*
Træstof	CF	12,1***	15,3***	3,2 NS	-0,7 NS	-1,1 NS
NFE	NFE	4,7***	2,7***	-2,0**	1,9**	2,9***
Energi	GE	4,2***	5,9***	1,7**	3,4***	0,3 NS

Fordøjelighedskvotienterne er bestemt med en nøjagtighed, der gennemgående er ringere, end hvad der er opnået i forsøg med svin, Thorbek, (1975), eller kalve, Thorbek, (1980). Den totale spredning (SD) på fordøjelighedskvotienterne for tørstof, organisk stof, NFE og energi var således for samtlige diæter omkring 3 og for råprotein og råfedt omkring 4,5, stigende til 7,3 for træstoffets vedkommende. Der er i alle undersøgelser med de forskellige dyrearter anvendt samme forsøgs- og analyseteknik, hvorved de metodiske fejl må anses for at have været af samme størrelsesorden. Den ringere nøjagtighed, der er opnået i forsøgene med kaniner, må derfor antageligt skyldes denne dyrearts specielle fordøjelsessystem med en større individuel variation med hensyn til koprofagi.

En sammenligning af de målte fordøjelighedskvotienter inden for serie 1, hvor alle kaniner fik samme tilførsel af pille A, viser, at et tilskud af frisk lucerne (Diæt 2) eller kålroer (Diæt 3) gennemgående har forøget den samlede rations fordøjelighed i forhold til et tilskud af hø (Diæt 1). Forskellene er stærkt signifikante undtagen for råproteinets vedkommende, hvor den gennemsnitlige fordøjelighedskvotient var omkring 77 %. Forholdene vedrørende fedtets fordøjelighed vil blive omtalt senere.

I serie 2 var fordøjeligheden af Diæt 4 (Pille B med 30 % græsmel) af samme størrelsesorden som for Diæt 1, hvor der til pille A med 20 % lucernemel blev givet et dagligt tilskud af 10 g hø. De laveste fordøjelighedskvotienter blev fundet på Diæt 5 (Pille C med 40 % lucernemel).

De fundne fordøjelighedskvotienter for fedt må anses for at være for høje, idet fedtindholdet i såvel foder som gødning er bestemt efter æterekstraktionsmetoden, hvilket medfører, at fordøjelighedskvotienterne for fedt bliver for høje, Thomsen, (1971). Det er muligt, at man i forsøg med kaniner bør anvende æter-HCl-æter metoden for at opnå den mest acceptable energiværdi for fedt i gødningen, således som det er vist i forsøg med kalve, Thorbek & Henckel, (1977), men dette har ikke været undersøgt.

Forsøgene tyder på, at et tilskud af saftfoder (Diæt 2 og 3) er i stand til at forøge den samlede rations fordøjelighed i forhold til diæter, hvor der er givet tilskud af hø (Diæt 1), eller hvor pillerne indeholder store mængder af græsmel (Diæt 4) eller lucernemel (Diæt 5). Den stærkt forøgede fordøjelighed af træstoffet fra omkring 13 % til henved 30 % ved tilskud af kålroer skyldes muligvis en forøgelse af blindtarmens volumen. Dette er ikke undersøgt i de her fremlagte forsøg, men Candau et al., (1979), har påvist en signifikant forøgelse af blindtarmens volumen og vægt ved at fodre med roer i forhold til lucernemel. Andre forhold som passagehastigheden spiller muligvis også en rolle, som vist bl.a. af Lebas & Laplace, (1977). Ved den forøgede fordøjelighed af træstoffet dannes en større mængde flygtige syrer, og disse synes at være resorberede, idet fordøjeligheden af energien er steget fra omkring 64 % til 71 %.

Resultaterne vedrørende foderoptagelse og vækst viste, at energikoncentrationen i pillerne antageligt bør ligge omkring 9,0 MJ OE/kg foder, da dette har givet den største foderoptagelse. Sådanne piller vil som regel have en lav fordøjelighed og omsættelighed, og det er derfor et spørgsmål, som burde undersøges, om man ikke kan forøge den samlede rations fordøjelighed og omsættelighed og dermed energiudnyttelsen ved at give kaninerne tilskud af saftfoder til foderpiller med lav energikoncentration, idet kaninernes fordøjelsessystem åbenbart fungerer bedst ved et sådant tilskud.

I henhold til deklarationen (jvf. Tabel 4.1) skulle pille B og C begge indeholde 12,0 % fordøjeligt råprotein, bestemt efter pepsin-saltsyre metoden. Forsøgene viser imidlertid, at pille B har indeholdt 10,8 % fordøjeligt råprotein, medens pille C har indeholdt 11,6 %. Den kemiske analysemetode har således i forhold til de eksperimentelt fundne værdier overvurderet indholdet af fordøjeligt råprotein med henholdsvis 11 og 3 %.

De her fundne fordøjelighedskvotienter i forsøg med voksende kaniner på Diæt 4 og 5 svarer til de resultater, der er opnået af Eriksson, (1952) og Jentsch et al., (1963) i forsøg med udvoksede kaniner, fodret med blandinger, der indeholdt 30 - 40 % hø eller græsmel.

Med tilskud af saftfoder kom kaninerne op på en fordøjelighed af energien på ca. 70 % mod 64 % for de øvrige diæter. I forsøg med voksende kalve, Thorbek, (1980), hvor der til en kraftfoderblanding blev givet tilskud af hør, kosetter eller kløvergræspiller, opnåedes en fordøjelighed af energien på henholdsvis 76, 73 og 70 %. En sammenligning mellem disse to dyrearter viser, at kaninerne ligger noget lavere end kalvene, men at det dog er muligt ved tilskud af saftfoder at hæve fordøjeligheden af energien op i nærheden af kalvenes niveau.

5.3 Omsættelig energi

Den omsættelige energi er bestemt ved foderets bruttoenergi minus energitabene i gødning, urin og metan. I de foreliggende forsøg er metanproduktionen ikke målt, men senere respirationsforsøg, Eggum et al., (1981, ikke publiceret), har vist, at metanproduktionen er så lav, at den ikke har kunnet registreres på vore anlæg. Dette betyder, at energitabet i metan er under 1 % af bruttoenergien, hvorfor dette tab ikke er taget i betragtning ved beregningen af den omsættelige energi.

Den indtagne bruttoenergi samt energitabet i gødning og urin er bestemt individuelt for samtlige kaniner igennem alle perioder, og på grundlag heraf er den omsættelige energi beregnet. Energitabene i gødning og urin i forhold til den indtagne bruttoenergi viste sig at være uafhængig af alderen, således at der har kunnet beregnes et fælles middeltal for samtlige perioder inden for hver diæt. De således beregnede værdier fremgår af tabel 5.6.

