

602

Landhusholdningsselskabets Forsøgslaboratorium
FJERKRÆFFORSØGENE

Landhusholdningsselskabets Forsøgslaboratorium
FJERKRÆFFORSØGENE

Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg

Niels E. Jensen, A. Chwalibog, Sigurd Boisen og
B. O. Eggum
Statens Husdyrbrugsforsøg

Bjørn Harlou
Institut for Fjekeræsygdomme

Bente Stærk og Jytte Kjærgaard
Slakteri- og Konserverlaboratoriet

NaOH-ludet halm i foderet til avlskaniner i 6 generationer

*NaOH-treated straw in pelleted rations for
rabbits in 6 generations*

With English summary and subtitles



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

Trykt i Frederiksberg Bogtrykkeri 1986

FORORD

Efter forslag fra Landbrugsministeriet og Miljøministeriet bevilgede Finansudvalget midler til at gennemføre et forskningsprogram under Landbrugets Samråd for Forskning og Forsøg til belysning af udnyttelse af landbrugets overskudsproduktion af halm. Programmet blev indledt i 1980, og der blev fra det samlede program afsat midler til gennemførelse af et 5-årigt forsøg med kaniner for at få belyst, om anvendelse af NaOH-ludet halm i foderet til husdyrene kunne påvirke reproduktion, livskraft og vækstevne, idet ludrestens høje indhold af natrium muligvis kunne ændre mineralstofbalancen - specielt Na/K-balancen i uheldig retning.

Forsøget med kaniner blev afsluttet i 1985 og omfattede da 6 generationer af avlsdyr og 7 generationer af ungdyr, der alle var fordelt på 2 linier, der fodredes henholdsvis med og uden NaOH-ludet halm i foderet. Dette forsøg var placeret på ejendommen Skovvang under Forsøgsanlæg Foulum, idet denne ejendom af Statens Husdyrbrugsudvalg blev stillet til rådighed for kaninforsøg med henblik på gennemførelse af forsøg og afprøvning af avlsmateriale. Pasning af dyrene samt registrering af reproduktion, livskraft og vækstevne sorterede under afdeling for forsøg med fjerkræ og kaniner, medens specialopgaver blev løst af andre afdelinger og institutioner. Afdeling for dyrefysiologi, biokemi og analytisk kemi analyserede det anvendte foder og foretog respirationsmålinger og analyser af mineralstofindholdet i blod og knogler på dyr fra 3. og 5. generation. Disse undersøgelser blev gennemført af videnskabelig assistent, dr. agro. A. Chwalibog, forsøgsleder, dr. agro. B. O. Eggum og videnskabelig assistent S. Boisen.

På Institut for Fjerkræsygdomme, afdeling Langå, blev der af dyrlæge B. Harlou lavet histologiske undersøgelser på nyrer fra slagtedyr af 5. generation, og på Landbrugsministeriets Slagteri- og Konserverlaboratorium blev der under ledelse af Bente Stærk og Jytte Kjærgaard

foretaget en smagsbedømmelse af kød fra 3. og 5. generations slagte-
dyr. Slagtningerne blev udført på fjerkræ- og kaninslagteriet Lysbro
ved Silkeborg.

Videnskabelig assistent Niels E. Jensen afdelingen for forsøg med
fjerkræ og kaniner, har stået for forsøgets gennemførelse og har
skrevet hovedparten af beretningen. Pasning af dyrene blev varetaget
af forsøgsassistent Ib Jensen og ved bearbejdning af talmaterialet
medvirkede EDB-tekniker Preben Knøsgård og assistent Jeanette
Kristensen. Sidstnævnte har også opsat og renskrevet beretningen.

København, januar 1986

J. Fris Jensen

INDHOLDSFORTEGNELSE

	Side
FORORD	3
SAMMENDRAG	7
SUMMARY	12
1 INDLEDNING	17
2 NaOH-BEHANDLING AF HALM	19
3 KANINER SOM MODELDYR	22
4 TIDLIGERE UDFØRTE FORSØG MED HALM I FODERBLANDINGEN TIL KANINER	26
5 NaOH-BEHANDLET BYGHALM TIL AVLSKANINER	31
5.1 Forsøgsplan	31
5.2 Foderets sammensætning og foderværdi	34
5.3 Reproduktion	36
5.4 Hunnernes alder ved foling	38
6 RESULTATER FRA UNGDYRKONTROLLEN	39
6.1 Sundhedstilstanden	39
6.2 Vækst og foderforbrug	39
6.3 Skift mellem de to foderblandinger	42
7 SPECIELLE UNDERSØGELSER OVER UNGDYRENE VÆKST	44
7.1 Kønnets indflydelse på væksten	44
7.2 Ungdyrenes vækst i forhold til moders kulnummer	45

	Side
8 KVÆLSTOF- OG ENERGIOMSÆTNING	
(A. Chwalibog og B. O. Eggum)	46
8.1 Materiale og metode	46
8.2 Resultater og diskussion	48
8.2.1 Foderoptagelse og vækst	48
8.2.2 Fordøjelighed	50
8.2.3 Kvælstofomsætning	52
8.2.4 Energiomsætning	54
9 MINERALSTOFFER (Sigurd Boisen og B. O. Eggum)	60
9.1 Mineralstofkoncentrationer i blodplasmaet	60
9.2 Mineralstofkoncentrationer i knoglerne	62
10 HISTOLOGISKE UNDERSØGELSER AF NYRER (Bjørn Harlou)	65
10.1 Materiale og metode	65
10.2 Resultat	65
10.3 Diskussion	65
11 KØDETS SMAG (Bente Stærk og Jytte Kjærgaard)	66
11.1 Materiale og metode	66
11.2 Resultater	67
LITTERATUR	70

SAMMENDRAG

Over en 5 års periode er undersøgt muligheden af at anvende NaOH-ludet bygghalm som en del af foderet i form af en fuldfoderblanding til såvel avlskaniner som ungkaniner. Forsøget blev gennemført på kaninforsøgsstationen på Statens Husdyrbrugsforsøg i Forsøgsanlæg Foulum og blev påbegyndt i efteråret 1980 og afsluttet i sommeren 1985. Der blev i denne 5 års periode gennemført forsøg med 6 generationer af avlsdyr og 7 generationer af ungdyr af racen Hvid Land. Avlsbesætningen bestod af ca. 80 avlshunner og ca. 25 avlshanner pr. generation. Dyrene var delt i to linier, som begge blev fodret med pilleterede fuldfoderblandinger, hvoraf forsøgsblandingen indeholdt 25% bygghalm, der var ludet med natronlud i en mængde af 4% af halm-tørstoffet. Dette foder blev benyttet til den ene linie, der blev betegnet som LH-linien, medens den anden linie blev fodret med en gennem flere år i kaninforsøgene anvendt normal foderblanding, der er betegnet med bogstavet E, hvorfor kontrollinien blev benævnt E-linien. Fra ungerne begyndte at optage fast føde, blev de fodret med pågældende linies foderblanding, og forblev på dette foder til de afgik til slagtning enten som ungdyr eller efter at have været brugt i avlen. Af pladshensyn og for at opnå så mange generationer som muligt blev der kun taget 2 kuld unger af hver hun, hvorefter den afgik til slagtning. For at holde det genetiske niveau uændret gennem alle forsøgsårene blev der udtaget unger til avl efter hver avlshun og hver avlshan. Det var oprindeligt hensigten at have samme antal hanner og hunner, men det måtte opgives af pladsmæssige årsager, hvorefter der i hver linie var en han for hver 3 avlshunner. Udvalgelse af avlsdyr i det enkelte kuld blev foretaget på basis af vægten ved 2 måneders alderen, hvor det kommende avlsdyrs vægt skulle svare til kuldets gennemsnitlige vægt.

Der blev ialt indsat 259 og 247 avlshunner i henholdsvis E og LH-linien og der blev født henholdsvis 425 og 422 kuld i de første 6 generationer, hvilket gav henholdsvis 2830 og 2812 fravænnede unger.

Den anvendte halm indeholdt fra 9 til 15% aske i tørstoffet og heraf var 2-4% natrium. Indholdet af råprotein varierede fra 4,8 til 7,3% og med en tørstofprocent på 82-95 varierede det beregnede indhold af FE fra 48 til 56 pr. 100 kg foder, hvor det normale niveau for ubehandlet halm er på 26 FE pr. 100 kg halm. I de anvendte foderblandinger var der gennemsnitligt 82 FE pr. 100 kg foder i E-blandingen og 81 FE i LH-blandingen, medens der i tørstoffet var henholdsvis 16,3 og 16,5% råprotein. Den væsentligste forskel mellem de to foderblandinger bestod i, at E-blandingen indeholdt 13% træstof medens LH-blandingen indeholdt 16% i gennemsnit af 22 analyser af hver blanding.

Indholdet af 25% NaOH-ludet halm i foderet påvirkede ikke dyrenes reproduktionevne, idet drægtighedsprocenten var 92 i begge linier og antallet af unger ved fødsel i gennemsnit var på 8,6 og 8,4 i henholdsvis E- og LH-linien. Der kunne ikke påvises tydelige forskelle mellem de enkelte generationer med hensyn til drægtighedsprocent og ungetal, hvorimod der var en svag, men ikke statistisk sikker forskel i unghunnernes alder ved 1. foling, hvor LH-liniens hunner i gennemsnit var 2 dage ældre end hunner fra E-linien.

Ungernes fravænningsvægt var i LH-linien fuldt ud på højde med E-linien, hvilket viser, at mødrenes mælkeydelse ikke påvirkedes af foderets sammensætning. Der blev i perioden fra fravænnning, til slagtevægten på 2,6 kg var nået, noteret den samme daglige tilvækst for samtlige ungdyr i de to linier, idet den blev på 38,4 g i LH-linien og på 38,8 g i E-linien og variationen var på samme niveau i de to linier. Forbrug af FE pr. kg tilvækst var ens med henholdsvis 2,83 og 2,79 i LH- og E-linien.

Ved 7. generation af ungdyr blev de to forsøgslinier delt i 2 underlinier, således at den ene underlinie fodredes med den anden linies foder. Der var ingen reaktioner i form af vægring ved at optage det tildelte foder, men der var en tydelig reduktion i den daglige tilvækst, når der skiftedes fra E-foder til LH-foder, mens der bemærkedes en tilsvarende stigning, når der blev skiftet fra LH- til E-foder.

Sundhedstilstanden var god bortset fra en periode i 1981, hvor besætningen blev udsat for et angreb af Muroid Enteritis, som medførte en ret høj dødelighed blandt ungdyrene i 1. og tildels 2. generati-

on, men fra og med 3. generation var døds- og udsætterprocenten kun på 2-5% af ungdyrene, og der døde praktisk taget ingen avlsdyr. Tilsætningen af ludet halm til foderblandingen havde åbenbart en gunstig indflydelse på sundhedstilstanden og påvirkede i hele forsøgsperioden kun ganske lidt den daglige tilvækst, således at dette foder må betegnes som velegnet til at indgå i en foderblanding til kaniner. Når der kompenseres for proteinindholdet ved at øge tilsætningen af sojaskrå kan NaOH-ludet halm udmærket erstatte korn og grønmel i en mængde af 25%, uden at dyrenes reproduktionsevne, livskraft og væksthastighed forringes.

Kvælstof- og energiomsætningen hos 3. (serie A) og 5. (serie B) generation af voksende kaniner, fodret med henholdsvis en normal fuld-foderblanding (linie E) og en foderblanding indeholdende 25% ludet halm (linie LH), er blevet undersøgt.

Serie A blev gennemført med 14 hunkaniner holdt enkeltvis i opsamlingsbure, medens serie B blev gennemført med 12 hunner og 12 hanner holdt parvis i bure. Burene blev anbragt i to klimastyrede respirationskamre, hvor temperaturen var 15° C og luftfugtigheden 60-65%. I hver serie blev der gennemført 4 balanceperioder à 7 døgns opsamling af gødning og urin og respirationsforsøg placeret i midten af hver periode.