Tabel 5.6 Fordøjet energi (DE), urin energi (UE) og omsættelig energi (ME) i relation til bruttoenergi (GE), pct.

Table 5.6 Digested energy (DE), urine energy (UE) and metabolizable energy (ME) in relation to gross energy (GE), pct.

Diæt		1	2	3	4	5
n		28	28	28	36	27
Fordøjet energi	DE/GE	65,1	69,3	71,0	65,4	62,0
Urin energi	UE/GE	4,3	3,8	3,2	2,6	6,9
Omsættelig energi	ME/GE	60,8	65,5	67,8	62,7	56,1

Som det fremgår af beregningerne, har energitabet i urinen været forholdsvis lavt, hvilket indicerer, at kaninerne har været i stand til fuldt ud at udnyt-

te den absorberede kvælstofmængde. Såfremt der tilføres mere protein til dyrene end deres behov for maximal kvælstofaflejring, vil dette medføre, at det overflødige kvælstof udskilles i urinen, og derved forøges energitabet med urinen.

Omsætteligheden (ME/GE) varierer fra 56 til 68 % med den højeste omsættelighed for Diæt 2 og 3 og den laveste for Diæt 5, hvor energitabet i såvel gødning som urin har været størst. Omsætteligheden af Diæt 2 og 3, hvor der er givet tilskud af saftfoder er fuldt på højde med de værdier, der er opnået i forsøg med voksende kalve, Thorbek, (1980), hvor omsætteligheden varierede fra 57 til 69 %, afhængig af arten af det anvendte grovfoder og forholdet mellem den tilførte kraftfoder- og grovfodermængde.

I forsøgsserie 2, hvor der ikke blev givet tilskud af grovfoder, har foderet haft en konstant sammensætning gennem alle perioder. Da fodermængden er registreret individuelt og den omsættelige energi målt i samtlige perioder, vil det være muligt at vurdere, om foderets indhold af omsættelig energi har været afhængigt af kaninernes alder, og om der er større individuel variation. De beregnede værdier fremgår af tabel 5.7.

Tabel 5.7 Omsættelig energi i pille B (Diæt 4) og pille C (Diæt 5), kJ OE/kg foder

Table 5.7 Metabolizable energy in pellet B (Diet 4) and pellet C (Diet 5), kJ ME/kg feed

Diæt 4				Diæt 5			
Dyr nr.	Animal no.	kJ OE/kg		Dyr nr.	Animal no.	kJ OE/kg	
		Middel	SD			Middel	SD
5	5	10924	601	1	1	9435	444
6	6	10539	391	2	2	9318	597
7	7	10463	591	4	4	9299	491
8	8	10464	468				
$\bar{x}$		10597	534			9351	498

Der kunne for de enkelte kaniner ikke påvises nogen systematisk afhængighed af alderen med hensyn til foderets indhold af omsættelig energi, hvorfor midtallet er beregnet for samtlige 9 perioder. Variationskoefficienten (CV %) var af samme størrelsesorden for alle kaniner med en værdi omkring 5 %. Inden for de to diæter kunne der ikke påvises signifikante individuelle forskelle, således at gennemsnittet kunne beregnes til $10,60 \pm 0,53$ MJ OE/kg foder af pille B og til $9,35 \pm 0,50$ MJ OE/kg foder af pille C.

Sammenlignet med deklarationen (jvf. Tabel 4.1) fås følgende opstilling:

	<u>Pille B</u>	<u>Pille C</u>
Deklaration, f.e./kg	0,91	0,80
Forsøg, MJ OE/kg	10,60	9,35
MJ OE/f.e.	11,65	11,69
kcal OE/f.e.	2783	2793

Det fremgår heraf, at der har været god overensstemmelse mellem de beregnede relative f.e.-værdier, baseret på fordøjelseskvotienter for kvæg, og de eksperimentelt fundne værdier for omsættelig energi.

På grundlag af forsøg med udvoksede kaniner, der fik tilskud af forskellige kraftfodermidler til et basalfoder, indeholdende 30 - 40 % hø eller græsmel, har Jentsch et al., (1963), ved hjælp af en multipel regression fundet følgende sammenhæng mellem et foders indhold af omsættelig energi og dets indhold af fordøjelige næringsstoffer:

$$(1) \quad OE, kJ = 18,0 x_1 + 39,2 x_2 + 18,6 x_3 + 17,5 x_4 \quad CV = 2,1 \%$$

hvor

- $x_1 = g$ fordøjet råprotein
- $x_2 = g$ fordøjet råfedt
- $x_3 = g$ fordøjet træstof
- $x_4 = g$ fordøjet kvælstoffri ekstraktstoffer (NFE)

De her fremlagte forsøg med voksende kaniner omfatter 147 målinger vedrørende de sammenhørende værdier for omsættelig energi og mængden af fordøjede næringsstoffer, og disse værdier har været benyttet sammen med yderligere 49 målinger på voksende kaniner (ikke publiceret) til beregning af følgende multipel regression med 4 variable, som ovenstående:

$$(2) \quad OE, kJ = 17,3 x_1 + 30,5 x_2 + 29,1 x_3 + 17,7 x_4 \quad CV = 2,8 \%$$

sb = 1,1 5,8 2,6 0,6

Der er desuden foretaget en beregning med 3 variable, idet gruppen af kulhydrater er betragtet under et som:

$$x_5 = g \text{ fordøjet (træstof + NFE)}$$

hvorved regressionen får følgende form:

$$(3) \quad OE, \text{ kJ} = 17,7 \times x_1 + 20,0 \times x_2 + 18,9 \times x_5 \quad CV = 2,9 \%$$

$$sb = 1,1 \quad 5,4 \quad 0,5$$

I disse forsøg med voksende kaniner svarer de fundne regressionskoefficienter for fordøjet råprotein og NFE til de værdier, der er fundet i forsøg med udvoksede kaniner, medens koefficienterne til fedt, der er meget usikkert bestemt, afviger ganske betydeligt. Med denne usikkerhed vedrørende fedtets andel i den omsættelige energi vil det være rimeligt at undersøge, om der ikke kan opnås et tilfredsstillende estimat ved at benytte fordøjet organisk stof som basis, således som det er fundet ved andre husdyrarter.

Baseret på de 147 målinger, er der fundet følgende relation mellem omsættelig energi og fordøjet organisk stof:

$$(4) \quad OE, \text{ kJ} = 18,7 \times \text{g fordøjeligt organisk stof} \quad CV = 3,1 \%$$

$$SD = 0,59$$

Den fundne faktor på 18,7 svarer til de faktorer på 17,0, 18,4 og 20,6, der er fundet for henholdsvis kalve, svin og fjerkræ, baseret på samtlige resultater ved afdelingen indtil 1975, Thorbek et al., (1975). Den lave variationskoefficient taget i betragtning vil man - som ved de øvrige husdyrarter - kunne få et rimeligt godt skøn over et fodermiddels indhold af omsættelig energi, baseret på dets indhold af fordøjeligt organisk stof.

I fuldfoderpiller til kaniner vil fordøjeligheden af organisk stof i almindelighed ligge omkring 65 %, såfremt pillerne indeholder 30 - 40 % græs- eller lucernemel, hvorved disse pillers indhold af omsættelig energi kan beregnes på grundlag af:

$$OE, \text{ kJ} = (\text{tørstof} - \text{aske}) \times 0,65 \times 18,7$$

5.4 Kvælstofomsætning

I serie 1 gennemførtes 7 kontinuerlige balanceperioder med hver af de 3 diæter til måling af kvælstofomsætningen. Målingerne er foretaget individuelt, og med 4 kaniner på hver diæt er der således ialt gennemført 84 balanceforsøg. De målte gennemsnitlige værdier for tilført og aflejret kvælstof gennem de 7 perioder er vist i tabel 5.8.

Inden for hver periode fik alle kaniner samme mængde af foderpille A og dermed samme tilførsel af kvælstof fra denne foderkomponent. I periode I tilførtes 70 g pille/dag, stigende til 160 g/dag i periode VII, medens der var

et konstant tilskud af 10 g hør/dag eller 100 g frisk lucerne/dag for henholdsvis Diæt 1 og 2 samt fri adgang til kålrøer på Diæt 3. Kvælstoftilførslen fra foderpillen steg fra 1,94 g N/dag i periode I til 4,43 g N/dag i periode VII (jvf. Tabel 4.2, Kemisk sammensætning) og udgjorde derved i gennemsnit henholdsvis 93, 80 og 95 % af den samlede kvælstoftilførsel for Diæt 1, 2 og 3.

Tabel 5.8 Kvælstofomsætning. Tilført (IN) og aflejret (RN) kvælstof. Forsøgs-serie 1. Middel af 4 dyr i hver periode.

Table 5.8 Nitrogen metabolism. Intake of nitrogen (IN) and retained nitrogen (RN). Experiment 1. Mean of 4 animals in each period.

Diæt	Diet	1		2		3	
Pille	Pellet	A		A		A	
Grovfoder	Roughages	Hør		Lucerne		Kålrøer	
		(Hay)		(Lucerne)		(Swede)	
		IN	RN	IN	RN	IN	RN
		g/d	g/d	g/d	g/d	g/d	g/d
Periode	I	2,15	0,84	2,33	1,04	2,16	1,03
-	II	2,32	0,84	2,95	1,19	2,74	1,39
-	III	2,87	1,03	3,36	1,17	3,25	1,43
-	IV	3,28	0,99	3,95	1,55	3,76	1,59
-	V	3,69	0,97	4,27	1,51	4,43	2,03
-	VI	4,10	1,11	5,10	1,84	4,70	2,01
-	VII	4,63	1,09	5,71	1,71	4,47	1,61

Kvælstofaflejringen steg fra omkring 0,8 til 1,1 g N/dag for kaninerne på Diæt 1, medens der opnåedes et maximum på omkring 2,0 g N/dag i periode VI for Diæt 2 og 3, hvorefter kvælstofaflejringen aftog i periode VII, hvor kaninerne vejede omkring 2,9 kg. Kvælstofaflejringen i relation til legemsvægten er vist i Figur 5.3. Den lave kvælstofaflejring, der er fundet på Diæt 1, svarer til den lave tilvækst på gennemsnitlig 31 g/dag for denne diæt, medens kaninerne på Diæt 2 og 3 - med den store kvælstofaflejring - havde en tilvækst på omkring 40 g/dag (jvf. Tabel 5.1).

Det skal understreges, at kvælstofaflejringen ikke direkte kan omregnes til protein eller energi aflejret i protein, idet en væsentlig kvælstofmængde findes i pelsen, og denne er ikke bestemt i de her fremlagte forsøg.

Ved en legemsvægt på ca. 2 kg er der fundet en kvælstofaflejring på omkring 1,6 g N/dag for Diæt 2 og 3, hvilket svarer til de værdier, der er fundet af Rigoni et al., (1980), i forsøg med kaniner af samme legemsvægt, fodret med foderpiller, der indeholdt 20 % sojaskrå.

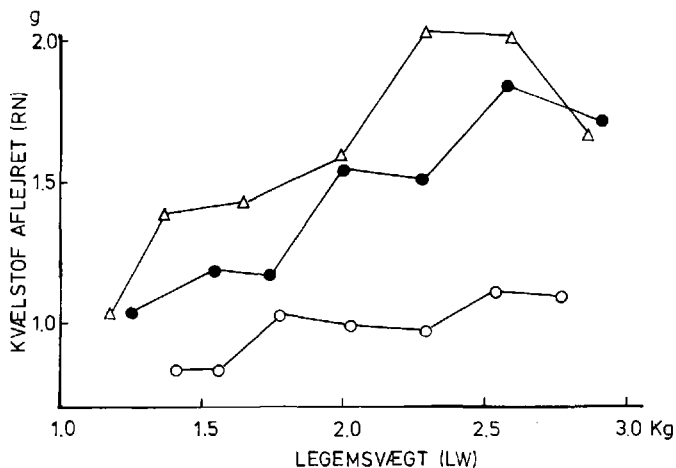


Fig. 5.3 Kvalstofaflejring i forhold til legesvægten. ○ Diæt 1, ● Diæt 2, ▲ Diæt 3.

Fig. 5.3 Nitrogen retention in relation to live weight. ○ Diet 1, ● Diet 2 ▲ Diet 3.

Den gennemsnitlige udnyttelse af det tilførte kvælstof (RN/IN) er beregnet for Diæt 2 og 3 fra periode I til VI, hvor kvælstofaflejringen var jævnt stigende. De fundne værdier var henholdsvis $38,4 \pm 3,74 \%$ og $45,6 \pm 3,22 \%$ for Diæt 2 og 3, men med den store spredning på middeltallet var forskellen ikke signifikant.