Legemsvægten ved forsøgsstarten var ca. 1,3 kg i begge serier, medens slutvægten var mellem 2,0-2,2 kg i serie A og ca. 2,3 kg i serie B. I 3. generation (serie A) opnåede kaniner fra linie E, inden for alderklassen 54-80 dage, en daglig tilvækst på 39 g, medens kaninerne fra linie LH havde, inden for aldersklassen 59-80 dage, en daglig tilvækst på 37 g. I 5. generation (serie B) var tilvæksten henholdsvis 35 og 34 g hos linie E og linie LH, inden for alderklassen 53-81 dage. Tilvæksten var, i begge generationer, ikke forskellig mellem linie E og linie LH.

Fordøjeligheden af tørstof, organisk stof og energi var i begge generationer omkring 60-65%. Fordøjeligheden af kvælstof og råfedt var omkring 70-80%, medens fordøjeligheden af træstof kun var 10-20%. Fordøjelighedskvotienterne var i begge generationer generelt ikke signifikant forskellige mellem linie E og linie LH.

Kvælstofaflejringen steg indenfor vækstperioden fra 1,0 til 1,7 g/dag og fra 0,8 til 1,7 g/dag i henholdsvis serie A og B. I 3. generation (serie A) havde kaninerne fodret med ludet halm (linie LH) i perioderne I-III en signifikant lavere kvælstofaflejring og kvælstofudnyttelse end linie E. Hos kaniner fra 5. generation (serie B), derimod var forskellen mindre og faldende i perioderne I-IV. I den sidste periode (V) var der en tendens til en højere kvælstofaflejring og en signifikant højere kvælstofudnyttelse hos linie LH. Energimålingerne i 3. generation (serie A) viste signifikant højere værdier for fordøjelig energi, omsættelig energi og omsættelighed af energi i linie E end i linie LH. I forhold til omsættelig energi var varmeproduktionen 63% i linie E og 66% i linie LH. Med den lidt højere varmeproduktion i linie LH, havde disse dyr en tendens til mindre protein- og fedtaflejring i forhold til omsættelig energi. Energimålingerne i 5. generation (serie B) viste, ligesom i serie A, højere værdier for fordøjelig energi og omsættelig energi i linie E, dog var forskellene kun signifikante i perioderne I og IV. Omsætteligheden af energi varierede omkring 60 og 58% henholdsvis i linie E og linie LH. I forhold til omsættelig energi var varmeproduktionen og energiaflejringen ikke signifikant forskellig mellem linierne i denne generation. Varmeproduktionen faldt fra 78 til 61%, medens energiaflejringen steg fra 22 til 38% af omsættelig energi i løbet af vækstfasen.

Fra disse resultater kan det konkluderes, at 25% formålet NaOH-behandlet bygghalm anvendt i 5 generationer ikke har påvirket kvælstof- og energiomsætningen hos voksende kaniner.

Den ludede halms store indhold af natrium og base gav ikke anledning til forstyrrelser i kaninernes mineralstofbalancer og syre-base ligevægt. Der kunne dog i blodplasmaet konstateres en nedsat kaliumkoncentration, især hos hunkaninerne, hvilket sammenholdt med en lidt forøget natriumkoncentration, antyder en vis påvirkning af kaninernes Na/K-balance. Desuden var der en karakteristisk nedsat magnesiumkoncentration i plasmaet, hvilket også er konstateret hos andre dyrearter, der er blevet fodret med ludet halm.

De ændrede plamakonzentrationer blev dog ikke afspejlet i knoglernes mineralstofsammensætning. Til gengæld var askeprocenten forøget hos de dyr, der var fodret med ludet halm. Da de undersøgte mineralstoffer ikke var forøget i knoglerne, må den højere askeprocent antages at skyldes et øget karbonatindhold. Dette kan forklares ved den øgede koncentration af bikarbonat, der vil være i blodet i forbindelse med foderoptagelsen, hvor dyrene må antages at have en midlertidig metabolisk alkalose.

De konstaterede fysiologiske påvirkninger var dog generelt små og syntes som ovenfor omtalt ikke at have nogen negativ effekt på kannerne sundhedstilstand.

Ved vævsmikroskopisk undersøgelse af nyrer fra kaniner fodret med ludbehandlet halm (LH-linien) og fra kaniner fodret med kontrolfoder (E-linien) påvistes ingen sygelige forandringer, hvilket er i god overensstemmelse med den tilsvarende ringe effekt på mineralstokonzentrationerne i blodplasma og knogler (afsnit 9).

Der er foretaget smagsbedømmelse på kød fra kaniner, fodret med henholdsvis normal fuldfoderblanding (E-linien) og en blanding med 25% NaOH-ludet halm (LH-linien) for at undersøge, om sidstnævnte blanding kunne give smagsfejl i kødet.

Der er bedømt kaniner fra 3. og 5. generation. Der bemærkedes nogen variation indenfor holdene af kaniner fra 3. generation, men for smagskarakterer blev kaniner fodret med 25% ludet halm bedømt signifikant dårligere end dyr fodret med normalfoderblanding.

Resultaterne af smagsbedømmelse af kaniner fra 5. generation viste ikke signifikant forskel mellem holdene, hvad angår samtlige undersøgte organoleptiske egenskaber. Foderblandingen indeholdende 25% NaOH-behandlet halm gav således ikke problemer med hensyn til smag. Konklusionen på de to smagsbedømmelser, er at der ikke er væsentlige smagsforskelle mellem kaniner fodret med normalfoder henholdsvis foder iblandet 25% NaOH-behandlet halm.

SUMMARY

Over a period of 5 years an experiment has been carried out at the National Institute of Animal Science, where breeding rabbits as well as youngs, Danish White, were fed a compound feed containing 25% NaOH-treated barley straw. The experiment included 6 generations of breeding animals and 7 generations of young animals. The animals were divided into two groups, each including 40 breeding females and 12 breeding males. The applied straw had been treated with NaOH to an extent of 4% of the straw dry matter. The test group has been designated LH and the reference group E.

Once the youngs began eating they were fed the comperend feed of the respective group until they reached slaughter weight. Each breeding female gave birth to two litters only, before it was slaughtered. For breeding purposes 1-2 youngs were selected from each female to maintain the genetic level throughout the 5-year-research period. The breeding animals were selected by weight at the age of 2 months which was planned to correspond with the average weight of the litter. 259 breeding females from the E group were tested and 247 from the LH group, and in the first 6 generations 425 and 422 litters were born including 2830 and 2812 weaned youngs respectively. The test feed contained 81 SFU per 100 kg feed while the feed for the reference group contained 82 SFU. The dry matter contained 16.3% and 16.5% crude protein respectively, whereas the content of crude fibre differed to some extent, as the E-mixture contained 13% and the LH-mixture 16%. However, crude fibre content of both mixtures was within the recommended level.

The content of 25% NaOH-treated straw in the feed mixture did not influence the reproduction of the animals, as fertility amounted 92% in both groups, and the litter size at birth averaged 8.6 and 8.4 youngs in the E group and LH group respectively. There were no significant differences between the generations as to fertility and

litter size, but there was a slight, but not statistically significant, difference in age at first kindling, the females in the LH group being on an average 2 days older than those from the E group. The weaning age of the youngs from the two groups was the same, which proves that the milk yield of the mothers had not been affected by the mixture of the feed.

The progeny was slaughtered at a weight of 2.6 kg and from weaning and until this weight the LH group had an average daily live weight gain of 38.4 g and that of the E group 38.8 g. Thus there was found no difference in the growth rate, nor did the feed conversion of the two groups differ, the LH group accounting for 2.83 SFU per kg gain and the E group accounting for 2.79 SFU per kg gain.

At the seventh generation the two lines each were subdivided in two lines and one of those was fed the feed of the other main line. This change of mixture did not have any effect on feed intake, but the daily live weight gain decreased significantly when E feed was replaced with LH feed, and the opposite effect was found when replacing LH feed with E feed.

In 1981 the rabbits were attacked by Mucoïd Enteritis which caused a rather high rate of death among the animals from the first and partly the second generation, whereas only 2-5% of the youngs from the third generation died, and practically all breeding animals survived. The rate of death was 3.7% from the LH group and 5.4% from the E group, comprised about 3000 youngs.

The application of straw has thus been found to have a positive impact upon the health of the animals, and as only the LH group showed a slight reduction in growth rate during the test period, it must be concluded that 25% NaOH-treated straw can be considered as a positive component in pelleted complete ration for rabbits.

Grain and grass meal can be replaced by straw when allowing for the reduction in protein content by adding soya bean meal. During this 5-year-test period no negative effects were found as to the reproduction, liveability and daily gain of the rabbits.

Nitrogen and energy metabolism was measured in 3rd (series A) and 5th (series B) generation of growing rabbits fed either with a com-

mercial diet (line E) or with a diet containing 25% sodium hydroxide treated straw (line LH).

Series A was carried out with 14 females kept individually in balance cages, while series B was carried out with 12 females and 12 males kept in pairs in the cages. The cages were placed in two respiration chambers where the temperature was 15° C and the relative humidity was 60-65%. In each series, 4 balance periods were carried out, consisting of 7 days collection of faeces and urine and respiration measurements placed in the middle of each period.

The initial live-weight was about 1,3 kg in both series, while the final live-weight was between 2,0-2,2 kg in series A and about 2,3 kg in series B. In series A the rabbits from line E had daily body gain of 39 g within the age interval between 54-80 days, while the rabbits from line LH had daily gain of 37 g within the age interval between 59-80 days. In 5th generation (series B) daily body gain was 35 and 34 g for line E and line LH respectively, within the age interval between 53-81 days. The body gain was in both generations not significantly different between line E and line LH.

The digestibility of dry matter, organic matter and energy was in both generations about 60-65%. The digestibility of nitrogen and crude fat was about 70-80%, while crude fibre digestibility was only 10-20%. The digestibility quotients were generally not significantly different between line E and line LH in both generations.

The nitrogen retention increased within the growth period from 1,0 to 1,7 g/day and from 0,8 to 1,7 g/day in series A and series B respectively. In 3rd generation (series A) the rabbits fed with NaOH treated straw (line LH) had, in periods I-III, significantly lower nitrogen retention and nitrogen utilization than those from line E. However, in 5th generation the differences were smaller and they were decreasing in periodes I-IV. In the last period there was a tendency for a higher nitrogen retention, together with significantly higher nitrogen utilization in line LH.

The measurements of energy metabolism in 3rd generation (series A) showed significantly higher values of digested energy, metabolizable energy and metabolizability of energy in line E than in line LH. In relation to metabolizable energy the heat production was 63% in line E and 66% in line LH. With the higher heat production in line LH the

rabbits from this line showed a tendency for a higher protein and fat retention in relation to metabolizable energy.

The measurements of energy metabolism in 5th generation (series B) showed, as in series A, higher values of digested and metabolizable energy in line E, however, the differences were only significant in periods I and IV. Metabolizability of energy varied around 60 and 58% in line E and line LH respectively. In relation to metabolizable energy heat production and energy retention were not significantly different between the lines in this generation. The heat production decreased from 78 to 61%, while the energy retention increased from 22 to 38% of metabolizable energy, within the growth period. It can be concluded from the presented results, that 25% of NaOH-treated barley straw applied in five generations of growing rabbits had not affected nitrogen and energy metabolism.

The high content of sodium and base in sodiumhydroxide-treated straw did not result in disturbances in the balances of minerals and acid-base in the rabbits. However, a decreased concentration of potassium in plasma was observed, especially in female rabbits. This indicated, in combination with a slightly increased concentration of plasma sodium, some influence on the Na/K-balance. Furthermore, a characteristic decreased concentration of magnesium was observed. The changed plasma concentrations of minerals were not reflected in the bone mineral composition. On the other hand, a characteristic increase in ash per cent was observed in animals fed sodiumhydroxide-treated straw. This increase was not due to an increase of the investigated minerals and was therefore supposed to be caused by an increased content of carbonates. This can be explained by the increased concentration of hydrogencarbonate occurring in the plasma after intake of alkali-treated straw, when the animals are supposed to be in a state of metabolic alkalosis.