Ved en legesvægt omkring 2,5 kg opnåedes en aflejring på 2,0 g N/dag ved at give energitilskud i form af kålroer til pille A, der indeholdt 8 % protein-fodermidler + 20 % lucernemel. Hvorvidt der med denne diæt er opnået en kurve for maximal kvælstofaflejring, kan ikke afgøres på grundlag af disse forsøg, men kræver fortsatte undersøgelser.

Som tidligere fremhævet har tilskud af saftfoder i forhold til hø forøget såvel tilvækst som fordøjelighed og omsættelighed, og disse resultater vedrørende kvælstofaflejringen viser ligeledes en ganske betydelig positiv effekt ved at anvende saftfoder som tilskud til foderpiller til kaniner.

I betragtning af, at kaniner kan producere kød på grundlag af hjemmeavlede fodermidler, der for en stor del ikke anvendes i den humane ernæring, var det - med en eventuel kødeksport for øje - nok værd at overveje, om der ikke burde gennemføres yderligere forsøg til vurdering af optimale foderkombinationer mellem foderpiller og de bedst egnede grovfodermidler.

5.5 Kalcium- og fosforomsætning

I serie 1 blev der med Diæt 2 og 3 foretaget nogle orienterende undersøgelser vedrørende kalcium- og fosforomsætningen. Målingerne er foretaget individuelt gennem de 7 balanceperioder med 4 kaniner på hver diæt, og de gennemsnitlige værdier for tilført og aflejret kalcium og fosfor fremgår af Tabel 5.9 og 5.10.

Kalciumtilførslen var jævnt stigende fra omkring 1,0 til 2,1 g for Diæt 2 og 3, medens fosfortilførslen steg fra 0,4 til 1,2 g for Diæt 2 og fra 0,6 til 1,4 g/dag for Diæt 3. Det gennemsnitlige Ca/P forhold i foderet var $1,82 \pm 0,11$ for Diæt 2 og $1,46 \pm 0,07$ for Diæt 3.

Tabel 5.9 Kalciumomsætning. Tilført (ICa) og aflejret (RCa) kalcium. Middel af 4 dyr i hver periode

Table 5.9 Calcium metabolism. Intake of Ca (ICa) and retained Ca (RCa). Mean of 4 animals in each period.

Diæt	Diet	2			3		
		ICa g/d	RCa g/d	RCa/RP	ICa g/d	RCa g/d	RCa/RP
Periode	I	0,85	0,45	2,25	0,95	0,43	1,87
-	II	1,08	0,48	2,53	1,14	0,48	1,71
-	III	1,24	0,45	2,65	1,38	0,52	1,93
-	IV	1,45	0,61	2,35	1,68	0,75	2,42
-	V	1,58	0,66	2,64	1,90	0,77	2,14
-	VI	1,88	0,82	2,41	-	-	-
-	VII	2,11	0,67	2,68	2,08	0,74	2,11

Undersøgelserne viste, at kalciumaflejringen steg fra omkring 0,4 g Ca/dag i periode I til 0,8 g Ca/dag i periode VI, hvorefter der var en aftagende tendens for begge diæter. Da stigningen i kalciumtilførslen har været større end stigningen i aflejringen, hvorved udnyttelsesgraden (RCa/ICa) falder fra omkring 50 til 35 %, tyder dette på, at kalciumtilførslen har været fuldt ud tilstrækkelig, og at aflejringen har været nær maximum i disse forsøg.

Fosforaflejringen fulgte samme model som kalciumaflejringen med en stigning fra periode I til VI og derefter et fald. Fosforaflejringen var størst for Diæt 3, hvilket hænger sammen med, at en del af fosforaflejringen er knyttet til kvælstofaflejringen, og denne var størst på Diæt 3. (jvf. Tabel 5.8).

Udnyttelsesgraden (RP/IP) var aftagende fra 48 til 20 % for Diæt 2 og fra 36 til 25 % for Diæt 3, hvilket tyder på, at aflejringen af fosfor har været nær det maximale.

Tabel 5.10 Fosforomsætning. Tilført (IP) og aflejret (RP) fosfor. Middel af 4 dyr i hver periode.

Table 5.10 Phosphorus metabolism. Intake of P (IP) and retained P (RP). Mean of 4 animals in each period.

Periode	Diæt	2		3	
		IP g/d	RP g/d	IP g/d	RP g/d
I	I	0,42	0,20	0,64	0,23
-	II	0,57	0,19	0,78	0,28
-	III	0,67	0,17	0,96	0,27
-	IV	0,81	0,26	1,11	0,31
-	V	0,89	0,25	1,26	0,36
-	VI	1,09	0,34	1,49	0,45
-	VII	1,23	0,25	1,41	0,35

Med den stort set identiske kalciumaflejring på Diæt 2 og 3, men med den større fosforaflejring på Diæt 3 i forhold til Diæt 2, er forholdet mellem aflejret kalcium og fosfor (jvf. Tabel 5.9) størst for Diæt 2 med en gennemsnitlig værdi på $2,50 \pm 0,17$ mod $2,03 \pm 0,25$ for Diæt 3, og forskellen er signifikant, ($P < 0,01$). Hvorvidt foderets Ca/P forhold, der var størst for Diæt 2 (1,82 mod 1,46), har påvirket Ca/P forholdet i aflejringen, og hvad der må anses for optimalt, kan ikke afgøres på grundlag af disse orienterende undersøgelser.

5.6 Energiomsætning

Ved hjælp af slagteteknik er energiomsætningen målt individuelt i serie 2, hvor kaninerne i 63 dage blev fodret efter ædelyst med Diæt 4 eller 5. Serien omfattede 16 hunkaniner (Hvid Land), delt i 2 hold à 8 dyr med samme afstamning, alder og gennemsnitlig legemsvægt. Dyrene i det ene hold blev ved forsøgets start ved en gennemsnitlig alder af 51 dage aflivet, autoklaveret, frysetørret og analyseret som nul-dyr. De øvrige 8 dyr blev efter 63 forsøgsdage aflivet og analyseret individuelt efter samme teknik. Som tidligere anført viste kanin nr. 3 på Diæt 5 en så ringe ædelyst, at resultaterne fra dette dyr ikke er medtaget i beregningerne. Den individuelle sammensætning af de 8 kaniner, der indgik som nul-dyr, er vist i Tabel 5.11. Det fremgår af denne tabel, at variationskoefficienten var under 5 % med hensyn til indholdet af tørstof, kvælstof og energi, hvorimod den var større (11 - 12 %) for fedt og aske. Hvorvidt denne større variation skyldes en virkelig variation mellem

dyrene eller må henføres til større usikkerhed ved prøveudtagning og kemisk analyse kan ikke afgøres her.

Tabel 5.11 Legemsvægt, kemisk sammensætning og energiindhold i kaniner, indgået som nul-dyr.

Table 5.11 Live weight, chemical composition and energy content in rabbits used as zero animals.

Dyr Anim. No.	Vægt LW g	Tørstof DM %	Kvælstof N %	Fedt EE %	Aske Ash %	Energi Energy kJ/kg
444	974	28,80	2,87	5,97	3,43	6711
447	967	28,19	2,95	5,07	3,40	6431
690	1134	30,43	3,07	6,86	3,44	7259
696	1091	29,37	3,14	6,51	3,39	6962
705	1119	28,65	2,87	7,50	2,54	7266
706	1287	29,39	2,86	6,48	2,81	7439
717	937	27,38	2,95	6,56	2,69	6760
728	1115	26,63	2,75	6,40	3,30	6808
$\bar{x}$	1078	28,61	2,93	6,42	3,13	6955
SD	115	1,20	0,12	0,70	0,38	342

Som tidligere omtalt viste kaninerne kun ringe ædelyst overfor Diæt 4 i forhold til Diæt 5, og det fremgår af Tabel 5.12, der viser den individuelle sammensætning af kaniner efter 63 forsøgsdage på henholdsvis Diæt 4 og 5, at der samtidig var en stor individuel variation i foderoptagelse og slutvægt for kaninerne på denne diæt.

Selv om disse målinger kun omfatter 7 kaniner ialt, er der en klar tendens, der viser, at uanset diæt og foderoptagelse, var sammensætningen meget konstant med hensyn til kvælstof- og askeindholdet. Derimod er der en betydelig variation med hensyn til fedt- og energiindholdet, afhængigt af hvor meget de enkelte dyr har ædt af de respektive diæter.

Sammenlignet med nul-dyrene ses det, at sammensætningen nærmest er konstant vedrørende kvælstof- og askeindholdet efter de 63 foderdage, medens tørstof-, fedt- og energiindholdet er steget ganske betydeligt, således som det er kendt fra andre dyrearter.

Balancedyrenes totale indhold af næringsstoffer og energi ved forsøgets start er beregnet på grundlag af nul-dyrenes sammensætning og balancedyrenes legemsvægt, medens slutindholdet er baseret på slagteundersøgelserne (jvf. Tabel 5.12). Den totale tilvækst for de enkelte kaniner og den samlede forøgel-

se af de kemiske komponenter samt energi er derefter beregnet, og resultaterne er vist i Tabel 5.13.

Tabel 5.12 Foderoptagelse, legemsvægt samt kemisk sammensætning og energiindhold i kaniner efter 63 forsøgsdage.

Table 5.12 Feed intake, live weight, chemical composition and energy content in rabbits after 63 days in experiment.

<u>Diæt 4</u>							
Dyr Anm. No.	Foder Feed kg	Vægt LW g	Tørstof DM %	Kvælstof N %	Fedt EE %	Aske Ash %	Energi Energy kJ/kg
5	6,8	2438	35,00	2,99	11,68	-	9018
6	8,4	2751	40,13	3,01	16,56	3,84	10956
7	5,7	2159	33,77	2,98	11,39	3,36	8779
8	7,5	2665	35,44	3,16	13,07	3,23	9524
$\bar{x}$	7,1	2503	36,09	3,04	13,18	3,48	9569
SD	1,1	265	2,79	0,08	2,37	0,32	975

<u>Diæt 5</u>							
1	10,4	3415	36,80	3,07	14,03	3,41	10083
2	11,0	3473	38,59	3,03	15,48	3,45	10446
4	11,7	3428	41,11	3,01	17,78	-	11781
$\bar{x}$	11,0	3439	38,83	3,04	15,76	3,43	10770
SD	0,7	30	2,17	0,03	1,89	-	894

Tabel 5.13 Total tilvækst samt forøgelse af kemiske komponenter og energi efter 63 forsøgsdage.

Table 5.13 Total live weight gain and increment of chemical components and energy after 63 days in experiment.

<u>Diæt 4</u>						
Dyr Anim. No.	Vægt Δ LW g	Tørstof Δ DM g	Kvælstof Δ N g	Fedt Δ EE g	Aske Δ Ash g	Energi Δ Energy kJ
5	1292	525	39,3	211	-	14016
6	1637	785	50,2	384	70,7	22392
7	1178	449	35,6	183	41,8	12131
8	1457	598	48,8	271	48,3	16979

<u>Diæt 5</u>						
1	2045	865	64,7	391	73,6	24905
2	2227	984	68,7	458	80,8	27613
4	2193	1056	67,0	530	-	31796

Den forøgede foderoptagelse på Diæt 5 i forhold til Diæt 4 har som tidligere omtalt forøget tilvæksten, og samtidig er der sket en forøgelse af de kemiske komponenter og energiindholdet, som vist i tabel 5.13.

Disse observationer fra slagteundersøgelserne vedrørende kvælstof-, fedt- og energiaflejrning svarer til de erfaringer, der foreligger fra omfattende balanceforsøg med andre dyrearter, hvor det har vist sig, at kvælstofaflejringen kun kan nå en vis maximal størrelse, afhængig af dyrets legemsvægt (alder). Aflejringen kan beskrives ved en kvadratisk funktion i relation til metabolisk legemsvægt, Thorbek, (1980 b), hvilket vil sige, at der inden for en given legemsvægtgruppe kun kan forventes en mindre variation i tilvækstens kvælstofindhold, såfremt foderet har indeholdt tilstrækkeligt protein og energi til opnåelse af maximal kvælstofaflejring. I modsætning hertil er fedt- og energiaflejrningen en retlinet funktion af den indtagne energimængde, hvorfor der kan forventes en større variation inden for disse parametre, såfremt foderoptagelsen har varieret, som det har været tilfældet i disse forsøg med kaniner.

Den samlede energiomsætning for de enkelte kaniner er beregnet, dels på grundlag af de kontinuerlige balanceperioder, hvor energitilførslen blev registreret, medens den omsættelige energi blev målt, og dels på grundlag af slagteforsøgene, hvor den samlede energiaflejrning blev målt, (jvf. Tabel 5.13). På grundlag af værdierne for omsættelig energi og aflejret energi er det samlede varmetab beregnet som differens mellem disse to størrelser. Den således beregnede energiomsætning er vist i Tabel 5.14.