The reflected disturbances in the physiological parameters were, however, generally small and, as discussed already, no negative changes in the welfare of the rabbits were registrated.

Histopathologic examination of kidneys of rabbits fed NaOH-treated straw (LH-group) and control diet (E-group) show no specific pathologic lesions. This observation is agreeing with the minor effects of NaOH-treated barley straw on the plasma and bone concentrations of minerals (section 9).

Sensory evaluation has been carried out on rabbits fed on 2 different feed mixtures: the normal feed mixture and feed with 25% NaOH-treated straw respectively. Rabbits from 3rd and 5th generation has been evaluated. Results from 3rd generation rabbits showed some variations within each group, however the meat from the group fed on 25% NaOH-treated straw was scored significantly lower in flavour than the meat from the other group.

The sensory results from 5th generation rabbits showed, however, no significant difference in flavour between the two groups. The feed mixture with 25% NaOH-treated straw did not cause flavour problems in the meat.

In conclusion the sensory evaluation has demonstrated that there are no significant difference in flavour in meat from rabbits fed the usual feed mixture and a mixture with 25% NaOH-treated straw respectively.

1 INDLEDNING

Det danske landbrugsareal er på 2,9 mill. ha, hvoraf 1,7 mill. ha dyrkes med korn og yder ca. 6,2 mill. tons korn og 5,3 mill. tons halm. Knap halvdelen af det samlede landbrugsareal eller ca. 1,3 mill. ha anvendes til byg, hvilket svarer til, at op mod 80% af kornarealet tilsås med byg. Det er derfor navnlig halmen fra denne kornart, det har interesse at få udnyttet. Det kan skønsmæssigt anslås, at 3 mill. tons halm bliver anvendt til foder, strøelse eller til industriformål, medens 2,3 mill. tons kan betegnes som overskudshalm, hvoraf hovedparten formentlig er blevet afbrændt på marken, medens en mindre del er anvendt til opvarmningsformål enten på de enkelte landbrugsejendomme eller i fjernvarmeanlæg.

Afbrænding af halm på marken giver ofte anledning til debat om fordele og ulemper ved denne metode. Mange nærer den opfattelse, at der her er tale om et væsentligt ressourcespild, og at afbrændingen skader markens fauna og mikroflora. Andre vil hævde, at mineralstofferne jo bliver tilbage i asken og derfor ikke unddrages næringsstoffernes kredsløb, men da halmen generelt er fattig på plantenæringsstoffer har dette kredsløb en meget begrænset betydning for de efterfølgende afgrøder. Større vægt i debatten har formentlig følelsen af, at halmafbrændingen medfører en betydelig luftforurening, især fordi fænomenet i sagens natur er mest udbredt på de største landbrug, som drives uden husdyrhold, og når flertallet af kvægløse landbrug findes på Sjælland, Lolland-Falster og Fyn, vil problemet med røggener naturligvis være størst i disse egne. Det er formentlig også i disse landsdele, der med størst fordel vil kunne etableres forskellige former for industriel udnyttelse af halmen f.eks. til plade- eller papproduktion, idet transportvejens længde vil have stor betydning for halmens mulighed for at konkurrere med andre og lettere anvendelige basisprodukter. Skal halmen derimod i højere grad indgå som foderemne i husdyrenes ernæring, er det nødvendigt,

at der ad kemisk vej foretages en oplukning af de forkislede overhudsceller for at øge fordøjeligheden ved at halmen lettere nedbrydes og omsættes i mavetarmkanalen. Hos drøvtyggerne foregår den normale nedbrydning af cellulosen ved hjælp af vombakteriernes enzymer, men denne proces sker kun langsomt, og da halm er et stærkt fyldende foder, kan omsætningen kun ske langsomt og i et begrænset omfang. Hertil kommer, at kvægbestanden i de senere år er blevet reduceret, hvorfor der er behov for undersøgelser over halmens anvendelsesmuligheder til andre husdyr med et forholdsvis stort volumen af mave-tarmkanalen som f.eks. heste og kaniner. Hvis halmen efter en ludningsproces kan indgå i fuldfoderblandingen til såvel kvæg som andre husdyr, vil halmrationen kunne øges væsentligt, hvorved det bliver muligt, at reducere mængden af overskudshalm, også selvom kornareal- et skulle blive udvidet på bekostning af f.eks. arealet med foderroer.

2 NaOH-BEHANDLING AF HALM

Der findes forskellige metoder til en kemisk behandling af halmen, hvorved fordøjeligheden af såvel cellulose som hemicellulose kan øges. Denne forøgelse kan, iflg. Friis Kristensen et al. (1978), formentlig tilskrives en spaltning af molekylernes kemiske bindinger, hvorefter enzymerne får lettere adgang til at nedbryde cellulosekæden, men der kan også være mulighed for, at væskeindtrængningen øger enzymernes adgang til kulhydratkæderne.

Forsøget med NaOH-ludet halm i foderblandingen til kaniner over en 6-generationers periode havde bl.a. til formål at undersøge, om ludresten ville have en uheldig indflydelse på dyrenes vækst og sundhedstilstand, når dette foder blev anvendt over et længere tidsrum, det er derfor kun metoden til en NaOH-ludning, der vil blive omtalt her, selv om andre metoder formentlig vil finde større anvendelse i forbindelse med en udvidelse af halmforbruget til husdyrfoder.

Den i forsøget anvendte halm var ludet efter tørludningsmetoden, der, som beskrevet af Rexen (1972), foregår maskinelt ved at halmen snittes og automatisk føres gennem ludningsdelen i en dertil konstrueret maskine, hvor der påføres den ønskede mængde natronlud - her er anvendt en mængde på 4% af halmtørstoffets vægt. Luden bliver lagt som en hinde omkring strået, der føres videre til en pille- eller cobspresse, hvor luden ved hjælp af et tryk på 200 atm. og opvarmning til 80° C indpresses i halmen, hvorved der sker en åbning af ligninbindingerne og en oplukning af cellulosefibrene.

I tabel 2.1 er anført nogle resultater fra den kemiske analyse af den i forsøget anvendte byghalm samt den officielle kemiske sammensætning i henhold til Cirkulære fra Statens Foderstofkontrol (1982) af såvel NaOH-behandlet som ubehandlet byghalm.

Bortset fra tørstoffets indhold af aske viser den officielle foderstofanalyse kun små ændringer i den kemiske sammensætning før og efter ludningen. Den egentlige ændring efter ludningsprocessen be-

står i, at fordøjelighedskoefficienterne for træstof og N-frie ekstraktstoffer ændres fra henholdsvis 57 til 75 og fra 45 til 65, herved øges energiindholdet til ca. det dobbelte niveau.

Tabel 2.1 Kemisk analyse og foderværdi af bygghalm.

Chemical analysis and feed value of barley straw.

		<u>Ludet halm</u>		<u>Treated straw</u>			<u>Ubehandlet⁶⁾</u>
		<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>Untreated</u>
<u>I tørstof, % In dry matter, %</u>							
Aske	<i>Ash</i>	15,0	11,7	11,2	9,3	11,0	5,0
Råprotein	<i>Cr. prot.</i>	7,3	6,2	4,8	4,9	4,5	4,0
Råfedt	<i>Ether ex.</i>	0,9	1,2	2,0	0,5	1,8	1,9
Træstof	<i>Cr. fibre</i>	36,2	34,9	35,8	41,6	41,1	45,0
N-fri ekstr.	<i>N-free ex.</i>	40,6	46,1	46,2	43,7	41,6	44,1
Tørstof, %	<i>Dry matter, %</i>	91	82	95	91	87	85
FE pr. 100 kg foder		51	48	56	51	50	26
<i>FU per 100 kg feed</i>							
<u>Mineralstoffer i tørstof, %</u>							
<u>Minerals in dry matter, %</u>							
Kalcium	<i>Calcium</i>	0,4	0,4	0,4	0,4	-	-
Fosfor	<i>Phosphorus</i>	0,2	0,1	0,1	0,2	-	-
Natrium	<i>Sodium</i>	4,1	2,2	2,0	2,5	-	-

1-4 analyseresultater af den anvendte halm, 5-6 officielle analysetal efter Cirkulære fra Statens Foderstofkontrol.

Det fremgår imidlertid af forsøgets analyseresultater, at der kan være endog ret stor variation i foderværdien i dette fodermiddel, bl.a. afhængig af halmens beskaffenhed og tilsmudsning ved høstningen. I en af de analyserede halmprøver var askeindholdet således på 15%, hvoraf de 9% var uopløselig aske, d.v.s. overvejende sand, men for alle analyserne gælder det, at askeindholdet er mere end fordoblet fra ubehandlet til natriumhydroxyd behandlet halm. Det højere askeindhold hidrører dels fra ureageret NaOH og dels fra natriumsalte af organiske syrer.

Af analyseresultaterne fremgår det ligeledes, at også med hensyn til halmens indhold af råprotein er der stor variation. Der er i det nævnte cirkulære fra Statens Foderstofkontrol anført et gennemsnitligt indhold på 4,5% med en standardafvigelse på 1,0, men i det første års analyse af den anvendte halm bemærkedes et indhold på 6-7%, uden at det var muligt, at påvise årsagen til dette høje niveau, men her spiller vækstbetingelser og halmens indhold af grønne strå sandsynligvis en rolle. Den pågældende halm kan være høstet på en mark med udlæg af græs. Indholdet af råfedt i tørstoffet varierede i disse halmpartier fra 0,5 til 2,0%, træstofindholdet varierede fra 35 til 42% og indholdet af N-frie ekstraktstoffer varierede fra 42 til 46%.

Analyseresultaterne kan umiddelbart sammenlignes med analyser refereret efter Friis Kristensen et al. (1978) af halm, der ligesom den i forsøget anvendte halm blev behandlet med natronlud i en mængde af 4% af halmtørstoffet. Disse analysetal svarer nøje til forsøgets analysetal og viser en tilsvarende variation i energiindholdet. En variation, der synes ret nøje at følge tørstofprocent og tørstoffets indhold af aske.

Tabel 2.2 Kemisk analyse af NaOH-behandlet halm (Friis Kristensen et al. 1978).

Chemical analysis of NaOH-treated barley straw with 4% of dry matter.

Forsøg nr.	Test no.	1	2	3
Tørstof, %	DM, %	86,9	84,2	89,9
I tørstof, %	In DM, %			
Aske	Ash	9,4	10,5	9,2
Råprotein	Crude protein	3,9	3,0	3,1
Råfedt	Ether extract	1,4	1,5	2,1
Træstof	Crude fibre	40,9	44,5	45,1
N-frie ekstr.	N-free extracts	44,4	40,6	40,5
FE i 100 kg halm	FE in 100 kg straw	53	51	56

3 KANINER SOM MODELDYR

Når kaniner har interesse i forbindelse med en øget anvendelse af halm i husdyrenes foder, skyldes det i første række, at disse dyr kræver et ret voluminøst foder og i mindre grad kaninens evne til at fordøje et træstofrigt foder. Denne evne blev vel tidligere overvurderet, og det er i dag erkendt, at kaninen her ligger på et niveau nogenlunde midt mellem svin og drøvtyggere. Scheelje et al. (1975) angiver et træstofindhold på 14-18% som passende i fuldfoderblandingen til kaniner, og Olsen (1965) angiver niveauet til 14-20%. Eggum et al. (1982) fandt fordøjelighedskoefficienter på 11-14 i fuldfoderblandinger med 25% NaOH-behandlet bygghalm, hvor tørstoffet indeholdt 15% træstof. Sandford (1979) viste, at voksne kaniner fodret med et foder, hvor træstoffet udgjorde 35% af tørstoffet, kun kunne fordøje 40% af dette foder, medens fordøjelighedskoefficienten nåede op på ca. 90, når træstofindholdet nærmede sig nul. Thorbek & Chwalibog (1981) fandt imidlertid, at fordøjeligheden af træstoffet kan øges til 30%, hvis kaninerne har adgang til et saftfoder som f.eks. kálroer, når fuldfoderblandingen indeholder 15% træstof. Kaninen hører til gruppen gnavere inden for pattedyrenes orden. De udgør tillige med harer en særlig gruppe, der er karakteriseret ved et lidt anderledes tandsæt end de øvrige gnavere. Gnaverne mangler hjørnetanden, men de har en kraftig fortand i hver side af kæben. Disse tænder er de egentlige gnavetænder. Hos harer og kaniner er der bag fortanden udviklet en mindre fortand, der ligesom de øvrige tænder i gnavernes tandsæt er rodåbne, således at de fortsætter med at vokse i hele dyrets levetid. Såvel de store som de bagved liggende fortænder er på bagsiden beklædt med et forholdsvis tyndt emalie-lag, hvorfor der ved bearbejdning af gnavematerialet sker et stærkere slid på tændernes bagside end på forsiden, herved får tænderne den karakteristiske mejselform, der gør det muligt for disse dyr at optage og findele et meget træstofholdigt foder. Vildkaninens levevis medfører, at den en stor del af året må klare sig på et sådant foder.