Med den varierende foderoptagelse er der stor variation i de absolutte værdier for omsættelig energi, varmetab og aflejret energi, men i relation til bruttoenergien er værdierne ret konstante inden for diæterne. Som tidligere omtalt er omsætteligheden (ME/GE) lavere for Diæt 5 end for Diæt 4, og forskellen er stærkt signifikant, ($P < 0,001$), men da det samlede varmetab er lavest for Diæt 5, ($P < 0,01$), er energiaflejrningen i forhold til bruttoenergien af samme størrelsesorden - henholdsvis 13,6 og 15,2 % - for Diæt 4 og 5, og forskellen er ikke signifikant.

I relation til den omsættelige energi var den aflejrte energi henholdsvis 21,7 og 27,2 % for Diæt 4 og 5, og forskellen var signifikant, ($P < 0,05$). Forsøgene tyder således på, at kaninerne på Diæt 5 var i stand til at udnytte den omsættelige energi noget bedre end på Diæt 4, men med det ret spinkle forsøgsmateriale kan der ikke drages nogen endelig slutning.

På Diæt 5 var der et varmetab på 40,8 % af bruttoenergien, hvilket svarer til værdier, fundet af Rigoni et al., (1980), i respirationsforsøg med kaniner,

men på grund af en højere omsættelighed var den aflejrede energi omkring 27 % af bruttoenergien, hvilket er højere, end fundet i disse slagteforsøg.

Tabel 5.14 Samlet energiomsætning, bestemt ved bruttoenergi (GE), omsættelig energi (ME), varmetab (HE) og aflejret energi (RE).

Table 5.14 Total energy metabolism measured as gross energy (GE), metabolizable energy (ME), heat loss (HE) and retained energy (RE).

Diæt 4

Dyr Anim. No.	GE MJ	ME MJ	ME/GE %	HE MJ	HE/GE %	RE MJ	RE/GE %	RE/ME %
5	114,6	73,7	64,3	59,7	52,1	14,0	12,2	19,0
6	141,2	88,1	62,4	65,7	46,5	22,4	15,9	25,4
7	95,4	59,1	62,0	47,0	49,2	12,1	12,7	20,5
8	125,5	77,9	62,0	60,9	48,5	17,0	13,5	21,8
$\bar{x}$			62,7		49,1		13,6	21,7
SD			1,1		2,3		1,6	2,7

Diæt 5

1	172,9	97,7	56,5	72,7	42,1	24,9	14,4	25,5
2	184,2	103,1	56,0	75,5	41,0	27,6	15,0	26,8
4	195,6	108,9	55,7	77,1	39,4	31,8	16,3	29,2
$\bar{x}$			56,1		40,8		15,2	27,2
SD			0,4		1,4		1,0	1,9

I sammenligning med voksende kalve, Thorbek, (1980), med et varmetab på omkring 47 % og en energiaflejrning på 16 % af bruttoenergien inden for vægtklasse 100 - 275 kg, viser disse orienterende undersøgelser over energiomsætningen, at kaniner ligger inden for samme område som kalve. Som tidligere fremhævet har et tilskud af saftfoder forbedret tilvækst, fordøjelighed og kvælstofaflejring, og den mulighed foreligger, at et sådant tilskud også vil forøge energiaflejrningen, men dette må afgøres ved fremtidige forsøg.

6. ENGLISH TEXT

6.1 Introduction

When the rebuilding of the respiration units at the National Institute of Animal Science, Copenhagen, was started in 1959 it was planned to conduct a series of trials to measure the protein and energy metabolism in growing farm animals. Although the meat production from rabbits must be considered to be of minor interest in Danish agriculture, it was decided that this species, especially from a physiological point of view, should be included in the investigation.

Two series were planned, one as a balance experiment in which a commercial pellet was fed together with different sources of roughages and another in which two different pellets without supply of roughages were compared. By the time the second experiment should start the respiration unit was not accessible, and therefore the slaughter technique was applied to get some preliminary information concerning the energy metabolism in rabbits.

6.2 Materials and methods

The first series included 12 female rabbits, 8 Danish White and 4 Danish Giganta x Danish White, with a mean initial live weight of 1150 g by an age of about 50 days. The animals were kept in individual metabolic crates and 7 consecutive balance periods, each consisting of 7 days, were carried out. Faeces and urine were collected once a day, weighed and stored in a deep freezer until the chemical analyses took place. A commercial feed compound (Pellet A) with a composition as shown in table 4.1 were fed to all rabbits. The intake was restricted to 70 g/day in period I increasing with 15 g/day for each balance period to 160 g/day in the last period. Four rabbits received a supply of 10 g hay/day (Diet 1), and 4 animals were supplied with 100 g fresh lucerne/day (Diet 2) while 4 animals were fed swede ad lib. (Diet 3). The mean intake of swede was registered to be 122 ± 6.4 g/day in period I, increasing to 203 ± 2.4 g/day in period III and then decreasing to 93 ± 16.2 g/day in the last period. The chemical composition of pellet A and the roughages applied is shown in Table 4.2

The second series included 16 female rabbits (Danish White) with the same initial live weight and age as in the first series. Eight animals were killed, autoclaved, freeze dried, and analysed as zero-animals. The remaining 8 rabbits were kept in individual metabolic crates for 63 days in which 9 consecutive balance periods were carried out. Four rabbits received a commercial feed compound, pellet B, with 30 % grassmeal (Diet 4) while 4 animals were fed a pellet C with 40 % lucernemeal (Diet 5). Both pellets were fed ad lib. and on pellet B the mean intake was 85 g/day in the first period, increasing to 125 g/day in period IV and then decreasing to 115 g/day in the last period. On pellet C the corresponding values were 135 g/day increasing to 185 g/day in period V and then decreasing to 170 g/day in period IX. The components in the two pellets are shown in table 4.1 and the chemical composition in table 4.2. After 63 days in the experiment the rabbits were killed, autoclaved, freeze dried and analysed individually.

All rabbits in the two series were treated with Amproleum against coccidiosis before the experiments started. A slight diarrhoea was observed in one rabbit on Diet 2 in period V and from the rabbits on diet 3 in the last period. No diarrhoea was observed on Diet 1, 4 or 5, but one rabbit - No. 3 on Diet 5 - had such a low feed intake during the whole experiment that the results are omitted.

6.3 Feed intake and growth

The intake of gross energy (GE) and crude protein (CPR) were registered individually for all balance periods. The summarized values for each series are shown in table 5.1 and 5.2 together with the measured values for metabolizable energy (ME), digested crude protein (DCPR), and live weight gain. The growth curves are demonstrated in figure 5.1 and 5.2.