Under normale rolige forhold vil kaninen ved tygningen bearbejde foderet meget grundigt, således at det er stærkt findelt, når det glider ned i mavesækken. Hvis kaninen under foderoptagelsen er urolig, eller bliver forstyrret så den må optage foderet i hast, bliver dette ikke findelt i tilstrækkelig grad, hvilket kan medføre fordøjelsesforstyrrelse med diarré til følge.

Fordøjelseskanalen omfatter de samme organer som hos andre enmavede dyr, men det relative omfang af de enkelte organer varierer en del fra kaniner til andre husdyr, som det fremgår af tabel 3.1, der her er refereret efter AEC-information, (1974).

Tabel 3.1 Fordøjelseskanalens relative kapacitet hos forskellige husdyr.

Relative capacity of the alimentary tract in different species.

Dyreart		Hest	Kvæg	Svin	Kanin
<i>Specie</i>		<i>Horse</i>	<i>Cattle</i>	<i>Pig</i>	<i>Rabbit</i>
Mavesæk	<i>Stomach</i>	9	71	29	34
Tyndtarm	<i>Small Intestine</i>	30	19	33	11
Blindtarm	<i>Caecum</i>	16	3	6	49
Tyktarm	<i>Colon</i>	45	8	32	6

Den mest udtalte forskel består i det betydelige omfang af blindtarmen hos kaninen. Dette viser, at den spiller en stor rolle i fordøjelsesprocessen. Blindtarmens udvikling ses meget tydeligt fra ungernes 3. leveuge, hvor de begynder at optage fast foder som et væsentligt tilskud til mælken.

Fordøjelsessystemet er yderligere karakteristisk ved, at kaninen koprofagerer. Dette foregår ved, at den gennem endetarmen udskiller såvel gødning som koprofragiboller. De sidstnævnte består af foderboller, hvori foderet er mikrobielt nedbrudt i blindtarmen, og som ved udskillelsen er overtrukket med en fugtig slimhinde, hvorfor de til forskel fra gødningsbollerne har et fugtigt glinsende udseende. Koprofragibollerne er rige på bakterieprotein og B-vitamin. Indholdet af råprotein er godt tre gange så højt som i gødningsbollerne.

Den kemiske sammensætning af de to typer boller er beskrevet af flere forfattere, og Lang (1981) angiver den i tabel 3.2 anførte kemiske sammensætning af tørstoffet.

Tabel 3.2 Kemisk sammensætning af koprofagi- og gødningsboller.

Chemical analysis of coprophagous pellets and of faecal pellets.

		Koprofragiboller	Gødningsboller
I tørstof, %	In DM, %	Coproghagous pell.	Faecal pellets
Råprotein	Crude protein	28,5	9,2
Råfedt	Ether extract	1,1	1,7
Træstof	Crude fibre	15,5	28,9
N-fri ekst. st.	N-free extracts	43,7	52,0
Aske	Ash	11,2	8,2
Fosfor	P	2,2	1,3
Natrium	Na	0,2	0,1
Kalium	Ka	1,8	0,6

Koprofragibollerne ses under normale forhold kun sjældent i buret, idet dyrene optager dem direkte fra endetarmen og lader dem passere gennem fordøjelseskanalen påny - de koprofagerer.

Når den egentlige nedbrydning af træstoffet foregår i blindtarmen må fordøjelsesprodukterne nødvendigvis atter passere gennem maven for at blive optaget gennem tyndtarmens cellevægge, hvor den egentlige resorption til blodet foregår, idet blindtarmens indhold føres ud i tyktarmen, hvor muligheden for resorption er begrænset.

Når kaninen tømmer blindtarmens indhold af koprofagiboller, sker det samlet og som oftest om natten for domesticerede kaniner (Eden, 1940), medens det hos vildkaniner normalt foregår i dagtimerne, hvor de opholder sig i deres huler beskyttet mod ydre fjender. Af tallene i tabel 3.2 fremgår det tydeligt, at proteinet resorberes ved denne proces, men tabellen viser også, at det ikke er muligt for disse dyr at nedbryde og omdanne træstoffet i blot tilnærmelsesvis så stor udstrækning, som drøvtyggerne kan.

På grund af kaninens fordøjelsessystem og dens egnethed som laboratoriedyr, er den ofte anvendt som modeldyr, når forsøg med større

dyr er for kostbare. Inden for foderstofindustrien er den her i landet vel ikke benyttet så meget som modeldyr, som det er tilfældet i Frankrig og Tyskland, hvor den ofte benyttes til at påvise forskellige foderemners egnethed for husdyrene. Det er dog ikke alene i fodringsforsøg disse dyr er blevet anvendt, de bruges i stor udstrækning ved udvikling af farmika til hormonregulering. Yderligere kan henvises til kaninernes store betydning ved udvikling af den moderne teknik for ægtransplantation, idet de første forsøg blev udført med kaniner så tidligt som i 1890 (Kauffold & Spitscherk, 1983), og før teknikken med dybfrysning af embryoner blev udviklet, blev embryoner ved indoperation opbevaret i kaninen ved transport over lange afstande.

I det 5-årige forsøg med NaOH-ludet halm til avlskaniner er kaninerne anvendt som modeldyr, og de fremkommne resultater kan umiddelbart overføres til større husdyr, hvor forsøg over 5 generationer ville blive meget langvarige.

4 TIDLIGERE GENNEMFØRTE FORSØG MED HALM TIL UNGKANINER

I årene fra 1977 til 1982 gennemførtes på kaninforsøgsstationen i Nordrup en række forsøg med formålet byghalm i foderblandingen til slagtekaniner. I tre af disse forsøg blev anvendt ludet halm i varierende mængder.

I de første forsøg (Jensen, 1978) blev der med halm fra høsten i 1976 gennemført tre forsøg, hvor hver af de to første forsøgsblandinger indeholdt 10% af henholdsvis ubehandlet og NaOH-ludet halm, medens foderet til det 3. forsøg indeholdt 20% NaOH-ludet halm. I disse forsøg skulle halmen delvis erstatte grønmelet, idet det blev antaget, at halmen kunne leveres til en lavere pris end grønmelet, hvor der ved tørringsprocessen jo anvendes en ret betydelig mængde olie.

Tabel 4.1 Resultater fra forsøg med byghalm i foderblandingen til ungkaniner 1977.

Relative results from experiments with barley straw in feed for growing rabbits.

	Kontrol hold <i>Control</i> <i>group</i>	Ubehand- let halm <i>Untreated</i> <i>straw</i>	NaOH-behand- let halm <i>NaOH-treated</i> <i>straw</i>
Halm i foderblanding, %	0	10	10
<i>Straw in feed mix., %</i>			
Antal dyr	125	119	123
<i>No. of youngs</i>			
Daglig tilvækst, forholdstal	100	103	104
<i>Daily live weight gain, rel.</i>			
FE/kg tilvækst	100	98	95
<i>FE/kg weight gain</i>			
Fu per kg weight gain	100	103	102
<i>Foderoptagelse pr. dyr/dg.</i>			
Feed intake per young/day	100	98	97
<i>Døde og udsatte</i>			
Mortality	100	98	89

Disse første forsøg med formålet halm i kaninernes foderpiller gav det overraskende resultat, at halmholdene opnåede de bedste resultater, som det fremgår af tabel 4.1, hvor resultaterne ligesom i tabel 4.2 og 4.3 er anført som forholdstal, med de respektive kontrolholds resultater sat til 100. Forsøgenes numeriske resultater ses i de i litteraturlisten anviste publikationer.

Når der var tilsat formålet halm til foderblandingen, var den daglige tilvækst væsentlig bedre i forsøgsholdene end i kontrolholdene, ligeledes var såvel sundhedstilstand som foderudnyttelse bedst i halmholdene og bedst for holdet, der fik 20% ludet halm i foderet. Ved anvendelse af 10% halm var der ingen reel forskel mellem ubehandlet og NaOH-ludet halm med hensyn til dyrenes væksthastighed og foderudnyttelse. Dette resultat svarer til det af Andersen & Sørensen (1976) anførte resultat ved anvendelse af formålet bygghalm til ungtyre, hvor der konstateredes bedre foderudnyttelse af den behandlede end af den ubehandlede halm, når der blev anvendt 40% halm i foderet, men ikke når halmen kun udgjorde 20% af foderblandingen. Tilsvarende resultater er anført af Friis Kristensen et al. (1978), hvorimod Lindeman, Brigstocke & Wilson (1979) i forsøg med kaniner fandt, at 8-10% ubehandlet halm i foderet gav en reduktion i den daglige tilvækst, medens op til 30% NaOH-ludet halm ikke medførte en signifikant forskel.

Tabel 4.2 Forsøg med NaOH-ludet eller ubehandlet bygghalm til ungkaniner.

Treated or untreated barley straw in the feed for growing rabbits.

	Kontrol hold <i>Control group</i>	Ubehand- let halm <i>Untreated straw</i>	NaOH-ludet halm <i>NaOH-treated straw</i>			
Halm i foderblanding, % <i>Straw in the feed mix., %</i>	0	20	15	20	25	30
Antal dyr <i>No. of youngs</i>	140	144	153	175	162	143
Daglig tilvækst, forholdstal <i>Daily live weight gain, rel.</i>	100	87	95	96	94	96
FE pr. kg tilvækst <i>FE per kg gain</i>	100	105	101	95	102	106
Foderoptagelse pr. dyr/dg. <i>Feed intake per young/day</i>	100	94	102	100	101	103
Døde og udsatte <i>Mortality</i>	100	103	101	94	102	100

På baggrund af de varierende resultater ved fodring med formalet halm i foderblandingen besluttedes at gennemføre en forsøgsrække med henholdsvis 15, 20, 25 og 30% ludet eller 20% ikke ludet bygghalm i foderblandingen (Jensen, 1978; Jensen, 1979; og Jensen & Tuxen, 1979).

Som det fremgår af tabel 4.2 kunne forsøgsholdet som fik 20% ubehandlet halm i foderet ikke klare sig med kontrolholdet hverken med hensyn til daglig tilvækst eller forbrug af FE pr. kg tilvækst, ligesom sundhedstilstanden var dårligst i halmholdet. Vækstresultaterne bekræftes af Spreadbury & Davidson (1978), der i forsøg med op til 50% af henholdsvis havreskaller og formalet bygghalm i foderblandingen til ungkaniner fandt vækstreduktioner ved 40% havreskaller eller 20% formalet bygghalm. Fordøjelighedskoefficienterne for de to komponenter blev fundet at være så lave som henholdsvis 15 og 16, men kaninerne kompenserede herfor ved større foderoptagelse.

Såvel de danske som de skotske forsøgsresultater stemmer ikke overens med et fransk forsøg (Anonym, 1981), hvor op til 30% formalet ubehandlet hvedehalm i foderblandingen ikke gav reduktion i den daglige tilvækst. At der i dette forsøg blev anvendt hvedehalm i modsætning til de øvrige forsøg, hvor der blev anvendt bygghalm, kan næppe være årsag til denne forskel. Forklaringen skal formentlig søges i et forskelligt klima i de egne, hvor halmen er høstet, eller at halmen af andre årsager har haft en højere foderværdi end normalt.

De 4 forsøg med ludet halm viste i modsætning til forsøgene med halm fra høsten i 1976 en dårligere vækst i forsøgsholdene end i de tilhørende kontrolhold. Der kunne ikke påvises forskelle i relation til den anvendte halmmængde, idet forskellen i den daglige tilvækst mellem forsøgs- og kontrolhold var på 4-6% i kontrolholdenes favør, hvad enten der var tilsat 15 eller 30% ludet halm. Derimod viste foderudnyttelsen nogen variation, idet en halmmængde på 20% medførte et mindre forbrug af FE pr. kg tilvækst på 5%, medens 30% halm i foderblandingen medførte en stigning i foderforbruget på 6%. Den daglige foderoptagelse var størst, når der indgik 30% halm i foderblandingen, men forskellen mellem de enkelte forsøgs- og kontrolhold var kun i størrelsesordenen 0-3%. Sundhedstilstanden var påvirket i positiv retning i holdet, som fik 20% af foderet som halm, medens der ikke var tydelige reaktioner i de øvrige forsøg.

Disse forskelle mellem forsøgsresultaterne i 1977 og 1978 ved anvendelse af halm i foderet til ungkaniner kan muligvis skyldes en forskel i kvaliteten af den anvendte halm, selv om der i alle forsøg er anvendt bygghalm, men vejrliget i vækst- og høstperioden kan formentlig påvirke kvaliteten. Det er ganske tydeligt, at de særdeles gode resultater, der blev opnået ved anvendelse af halm fra høsten i 1976, hvor sommeren var usædvanlig regnfattig, ikke kunne opnås ved anvendelse af halm fra høstårene 1977 og 1978.

Fordelen ved at anvende ludet halm fremfor ubehandlet halm er i alle forsøgene ganske tydelig, når der er iblandet 20% halm eller mere, idet forskellen i daglig tilvækst mellem forsøgs- og kontrolhold er mindst, når halmen er ludet. Tilsvarende resultater er noteret af Saxena et al. (1971) ved forsøg med voksende lam, hvor der var signifikant forskel i daglig tilvækst og foderudnyttelse ved anvendelse af ludbehandlet halm frem for ubehandlet halm, men i disse forsøg udgjorde halmen op til 66% af den samlede foderration.

Javed & Donefer (1970) fandt ligeledes i forsøg med lam en væsentlig lavere daglig tilvækst ved anvendelse af ubehandlet fremfor NaOH-ludet halm. I disse forsøg blev noteret en forskel i daglig tilvækst på godt 20%, når halmen indgik på bekostning af lucernegrønsmel, selv om proteinniveauet justeredes ved hjælp af sojaskrå. Den store reduktion i den daglige tilvækst skal dog ses på baggrund af, at halmen udgjorde op til 85% af foderet. I de danske forsøg med kaniner reduceredes den daglige tilvækst med ca. 5%, når en tilsvarende udskiftning omfattede fra 15 til 30% af foderet.

Da foderblandingerne indhold af råfedt generelt sænkes med 0,5-0,8% ved tilsætning af 20% halm, blev det besluttet at gennemføre et forsøg, hvor der foruden halmen blev tilsat 2% sojabønner for at hæve foderets indhold af råfedt (Jensen & Rasmussen, 1983). Resultaterne fra dette forsøg er anført i tabel 4.3, hvor det ses, at dyrene ikke reagerede positivt på det øgede fedtindhold i foderblandingen. Dette kan nok forbavse i betragtning af, at indholdet af råfedt før tilsætningen var på 2,6%, men øgedes til 3,6% efter tilsætning af sojabønner. Den normalt benyttede foderblanding indeholder 3,2%, hvilket er i overensstemmelse med bl.a. Scheelje et al. (1975), der angiver 3% som et passende indhold i en fuldfoderblanding til kaniner.

Tabel 4.3 Tilskud af sojabønner til foderblanding med ludet halm.

Supplement of soya beans to feed mixture including treated straw.

	Kontrol- hold <i>Control group</i>	Forsøgs- hold <i>Test group</i>
NaOH-ludet halm i foderblanding, % <i>NaOH-treated straw in the feed mixture, %</i>	0	20
Sojabønner i foderet, % <i>Soya beans in the feed mixture, %</i>	0	0
Råfedt i tørstoffet, % <i>Ether extract in DM, %</i>	3,2	2,6
Antal dyr i forsøget <i>No. of youngs</i>	81	109
Daglig tilvækst, forholdstal <i>Daily live weight gain, rel.</i>	100	98
FE/kg tilvækst, " <i>FE per kg gain</i>	100	110
Foderoptagelse pr. dyr/dag " <i>Feed intake per young per day</i>	100	105
Døde og udsatte " <i>Mortality</i>	100	96

Forsøget viste, som flertallet af de tidligere gennemførte forsøg med ungdyr, at den daglige tilvækst reduceredes svagt ved iblanding af ludet halm i foderet, og denne reduktion blev ikke mindre ved tilsætning af sojabønner. Det øgede fedtindhold havde tilsyneladende en negativ indflydelse på foderets fordøjelighed idet forbrug af FE pr. kg tilvækst blev væsentlig øget, ligesom den daglige foderoptagelse blev 9% større ved denne tilsætning. Derimod havde sojabønnerne en positiv effekt på sundhedstilstanden, idet dødeligheden var 8% mindre i holdet, der fik sojabønner i foderet end i normalholdet og 4% lavere end i holdet, der fik ludet halm, men ikke sojabønner i foderblandingen.

5 NaOH-BEHANDLET BYGHALM I FODERET TIL AVLSKANINER

Kaniner har et forholdsvis kort generationsinterval, idet hunnerne kan parres i 4-måneders alderen og således føde 1. kuld, når de er 5 måneder gamle. Hannerne er lidt senere udviklet, og er først kønsmodne i 6-måneders alderen. Alderen kan dog for begge køn variere lidt efter race og opvækstbetingelser, men i en normal slagtedyrsproduktion må der regnes med disse alderstrin, hvis der skal opnås optimal drægtighedsprocent og kuldstørrelse.

Bortset fra en reduceret parringsvillighed og ægløsning i fældeperioderne, især i efterårsfældningen har kaninen ikke årtidsbestemte brunstperioder, hvorfor den med det korte generationsinterval er velegnet til sådanne forsøg, som skal udstrækkes over flere generationer. Det var derfor naturligt at anvende disse dyr i en undersøgelse over den NaOH-ludede halms eventuelle uheldige virkninger på dyrenes sundhedstilstand og reproduktion som følge af den i halmen værende ludrest.

I det af Landbrugs- og Miljøministeriet udarbejdede halmforskningsprogram af 8. februar 1978 blev der ansøgt om midler til gennemførelse af et sådant 5-årigt forsøg med kaniner. Da de nødvendige midler var bevilget, kunne staldindretningen gennemføres i 1979-80 og dyrene indsættes i efteråret 1980.

Grundstammen i avlsmaterialet overførtes fra den af Fællesudvalget til Kaninavlens Fremme ejede forsøgsstation i Nordrup ved Ringsted og bestod af 37 unge avlshunner og 10 avlshanner af racen Hvid Land. Dyrene deltes i 2 linier, som hver udvidedes til at omfatte 35-40 hunner.

5.1 Forsøgsplan

Referencelinien blev over alle generationer fodret med en normalfoderblanding, som indeholdt 80 FE pr. 100 kg foder, 15% råprotein

og i tørstoffet ca. 14% træstof. Sammensætningen af denne foderblanding er resultatet af flere forsøg ved afdelingen for forsøg med fjerkræ og kaniner, hvor der i forsøg med forskelligt sammensatte foderblandinger med denne blanding er opnået de bedste resultater, hvad angår ungdyrenes daglige tilvækst og foderudnyttelse, ligesom det er påvist, at denne blanding tilgodeser aminosyrebehov og proteinbehov i drægtigheds- og diegivningstiden (Jensen, 1977; Jensen & Tuxen, 1984).

Forsøgslinien blev fodret med en foderblanding, hvor en del af lucernegrønmelet samt hele indholdet af havre var erstattet af 25% ludet halm, byg og sojaskrå.

I begge linier fodredes alle dyr - såvel opdræt som avlsdyr - med pågældende linies foderblanding fra de ca. tre uger gamle begyndte at optage fast foder og til de afgik til slagteriet enten som ungdyr eller efter af være anvendt i avlen. For at bevare det genetiske niveau uændret gennem hele forsøgstiden skulle der efter hvert avlsdyr udtages én han og én hun til næste generations avlsdyr, således at denne del af besætningen ville bestå af lige mange dyr af hvert køn. Det praktiseredes således, at hannen blev udtaget fra 1. kuld og hunnen fra 2. kuld, idet aldersforskellen ved kønsmodenhedens indtræden medførte, at hanner og hunner fra samme generation således kunne indsættes i avlen på samme tidspunkt. Udvælgelsen inden for kuldet skete ved at udtage et dyr, der ved 2-måneders alderen havde opnået en vægt svarende til kuldets gennemsnitsvægt ved denne alder. Når hunnen havde født 2 kuld, blev den slagtet, da staldens kapacitet ikke gjorde det muligt at beholde dyrene længere, og der ønskedes så mange generationer som muligt inden for den afsatte projekttid.

Desværre var det ligeledes af pladshensyn ikke muligt at opretholde kravet om at have samme antal avlshanner og avlshunner i den enkelte generation, hvorfor forsøgsplanen måtte ændres til, at hver han skulle parres med tre hunner. Hannerne udvalgte tilfældigt efter hver 3. hun og fremgangsmåden ved udvælgelse i kuldet var som hidtil baseret på, at vægten skulle være på niveau med kuldets gennemsnitlige vægt.

Såvel avlshanner som avlshunner er kun benyttet inden for ophavslinien i de enkelte generationer, men da det blev muligt at nå at

medtage en 6. og en 7. generation, blev sidstnævnte delt i 4 linier, således at halvdelen af kuldene overførtes til en ny linie, hvor dyrene ved fravænningsperioden blev fodret med den anden linies foder. Denne opdeling ville gøre det muligt at undersøge om der kunne registreres forskelle i væksthastighed og sundhedstilstand ved foder-skift efter fodring med samme foder over 6 generationer og om der var sket en tilvænningsperiode til foder med ludet halm.

Kuldstørrelsen hos kaniner kan variere fra 1 til 16 unger ved fødsel, og kun 78% af kuldene omfattes af intervallet 6-11 unger (Jensen, 1977). Det var derfor nødvendigt at regulere ungetallet ved at fjerne de svageste unger i de største kuld. Hver hun beholdt derfor kun 8 unger i dieperioden, så ungerne kunne få en så ensartet start som muligt. Dette vil dog også umiddelbart kunne opfattes som forskelsbehandling, idet der i de største kuld sker en frasortering af de svageste unger, men dette er ens for begge linier. Normalt er det således, at ved fødselen er unger i relativt små kuld større og mere ensartede af størrelse end ungerne i store kuld. Der blev således udelukkende tilstræbt en bedre ligestilling af kuldene i perioden fra fødsel til fravænningsperiode.

Ungerne fravænnedes i en alder af 37 dage, hvor unger af forsøgsstationens type af racen Hvid Land normalt vejer 700-900 g. Ved fravænningsperioden mærkes ungerne med fortløbende numre i venstre øre, vejes og indsættes i ungdyrstalden, hvor det enkelte kuld deles efter køn, idet det kan give uro i burene, hvis lidt større unger af forskelligt køn går sammen.