In the first series the intake of GE was nearly identical on Diet 1 and 2 with the restricted feed intake, but about 12 % higher on Diet 3 with free access to swede. The measured values of ME were 61.8, 67.3, and 77.7 MJ for the whole period on Diet 1, 2, and 3, respectively. The intake of pellet A was identical for all diets but adding hay, lucerne or swede to the pellets influenced the metabolizability (ME/GE) of the diets giving values of 0.61, 0.65 and 0.68, respectively. The low figures of 1261 kJ ME/day and 15.9 g DCPR/day for the rabbits on Diet 1 might have caused the low live weight gain of 31.4 g/day compared with values about 40 g/day on Diets 2 and 3.

In the second series in which the rabbits were fed ad lib. the total intake was only 7.1 kg of pellet B (Diet 4) compared with 11.0 kg of pellet C (Diet 5) causing a mean live weight gain of 22.1 and 35.0 g/day, respectively. Compared with the results from the first series the values for live weight gain are low caused by the longer experimental time in which the growth curves indicate a lower live weight gain by the older rabbits (Figure 5.2).

The results obtained in series 2 have been compared with results from the Danish Progeny Test Station, 1979, Jensen, (1980) in which the optimum relationship between protein and energy has been investigated with rabbits in the live weight group from 1.0 to 2.8 kg. In order to obtain comparable values, the results from series 2 have been recalculated from period I to VI as the rabbits on Diet 5 reached a live weight of 2.8 kg in period VI (Figure 5.2). The results are compared in table 5.3 with the results obtained by Jensen, (1980) for group 1 and 5 in which the highest live weight gain was measured, respectively, on increasing energy or protein concentration. All rabbits were fed ad lib. and the feed intake seems to be closely related to the energy concentration, with a maximum intake of about 170 g/day by an energy concentration of about 9.0 MJ ME/kg feed, corresponding to 1400 - 1600 kJ ME/day. The somewhat lower live weight gain on Diet 5 compared with group 1 and 5 might be caused by difference of initial age being 50 and 38 days, respectively, or the lower proteinconcentration of 120 g DCPR/10 MJ ME. The results indicate that the rabbits are able to utilize a proteinconcentration from 160 to 170 g digestible crude protein/10 MJ ME, as concluded by Jensen, (1980).

6.4 Digestibility

Individual digestibility experiments were carried out in all periods with a total of 84 experiments in series 1 and 63 in series 2. With no significant influence of age on the coefficients of digestibility, the values have been pooled for each diet as shown in Table 5.4 together with the total pooled SD for each determination. By means of t-tests the significance of the differences between the diets have been determined and the results are given in Table 5.5.

The accuracy in measuring the digestibility in experiments with rabbits is lower than obtained from experiments with other species as pigs, Thorbek, (1975) or calves, Thorbek, (1980). For dry matter, organic matter, NFE and energy the pooled SD was about 3, and for crude protein and crude fat (ether extra , 4.5 increasing to 7.3 for crude fibre. With the same technique and

analytical methods in all investigations the systematic errors are considered to be of the same magnitude which indicates that the lower accuracy in experiments with rabbits may be caused by a greater individual variation, probably regarding coprophagy.

In series 1, with all rabbits receiving the same amount of pellet A, a supply of succulent roughages as fresh lucerne (Diet 2) or swede (Diet 3) has caused, in most cases, an increment of the digestibility compared with Diet 1 where hay was supplied. The digestibility of crude fibre increased from about 14 to 29 % for Diet 3 and the digested energy increased from 65 to 71 %. The increment by using succulent roughages compared with hay may be caused by an increased volume of the caecum as found by Candau et al., (1979), or a change in the transit time of the digestive fluid, Lebas & Laplace, (1977).

The digestibility of energy found in experiments with rabbits is below the values from 70 to 76 % obtained in experiments with calves, Thorbek, (1980), but using succulent roughages to rabbits has brought the digestibility coefficient up to 70 %.

6.5 Metabolizable energy

The values for digested energy, energy loss in urine and metabolizable energy for all diets are demonstrated in Table 5.6. The energy losses in urine are in most cases below 5 %, indicating that the animals have been able to utilize the digested protein to a high degree. The metabolizability (ME/GE) varied from 56 to 68 %, with the highest values for Diet 2 and 3, being of the same magnitude as obtained in experiments with calves, Thorbek, (1980).

On Diet 4 or 5, with no supply of roughages, the composition of the diets was constant during the experimental time and the data have been used to calculate the individual figures for metabolizable energy in the two diets. No significant influence by age was found and the mean values have been calculated as shown in Table 5.7. The individual differences were not significant, and the mean values were calculated to be 10.60 ± 0.53 MJ, ME/kg of pellet B and 9.35 ± 0.50 MJ, ME/kg of pellet C.

The data from the 147 balance experiments presented here together with 49 other measurements on growing rabbits (not published) have been used to establish an equation for estimation of the content of metabolizable energy in feed compounds based on the amount of digested nutrients. A multiple regression with 4 variable has been calculated as shown in equation (2) based on digested crude protein (x_1), crude fat (x_2), crude fibre (x_3) and NFE (x_4).

Another regression based on 3 variable with $(x_3 + x_4) = x_5$ has been calculated as shown in equation (3). Compared with results from experiments with adult rabbits, Jentsch et al., (1963), equation (1), a good accordance is found concerning the regression coefficients for crude protein and NFE, being the main contributors of ME, while the coefficient for fat, determined with a low accuracy, is unacceptable. Finally an attempt for estimation of ME was made by using the relation between ME and the amount of digested organic matter. A factor of 18.7 was found with a CV of 3.1 % (4), being near the accuracy obtained by using multiple regression.

6.6 Nitrogen metabolism

The nitrogen metabolism was measured individually in 7 consecutive balance periods for each diet in series 1. The mean values of intake (IN) and retained nitrogen (RN) are shown in Table 5.8.

The intake of pellet A was 70 g/day for all rabbits in period I increasing to 160 g/day in period VII. With a supply of 10 g hay/day, 100 g fresh lucerne/day or swedes ad lib. in Diet 1, 2 and 3, respectively, the mean intake of nitrogen from the pellet varied from 93, 80 to 95 % of the total intake for the 3 diets in question, (cf. Table 4.2).

The nitrogen retention increased from 0.8 to 1.1 g N/day for Diet 1, while a maximum of 2.0 g N/day was obtained with Diet 2 and 3 in period VI, where the rabbits had a mean live weight of about 2.6 kg, and then it declined in the following period, (Fig. 5.3). The nitrogen retention corresponds with the low live weight gain of 31 g/day found on Diet 1 and the higher live weight gain of about 40 g/day on Diet 2 and 3, (cf. Table 5.1).