Vejningen ved fravænningsperioden angiver periodens begyndelsesvægt, idet opdrætningsperioden omfatter tidsrummet fra fravænningsperiode til slagtevægten er nået. Efter ca. 1 måneds forløb vejedes dyrene påny og ved denne vejning blev de kommende avlsdyr udpeget. Den sidste ungdyrvejning blev foretaget umiddelbart før afgang til slagteriet. På grundlag af første og sidste vejning og vægten ved disse vejninger beregnedes den daglige tilvækst for denne periode.

Foderet tildeltes avlsdyrene i en mængde af 130 g pr. dyr pr. dag i goldperioden og efter ædelyst i dieperioden, hvor der blev fortrækket op til 400-500 g foderpiller og 10 g sojaskrå pr. dyr pr. dag.

Ungerne havde adgang til foderpiller fra de ved ca. 3 ugers alderen forlod reden og begyndte at optage fast føde. Før fravænningsperioden blev

foderet ikke udvejet, medens det efter fravænningsperioden udvejedes i portioner af 2,5 kg, der svarer til rumindholdet i siloen over det enkelte fodertrug. Tilbagevejning af foderrester blev kun foretaget ved opdrætningsperiodens slutning, når ungdyrene afgik til slagteriet og hvor de dyr, der var udtaget til avl begyndte at få foderet rationeret.

Fra de to liner blev der af forsøgets 3. og 5. generations ungdyr udtaget henholdsvis 14 og 30 dyr til fordøjelsesforsøg på afdelingen for dyrefysiologi ved Statens Husdyrbrugsforsøg, og fra ungdyrene i de samme generationer blev udtaget blodprøver til analyse af blodets indhold af mineralstoffer. Knoglernes indhold af mineralstoffer blev undersøgt på underarmens knogler fra dyr af 5. generation og fra samme generation blev der efter slagtingen udtaget nyrer til histologiske undersøgelser for vævsforandringer. Denne sidste undersøgelse skulle også have været foretaget på nyrer fra 3. generations dyr, men dette måtte af forskellige grunde opgives efter at et fåtal af nyrene var blevet undersøgt. Endvidere blev der fra såvel 3. som 5. generation foretaget smagsbedømmelse på kød fra dyr af begge linier.

5.2 Foderets sammensætning og foderværdi

Foderblandingen blev i alle forsøgsårene fremstillet af A/S Shell Farm, der er beliggende i nærheden af forsøgsstationen. Bortset fra et enkelt parti i det første forsøgsår har de to foderblandinger haft den i tabel 5.1 anførte sammensætning.

I flere forsøg er det som anført af Jensen & Tuxen (1982) påvist, at kaninerne vokser bedre, når foderblandingen indeholder havre, end hvis kornindholdet alene udgøres af byg. Det ønskede træstofindhold på 14-18% af tørstoffet kan også vanskeligt opnås i blandinger uden halm, medmindre kornindholdet helt eller delvist består af havre. Forsøgsstationens kontrol-foderblanding indeholder derfor 30% af denne kornart, der sammen med hvedeklid og delvis afskallet solsikkeskrå sikrer træstofindholdet. Grønmelet vil også normalt kunne bidrage til at holde det ønskede træstofindhold, men i dette fodermiddel kan træstofindholdet variere efter planternes udviklingstrin, hvilket kan gøre det vanskeligt at nå det ønskede træstofindhold i fuldfoderet, når grønmel udgør en væsentlig del af blandingen.

Tabel 5.1 Foderblandingerne sammensætning, %
The composition of the feed mixture, %

Foderblanding	Feed mixture	LH Test	E Control
NaOH-ludet bygghalm	NaOH-treated barley straw	25,0	0
Byg	Barley	32,6	16,0
Havre	Oats	0	30,0
Grønmeal	Grass meal	5,8	28,9
Hvedeklid	Wheat bran	10,0	10,0
Melasse, sukkerrør	Molasses, sugar-cane	3,2	1,2
Sojaskrå, toasted	Soya bean meal	13,5	4,0
Solsikkeskrå	Sunflower meal	8,0	8,0
Mineralblanding	Minerals	1,9	1,9

Hvedeklid udgør 10% af foderblandingen og heri er tilsat vitaminblanding, således at foderet indholder 8 i.e. A-vitamin og 2 i.e. D₃-vitamin pr. g foder, desuden er der tilsat B₂- og E-vitaminer. I mineralstofblandingen udgør dikalciumfosfat, kalciumkarbonat og kogesalt 91% af blandingen, medens de resterende 9% omfatter mineralerne jern, jod, kobber, mangan og zink.

Fuldfoderblandingen blev pilleteret i 4 mm piller, og der blev benyttet samme pillestørrelse til såvel avlsdyr som opdræt.

Tabel 5.2 Foderblandingerne kemiske sammensætning.
Gennemsnit af 22 prøver pr. blanding.
Chemical composition of the feed mixture.

Foderblanding	Feed mixture	LH Test		E Control	
I tørstof, %	In DM, %	Gens.	SD	Gens.	SD
Aske	Ash	7,64 ± 0,56		7,44 ± 0,86	
Råprotein	Crude protein	16,52 ± 1,51		16,29 ± 1,05	
Råfedt	Ether extract	2,67 ± 0,35		3,51 ± 0,34	
Træstof	Crude fibre	15,58 ± 0,93		12,76 ± 0,82	
N-frie ekstr.st.	N-free extracts	46,55 ± 1,54		49,22 ± 1,85	
Tørstof, %	DM, %	88,96 ± 1,01		89,22 ± 1,17	
FE pr. kg foder	FU per kg feed	0,81 ± 0,04		0,82 ± 0,02	

I tabel 5.2 er anført de gennemsnitlige analyseresultater for 22 analyser af hver af de to foderblandinger. Det ses, at % aske i de to blandinger er meget nær ens, hvilket viser, at den ludede halm kun har givet en minimal forøgelse af askeindholdet.

Med hensyn til indholdet af såvel råfedt som træstof var der nogen forskel mellem de to blandinger. Det sidste beror på, at træstofindholdet i kontrolfoderet var lidt lavere end normalt for denne blanding, men variationen synes ikke at følge årstiden i så høj grad, som det måske kunne forventes i en foderblanding, med 30% grønmel og standardafvigelsen på gennemsnittet er da også meget nær ens i de to blandinger. Træstofindholdet er dog i begge blandinger inden for det anbefalede interval.

Variationen i indholdet af råprotein var størst i forsøgsblandingerne, hvilket bekræfter erfaringerne med ludet halm i foderblandingen til ungdyr, hvor det var klart, at selv om en del af grønmellet erstattedes af ludet halm og proteinfoder, kunne der alligevel forekomme en ikke uvæsentlig variation i de enkelte foderblandingers kemiske sammensætning.

Indholdet af kalcium og fosfor var ens i de to blandinger, hvor der i tørstoffet var 0,72% kalcium og 0,70% fosfor. Dette er ikke på linie med det ønskede niveau, der foreskriver et forhold på 1,3:1 (Scheelje et al. 1975), men dyrene synes dog ikke at være påvirket af at forholdet her var 1:1. Indholdet af natrium var ligeledes på 0,72% i forsøgsblandingen med en variation fra 0,5 til 1,0% af tørstoffet. I kontrolfoderet viste analyserne i gennemsnit 0,32% natrium eller knap halvdelen af indholdet i forsøgsblandingen.

5.3 Reproduktion

Hunkaninens brunstcyklus er på 17 dage og normalt er drægtighedsprocenten høj, men i forbindelse med forårs- og efterårsfældningen er parringsvilligheden reduceret, og det kan især i månederne oktober og november være vanskeligt at få hunnerne ifolet. Når det lykkes er kuldene som oftest væsentlig mindre end på øvrige årstider, hvilket tyder på, at i denne periode er ægløsningen af mindre omfang end normalt. Fældeperioden kan have en meget forskellig længde afhængig af bl.a. de klimatiske forhold, idet en langvarig periode med høj

luftfugtighed kan forlænge fældetiden. Dette var i forsøget især mærkbart i årene 1981 og 1984. Modsat synes det, som om en tidligt forekommende frostperiode med tør luft kan forkorte fældeperioden. Der blev i forsøget ialt indsat 259 avlshunner i E-linien og 247 i LH-linien. Tilsammen er der i de to linier født 847 levende kuld ud af 937 parringer. Der var 5 kastninger i E-linien og 10 i LH-linien. Det vil som oftest sige unge hunner der føder ungerne uden for redekassen. Når kastningerne medregnes var drægtighedsprocenten på 92, og den var i de to linier på henholdsvis 91,7 og 92,3.

Tabel 5.4 Reproduktion

• *Reproduction*

Linie E	<i>Control group</i>	Generation, nr.					
		1	2	3	4	5	6 Total
Antal parringer	<i>No. of matings</i>	57	72	79	83	92	86 469
Antal folinger	<i>No. of litters</i>	51	64	76	75	82	77 425
Antal kastninger	<i>No. of castings</i>	1	0	0	2	0	2 5
Drægtighedsprocent	<i>Fertile, %</i>	91	89	'96	93	89	92 92
<u>Ant. unger pr. kuld <i>Litter size, av.:</i></u>							
Ved fødsel	<i>At birth</i>	8,0	8,4	8,1	8,9	8,8	9,1 8,6
Ved fravæning	<i>At weaning</i>	7,0	7,1	6,7	6,7	6,9	7,0 6,9

Linie LH	<i>Test group</i>						
		1	2	3	4	5	6 Total
Antal parringer	<i>No. of matings</i>	54	65	75	92	91	91 468
Antal folinger	<i>No. of litters</i>	48	59	65	81	85	84 422
Antal kastninger	<i>No. of castings</i>	0	3	2	0	1	4 10
Drægtighedsprocent	<i>Fertile, %</i>	89	91	88	88	95	97 92
<u>Ant. unger pr. kuld <i>Litter size, av.:</i></u>							
Ved fødsel	<i>At birth</i>	8,7	8,1	8,0	8,2	8,3	9,0 8,4
Ved fravæning	<i>At weaning</i>	7,2	6,7	7,0	7,0	7,1	7,4 7,1

Antallet af unger i kuldene ved foling synes at være lidt større i kontrollinien end i forsøgslinien med henholdsvis 8,6 og 8,4 unger i gennemsnit, men forskellen er ikke statistisk sikker. Ved fravæningen er forskellen i kuldstørrelse udlignet, idet de største kuld straks efter folingen reduceres til 8 eller 9 unger, og heri ligger

årsagen til, at kuldene ved fravæning gennemsnitligt er på samme størrelse i de to linier, men der er ikke fundet entydige forskelle i mellem de to liniers reproduktionsegenskaber med relation til foderblandingerne. En iøvrigt alsidig sammensat fuldfoderblanding kan således udmærket indeholde 25% natriumhydroxyd-ludet halm, uden at det påvirker drægtighedsprocent og ungetal.

5.4 Hunnernes alder ved foling

I det første forsøgsår blev besætningen angrebet af smitsom tarmbetændelse, som især var generende i LH-linien, og denne linies følgende generationer blev forsinket i reproduktionsforløbet i forhold til E-linien. Der kan derimod ikke påvises en sikker relation mellem det tildelte foder og reproduktion eller alder ved første foling. Som det fremgår af tabel 5.4 er LH-liniens hunner dog gennemsnitligt et par dage ældre ved foling end E-liniens hunner, men forskellen er ikke entydig, idet 2., 3. og 6. generations hunner var yngre ved første foling i LH-linien end i E-linien. I 2. og 6. generation var LH-liniens hunner tilsvarende yngre ved 2. foling end E-liniens hunner, men den påviste forskel skal formentlig først og fremmest søges i om parringerne i pågældende generation skulle påbegyndes i fældetiden, idet især fældning kunne øge alderen ved første foling i de enkelte generationer.

Tabel 5.5 Avlshunnernes alder ved henholdsvis 1. og 2. foling, dg.

Age of the does at 1st and 2nd kindling, days.