The utilization of the nitrogen (RN/IN) from period I to VI on Diet 2 and 3 in which the nitrogen retention increased linearly was 38.4 ± 3.74 and 45.6 ± 3.22 %, but the difference was not significant.

Supply of succulent roughages as on Diet 2 and 3 has strongly increased the nitrogen retention compared with addition of hay, which is in accordance with the results obtained concerning live weight gain, digestibility and metabolizability.

6.7 Calcium and phosphorus metabolism

A preliminary investigation concerning the calcium and phosphorus metabolism has been carried out with Diet 2 and 3 and the results are shown in Table 5.9 and 5.10.

The retention of calcium and phosphorus increased on both diets from period I to VI, and then it decreased in the last period, with the rabbits reaching a more adult state.

The increment of the intake of Ca and P was higher than the increment of the retention, thereby the utilization of calcium and phosphorus (RCa/ICa and RP/IP) decreased from about 50 to 25 %, indicating that values near maximum retention must have been obtained in this preliminary investigation.

6.8 Energy metabolism

A slaughter experiment was carried out in series 2 in which 4 rabbits were fed either on Diet 4 or 5 for 63 days and then killed and analysed. Eight rabbits of the same race, age and live weight, used as zero animals, were killed and analysed at the beginning of the experiment. Rabbit No. 3 on Diet 5 had such a low feed intake during the whole experimental time, that the results from this rabbit are omitted. The data concerning the zero animals are shown in Table 5.11 together with the mean values. The coefficient of variation was below 5 % concerning dry matter, nitrogen and energy while the variation was about 11 % for fat and ash.

The composition of the rabbits after conclusion of the feeding experiment is demonstrated in Table 5.12. A great individual variation in feed intake and final live weight was observed, especially on Diet 4, but independent of diets and feed intake the composition, regarding nitrogen and ash, was very constant, while the fat and energy content varied in relation to feed intake.

By using the individual initial live weight and the mean values from the zero animals, the composition of the rabbits at the start of the experiment has been calculated. Compared with the final composition the total increment has been calculated and the figures appear in Table 5.13. The results from the slaughter experiment indicate, as found in balance experiments with other species, Thorbek, (1975, 1980 a, 1980 b) that nitrogen retention, on sufficient intake of nitrogen and energy, can only reach a certain level, depending on live weight (age), while fat and energy retention is closely related to feed intake, thereby showing a greater variation between animals as found in this slaughter experiment with rabbits.

The total energy metabolism is shown in Table 5.14. With the great variation in intake of energy there is as great variation in the absolute values of ME, HE and RE, but in relation to GE a rather high constancy is obtained. The metabolizability (ME/GE) is lowest on Diet 5 and the difference is highly

significant ($P < 0.001$), but as the total heat loss in relation to energy intake (HE/GE) is lowest on Diet 5 ($P < 0.01$) the energy retention for the two diets was of the same magnitude, 13.6 and 15.2 % of GE, respectively, and the difference was not significant. In relation to ME the values were 21.7 and 27.2 % and the difference was significant ($P < 0.05$), but with the few observations no conclusion can be drawn, concerning the utilization of ME.

The heat loss measured in the present investigation is in accordance with results obtained by Rigoni et al., (1980), in respiration trials, but the energy retention was lower, probably caused by the lower metabolizability of the diets used in our experiment.

Compared with growing calves, Thorbek, (1980), in which a heat loss of 47 % and an energy retention of 16 % of GE was measured in the live weight groups from 100 - 275 kg, the rabbits seem to be close to this species, concerning their energy metabolism. The possibility of increasing the energy utilization by a supply of succulent roughages remains to be investigated.

7. LITTERATUR

1. Candau, M., Delpon, G. & Fioramonti, J., 1979. Influence of the nature of cell wall carbohydrates on the anatomico-functional development of the digestive tract in rabbit. *Ann.Zootech.*, 28, 127.
2. Eriksson, S., 1952. Metabolism of rabbits at different levels of crude fiber and protein. Thesis. Almqvist & Wiksells Boktryckeri, Uppsala, Sweden. 108 pp.
3. Ghinelli, I., 1935. Esperienze sui tempi di passaggio degli alimenti nell'apparato digerente dei conigli e delle cavie. *La Clin.Vet.*, 58, 27.
4. Jensen, N.E., 1980. Kaninforsøgsstationen 1979. Beretn.Statens Husdyrbrugsforsøg, København, 496, 24 pp.
5. Jentsch, W., Schiemann, R., Hoffmann, L. & Nehring, K., 1963. Die energetische Verwertung der Futterstoffe. 2.Mitt. *Arch.Tierernähr.*, 13, 133-145.
6. Lebas, F. & Laplace, J.P., 1977. Growth and digestive transit in the rabbit. Variation determined by physical form, composition and crude fiber content of the feed. *Ann.Biol. and Bioch.Biophys.*, 17, 535.
7. Nordio-Baldissera, C., 1980. Recent advances on rabbit physiology. *Proc. II World's Rabbit Congr.*, Barcelona, 1980. 1-60.
8. Rigoni, M., Ruffini, C.C., Corino, C. & Nordio-Baldissera, C., 1980. Apparent digestibility of nutrients and material and energetic balance in growing rabbits fed Virginiamycin added diet. *Proc. II World's Rabbit Congr.*, Barcelona, 1980, 121-125.
9. Thomsen, K.V., 1971. Vurdering af analytiske metoder til bestemmelse af fedtfraktionen i forbindelse med fordøjelighedsforsøg. *Ugeskr.Agron.*, 116, 568-573 og 613-617.
10. Thorbek, G., 1975. Studies on energy metabolism in growing pigs. II. Beretn.Statens Husdyrbrugsforsøg, København, 424, 193 pp.
11. Thorbek, G., 1980 a. Studies on protein and energy metabolism in growing calves. Beretn.Statens Husdyrbrugsforsøg, København, 498, 103 pp.
12. Thorbek, G., 1980 b. Protein and energy retention in growing pigs. *Arch.Tierernähr.*, 30, 113-119.
13. Thorbek, G., Chwalibog, A., Henckel, S. & Neergaard, L., 1975. Beregning af omsættelig energi på grundlag af fordøjet organisk stof. Meddelelse nr. 53. Statens Husdyrbrugsforsøg.
14. Thorbek, G. & Henckel, S., 1977. Apparent digestibility of crude fat determined in trials with calves and pigs in relation to analytical methods applied. *Z.Tierphysiol., Tierernähr.u.Futtermittelkde.*, 39, 48-55.