Gene- ration	E Test			LH Control		
	Antal dyr	Alder, dage ved		Antal dyr	Alder, dage ved	
		1. fol.	2. fol.		1. fol.	2. fol.
1	35	206+46	284+48	32	214+51	288+56
2	38	176+42	244+47	37	169+19	255+39
3	41	178+29	248+35	43	176+25	255+44
4	42	188+41	310+73	41	207+58	307+71
5	47	183+42	275+55	41	188+38	281+66
6	56	198+50	275+30	53	181+30	261+40
Gens. Av.	259	186+40	272+51	247	188+38	276+53

6 RESULTATER FRA UNGDYRKONTROLLEN

6.1 Sundhedstilstanden

Der blev født 6 generationer af ungdyr omfattende 2830 fravænnede dyr i E-linien og 2812 i LH-linien. Disse dyr indgik i ungdyrforsøget. Kontrolperioden afsluttedes, når slagtevægten var nået og omfattede da henholdsvis 2676 og 2707 dyr i de to linier. Døds- og udsætteprocenten var således størst i E-linien, hvor 5,4% af de indsatte dyr døde eller måtte udsættes, medens det tilsvarende tal for LH-linien var 3,7%. Det er således påvist, at halmindholdet i foderet til LH-holdet har haft en positiv effekt på sundhedstilstanden, når forsoget ses i sin helhed. De to første generationer var præget af, at besætningen blev angrebet af smitsom tarmbetændelse, som ramte begge linier hårdt, men fra 3. til 6. generation var sundhedstilstanden overordentlig god med en så lille dødelighed som fra 1,4 til 2,5% i LH-linien, medens den bortset fra 3. og 4. generation var lidt højere i E-linien. Den lave dødelighed i dette forsøgs seneste generationer kan muligvis henføres til, at halmindholdet i foderet har givet en bedre foderstruktur, som har haft en gunstig indflydelse på fordøjelsen, og det har i denne forbindelse næppe haft betydning, at halmen var ludbehandlet, idet de i tabel 4.2 refererede forsøg ikke viste forskelle i sundhedstilstanden ved fodring med foderblandinger indeholdende henholdsvis 20% ubehandlet og 25% ludbehandlet halm.

6.2 Vækst og foderforbrug

Ungerne fravænnedes ved en alder fra 35 til 40 dage og de blev da vejjet og indsat i ungdyrstalden, hvor de atter blev vejjet efter en måneds forløb og igen umiddelbart før afgang til slagteriet. I begge linier var den gennemsnitlige fravænningsalder på 38 dage og slutalderen var 83 dage, således at den egentlige kontrolperiode var på 45 dage.

Tabel 6.1. Vækstresultater, foderforbrug og dødelighed

Growth rate, feed conversion and mortality

Hold E. Generation	Control group. Generation	1	2	3	4	5	6	Total
Antal dyr v. beg.	No. of youngs, initial	359	449	510	490	555	467	2830
Antal dyr v. slutn.	No. of youngs, final	311	412	498	482	529	444	2676
Døde og udsatte, %	Mortality, %	13,4	8,2	2,4	1,6	4,7	4,9	5,4
Alder ved beg. dage	Age, initial, days	36	38	39	39	39	39	38
Alder ved slutn. dage	Age, final, days	80	85	84	83	84	83	83
Vægt ved beg., kg	Weight, initial, kg	0,83	0,84	0,89	0,90	0,86	0,87	0,87
Vægt ved slutn., kg	Weight, final, kg	2,59	2,60	2,63	2,62	2,62	2,60	2,62
Daglig tilvækst, g	Av., daily gain, g	40,0	37,1	39,0	38,8	39,2	39,0	38,8
FE pr. kg tilvækst	FU per kg gain	2,69	2,80	2,90	2,86	2,67	2,83	2,79
Foder pr. dyr/dag, g	Feed/young/day, g	137	122	135	135	129	131	132

Hold LH. Generation	Test group. Generation	1	2	3	4	5	6	Total
Antal dyr v. beg.	No. of youngs, initial	244	415	483	574	572	524	2812
Antal dyr v. slutn.	No. of youngs, final	200	398	474	562	564	509	2707
Døde og udsatte, %	Mortality, %	18,0	4,1	1,9	2,1	1,4	2,9	3,7
Alder ved beg. dage	Age, initial, days	36	38	39	39	39	39	38
Alder ved slutn. dage	Age, final, days	79	85	83	82	83	85	83
Vægt ved beg., kg	Weight, initial, kg	0,81	0,86	0,92	0,94	0,91	0,85	0,88
Vægt ved slutn., kg	Weight, final, kg	2,59	2,58	2,63	2,62	2,61	2,58	2,61
Daglig tilvækst, g	Av., daily gain, g	40,7	37,0	39,1	39,4	38,9	37,2	38,4
FE pr. kg tilvækst	FU per kg gain	2,57	2,84	2,97	2,81	2,80	2,98	2,83
Foder pr. dyr/dag, g	Feed/young/day, g	136	129	143	138	136	138	137

Ungernes vægt ved fravænnning afhænger af flere forhold som f.eks. kuldstørrelse, arvelige egenskaber for vækst, moderens mælkeydelse og fravænningsalderen. Den gennemsnitlige fravænningsvægt var 0,87 kg i E-linien og 0,88 kg i LH-linien, men i begge linier ses en variation på fra 0,6 til 1,0 kg. Alderens indflydelse på fravænningsvægten havde navnlig betydning i den koldeste vinterperiode hvor ungerne ønskedes lidt større, inden de flyttedes fra redeburene over i ungdyrstalden. Slagtevægten var fastsat til 2,6-2,7 kg, idet slagteriet ønskede slagtedyr i denne størrelse.

Den daglige tilvækst var højest i 1. generation med 40 g i E-linien og 40,7 g i LH-linien, men som følge af den nævnte sygdomsperiode blev den daglige tilvækst lavere i 2. generation, hvor den i begge linier var på 37 g, derefter var den i de følgende generationer på 39 g undtagen i LH-liniens 6. generation, hvor der var en nedgang til 37 g. Totalt for de 6 generationer blev den daglige tilvækst på 38,8 g i E-linien og 38,4 g i LH-linien, hvilket er en så minimal forskel, at når det tages i betragtning, at sundhedstilstanden var bedst i LH-linien, må det formentlig betegnes som en fordel for ungdyrene som helhed, at foderet har indeholdt 25% ludet halm, idet den i tidligere forsøg bemærkede nedgang i daglig tilvækst på ca. 5% ikke fremkom i dette langvarige forsøg.

Tabel 6.2 Variationen i den daglige tilvækst
Average and standard deviation

Generation	<u>E Control</u>		<u>LH Test</u>	
	g, dgl. tilv.	±	g, dgl. tilv.	±
<i>Generation</i>	<i>av. daily gain</i>	<i>SD</i>	<i>av. daily gain</i>	<i>SD</i>
1	40,0	5,3	40,7	4,5
2	37,1	4,0	37,0	3,8
3	39,0	4,1	39,1	4,2
4	38,8	4,2	39,4	4,5
5	39,2	3,8	38,9	4,3
6	39,0	3,8	37,2	4,2
Total	38,8	4,2	38,4	4,2

Variationen i den daglige tilvækst var på samme niveau i de to linier, men spredningen på gennemsnittet, som er anført i tabel 6.2 giver indtryk af, at variationen har været aftagende igennem de 6 generationer i kontrollinien, medens den har været uændret i forsøgsperioden i LH-linien.

Forbruget af FE pr. kg tilvækst var praktisk taget ens i de to linier med 2,79 i E-linien og 2,83 i LH-linien. I 1. generation var forbruget af FE pr. kg tilvækst lidt lavere end i de følgende generationer, men dette må ses i forbindelse med en lidt højere daglig tilvækst i denne periode, hvor der blev benyttet foderblandinger med et lidt højere energiindhold end i de følgende generationer.

Forbruget af kg foder pr. kg tilvækst varierede ligesom den daglige foderoptagelse kun lidt i løbet af forsøgsperioden inden for de to linier, men foderoptagelsen var gennem hele perioden 5 g højere pr. dyr pr. dag i LH-linien end i E-linien.

Der kan således ikke i dette forsøg påvises væsentlige forskelle med hensyn til væksthastighed og foderforbrug ved at erstatte 25% af foderblandingsens indhold af byg, havre og grønmel med NaOH-ludet bygghalm og sojaskrå.

6.3 Skift mellem de to foderblandinger

For at undersøge, hvorledes dyrene efter 6 generationers forløb ville reagere på skift fra kontrolfoder til forsøgsfoder og omvendt, blev det besluttet at dele 7. generation i 4 linier, således at halvdelen af dyrene forblev på den oprindelige linie, medens halvdelen af dyrene fodredes med den anden linies foder. Desværre blev materialet af LH-dyr ikke så stort, som det kunne ønskes, idet denne linie helt tilbage fra 1. generation var blevet forsinket i forhold til E-linien, men materialet viser dog nogle forskelle i sundhedstilstand og vækstresultater, som svarer til resultaterne fra de første 6 generationer, omend udslagene synes at være mere markante i denne 7. generation.

Skiftet fra E-foder til LH-foder gav for E-liniens afkom en reduktion i den daglige tilvækst fra 38,6 til 37,4 g, medens skiftet til E-foder for LH-liniens afkom gav en nogenlunde tilsvarende stigning. I de 4 linier var den daglige tilvækst lavest i LH-linien, som fortsat blev fodret med LH-foderblanding, men denne linie havde til gengæld ingen døde og udsatte dyr, medens der var 4,4% i E-linien, fodret med E-foderblanding. Foderforbruget var meget nær ens i de to linier, der fodredes med E-blandingen og det samme var tilfældet i de to linier, der fodredes med LH-blandingen, uanset om dyrene var overført fra den modstående linie eller ej. Opdeling i 4 linier viste således klart, at sundhedstilstanden var bedst, men væksthastigheden blev lidt lavere hos ungdyr fodret med LH-foderet, end når dyrene blev fodret med E-foder. Der kunne ikke påvises nogen umiddelbar reaktion på dette foderskifte i form af vægning ved at æde det tildelte foder.

Tabel 6.3 Vækstresultater efter foderskift fra normalfoder til
forsøgsfoder og omvendt
*Growth rate after change from control feed to test feed
and from test feed to control feed*

Foder før ændring	<i>Feed before change</i>	E	E	LH	LH
Foder efter ændring	<i>Feed after change</i>	E	LH	LH	E
Antal dyr v. beg.	<i>No. of youngs, initial</i>	180	145	81	56
Antal dyr v. slut.	<i>No. of youngs, final</i>	172	141	81	54
Døde og udsatte, %	<i>Mortality, %</i>	4,4	2,8	0	3,6
Alder v. beg. dage	<i>Age, initial, days</i>	39	38	38	39
Alder v. slut. dage	<i>Age, final, days</i>	83	85	85	85
Vægt v. beg., kg	<i>Weight, initial, kg</i>	0,87	0,82	0,85	0,84
Vægt v. slutn. kg	<i>Weight, final, kg</i>	2,59	2,58	2,57	2,58
Daglig tilvækst, g	<i>Av. daily gain, g</i>	38,6	37,4	36,7	37,7
FE pr. kg tilvækst	<i>FU per kg gain</i>	2,89	3,02	3,10	2,95
kg foder/kg tilv.	<i>kg feed/kg gain</i>	3,59	3,77	3,86	3,67
Foder/dyr/dag, g	<i>Feed/young/day, g</i>	138	141	141	138

7 SPECIELLE UNDERSØGELSER OVER UNGDYRENE VÆKST

7.1 Kønnets indflydelse på væksten

I de to linier er der for hvert køn foretaget en opgørelse over ungdyrenes gennemsnitlige daglige tilvækst i perioden fra fravænnning til slagtning. Materialet omfatter ca. 1500 ungdyr af hvert køn i hver linie, og undersøgelsen viser, at hunddyrene har opnået en lidt højere daglig tilvækst end hannerne. Dette kan virke overraskende, idet det normalt forventes, at dyr af hankøn vokser hurtigst, og resultatet kan kun forklares med, at der er mere uro i hannernes bure end i hunnernes på grund af, at der ofte forekommer slagsmål blandt hannerne. Forskellen var i LH-linien på ca. 1 g i hunnernes favør og på 0,6 g i E-linien.

På baggrund af det store materiale kan forskellen betragtes som meget sikker, selv om der forekommer nogen variation, der må ses på baggrund af, at der er stor forskel i dyrenes temperament. I nogle kuld må hannerne ret hurtigt efter fravænnningen adskilles på grund af slagsmål, medens det i de fleste kuld er muligt at lade dem gå sammen, til de når slagteevægten.

Tabel 7.1 Ungdyrenes vækst i forhold til køn

Av. daily live weight gain in relation to sex

Foderblanding	Feed	E Control		LH Test	
Køn		hanner	hunner	hanner	hunner
<i>Sex</i>		<i>male</i>	<i>female</i>	<i>male</i>	<i>female</i>
Antal dyr v. beg.	<i>No. of youngs, init.</i>	1589	1491	1521	1517
Antal dyr v. slut.	<i>No. of youngs, final</i>	1513	1403	1464	1465
Døde og udsatte, %	<i>Mortality, %</i>	4,8	5,9	3,7	3,4
Alder v. beg., dg.	<i>Age, initial, days</i>	38	38	38	38
Alder v. slut., dg.	<i>Age, final, days</i>	83	83	83	82
Vægt v. beg. kg	<i>Weight, initial, kg</i>	0,86	0,87	0,88	0,88
Vægt v. slutn., kg	<i>Weight, final, kg</i>	2,61	2,62	2,60	2,61
Daglig tilvækst, g	<i>Av. daily gain, g</i>	38,4	39,0	38,3	39,2

Sundhedstilstanden viser ikke en entydig forskel mellem kønnene, idet der i E-linien var lidt højere dødelighed blandt hundyrene end blandt handyrene, medens det omvendte var tilfældet i LH-linien. Der kan således ikke påvises forskelle i livskraft mellem de to køn.

7.2 Ungdyrenes vækst i forhold til moderens kuldnummer

Der er for begge linier lavet en undersøgelse over ungdynenes vækst i hunnernes 1. og 2. kuld. I 1. og 2. generation fødte nogle hunner tre kuld for at få besætningen bragt op på fuld størrelse så hurtigt som muligt. Disse 3. kuld er udeladt i undersøgelsen. Undersøgelsen viser en lidt lavere dødelighed i 1. kuld end i 2. kuld, hvilket kan undre i betragtning af, at begyndelsesvægten, d.v.s fravænningsvægten tenderer til at være størst i 2. kuld, hvilket kan antyde, at mødrene har givet ungerne i 2. kuld en lidt bedre start end ungerne i det første kuld.

Tabel 7.2 Ungdyrenes vækst i forhold til kuldnummer

Daily live weight gain in relation to litter number

Foderblanding	Feed	E Control		LH Test	
Kuldnummer	Litter no.	1	2	1	2
Antal dyr v. beg.	No. of youngs, init.	1519	1359	1571	1338
Antal dyr v. slut.	No. of youngs, final	1455	1296	1523	1290
Døde og udsatte, %	Mortality, %	4,0	4,4	3,0	3,7
Alder v. beg., dg.	Age, initial, days	38	38	38	38
Alder v. slut., dg.	Age, final, days	83	83	83	83
Vægt v. beg. kg	Weight, initial, kg	0,86	0,90	0,89	0,91
Vægt v. slut., kg	Weight, final, kg	2,61	2,62	2,61	2,61
Daglig tilvækst, g	Av. daily gain, g	39,1	39,1	39,0	38,5
FE pr. kg tilvækst	FE per kg gain	2,81	2,79	2,87	2,85
Foder/dyr/dag, g	Feed/young/day, g	133	132	138	136

Den daglige tilvækst fra fravænnning til slagtning var ens, uanset om ungerne kom fra moderens 1. eller 2. kuld, og i overensstemmelse hermed var foderforbruget også ens i de to grupper. Denne undersøgelse viser således, at ved beregning af den daglige tilvækst i fodringsforsøg og afkomsprøver er det ikke nødvendigt at korrigere for, om ungdynene stammer fra hunnernes 1. eller 2. kuld.

8 KVÆLSTOF- OG ENERGIOMSÆTNING

8.1 Materiale og metode

Formålet med det foreliggende arbejde har været at undersøge effekten af natriumhydroxydbehandlet bygghalm på kvælstof- og energiomsætningen hos voksende kaniner. Forsøget omfattede 2 serier (A og B) gennemført i 1980 og 1984 med henholdsvis 3. (serie A) og 5. (serie B) generation af Hvid Land kaniner fra to forsøgslinier. Linie E fodret med en normal kaninfoderblanding og linie LH fodret med en foderblanding indeholdende 25% ludet halm. Sammensætning og kemisk analyse af de anvendte foderblandinger er vist i tabel 8.1.

Tabel 8.1 Foderkomponenter og kemisk sammensætning af forsøgsblandingerne (%), kontrolblanding (E) og testblanding med NaOH-behandlet halm (LH).

Feed components and chemical composition of the experimental diets (%), control diet (E) and diet with NaOH-treated straw (LH).

Serie:	Series	A		B	
Blanding:	Feed	E	LH	E	LH
Byg	Barley	16,0	21,0	16,0	32,6
Havre	Oats	30,0	10,0	30,0	-0-
Grønmel	Grass meal	30,0	5,0	28,9	5,8
NaOH-ludet bygghalm	Treated straw	-0-	25,0	-0-	25,0
Hvedeklid	Wheat bran	10,0	10,0	10,0	10,0
Sojaskrå	Soya bean meal	4,0	14,0	4,0	13,5
Solsikkeskrå	Sunflower meal	8,0	8,0	8,0	8,0
Melasse, sukkerrør	Molasses	-0-	5,0	1,2	3,2
Vitamin- og mineralbl.	Vitamin and min.	2,0	2,0	1,9	1,9
Tørstof	Dry Matter	88,38	87,04	87,67	87,62
Kvælstof	Nitrogen	2,74	2,63	2,66	2,52
Råfedt (Stoldt)	Crude fat	3,84	3,07	4,16	3,61
Træstof	Crude fibre	15,36	15,41	12,82	15,67
Aske	Ash	6,17	6,92	8,68	8,14
Bruttoenergi (kJ/kg)	Energy (kJ/kg)	16740	16158	16140	16073

De i forsøget benyttede foderblandinger havde oprindelig den under serie A viste sammensætning, men på grund af en ret dårlig kvalitet af havre, høstet i 1980, blev blandingerne ændret i serie B. Dyrene ankom til laboratoriet efter fravæning 38 dage gamle og indgik i forsøget ved en alder på omkring 50 dage. Serie A blev gennemført med 14 hunkaniner holdt enkeltvis i opsamlingsbure anbragt i to klimastyrede respirationskamre, med 7 kaniner pr. kammer. I serie B blev 12 hunner og 12 hanner holdt parvis (hun + han) i bure anbragt i de to respirationskamre, således med 16 kaniner (8 bure) pr. kammer. I begge serier var temperaturen omkring 15° C og den relative luftfugtighed lå mellem 60-65%. Der blev gennemført 4 fortløbende balanceperioder i serie A og 5 i serie B, dog er periode III i serie B udeladt på grund af tekniske fejl under opsamlingen. Hver balanceperiode bestod af 7 døgns fodring, opsamling af gødning og urin, og enten 2x24 timers respirationsforsøg i serie A eller 1x24 timers respirationsforsøg i serie B, placeret i midten af hver periode. Foderplanen var baseret på, at dyrene skulle fodres nær ad libitum, men dog ikke så højt at der var risiko for foderrester. Gødning og urin blev opsamlet én gang daglig, vejjet og anbragt i dybfryser indtil den blev analyseret.

Den videre behandling af de udtagne prøver af foderblandinger, gødning og urin har fulgt afdelingens sædvanlige teknik, som beskrevet af Thorbek & Chwalibog (1981). De kemiske analyser af tørstof, aske, kvælstof, træstof og energi blev gennemført, som beskrevet af Weidner & Jakobsen (1962). Råfedt blev analyseret efter Stoldt-metoden (Stoldt, 1957), og kulstof ved hjælp af et Wästhoff-apparat (Neergaard et al. 1969). Måling af varmeproduktionen blev foretaget i afdelingens respirationsanlæg som er beskrevet af Thorbek & Neergaard (1970) og Chwalibog (1985). Varmeproduktionen blev beregnet pr. kanin i 24 timer ud fra det totale luftstofsforbrug i hvert kammer med korrektion for individuel metabolisk legemsvægt (W , kg^{0.75}). Beregningerne over energiomsætningen blev foretaget med anvendelse af de vedtagne konstanter, som anført af Brouwer (1965). Den statistiske behandling af datamaterialet er baseret på Gill (1978) og gennemført ved hjælp af SAS-programmet (Ray, 1982).

8.2 Resultater og diskussion

8.2.1 Foderoptagelse og vækst

Den gennemsnitlige alder og foderforbrug samt protein- og energiop-
tagelse for hver forsøgslinie i serie A og B er vist i tabel 8.2.

Tabel 8.2 Alder og daglig optagelse af foder, råprotein og brutto-
energi. Serie A og B.

*Age and daily intake of feed, crude protein and gross
energy. Series A and B.*

Serie	Blanding	Periode	Alder	Foder	Råprotein	Bruttoenergi
nr.	nr.	nr.	d	g/d	g/d	kJ/d
A	E ¹⁾	I	54	90	15,4	1507
		II	61	111	19,0	1858
		III	68	142	24,3	2377
		IV	75	163	27,9	2729
	LH ²⁾	I	59	90	14,8	1454
		II	66	111	18,2	1794
		III	73	142	23,3	2294
		IV	80	163	26,8	2634
B	E	I	53	80	13,3	1291
		II	60	100	16,6	1614
		IV	74	140	23,3	2260
		V	81	160	26,6	2583
	LH	I	53	80	12,6	1286
		II	60	100	15,8	1608
		IV	74	140	22,1	2250
		V	81	160	25,2	2572

- 1) E: kontrolblanding 2) LH: testblanding med NaOH-behandlet halm
E: control diet LH: test diet with NaOH-treated straw

Da samtlige kaniner var fodret under et ad libitum niveau, var der ingen foderrester, og indenfor hver serie havde begge linier samme foderoptagelse. Kaniner fodret med kontrolblandingen (linie E), i begge serier, havde lidt højere proteinoptagelse (ca. 4-5%) end kaniner fodret med ludet halm (linie LH). Energioptagelsen var 3-5% højere på blanding E, dog kun i serie A. Disse forskelle i protein- og energioptagelsen havde imidlertid ingen effekt på dyrenes tilvækst.

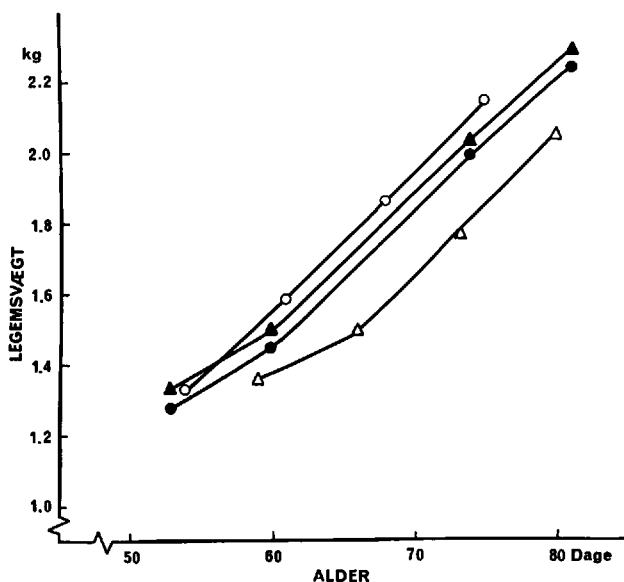


Fig. 8.1 Vækstkurver. Serie A: ○ kontrolblanding (E), △ testblanding med NaOH-behandlet halm (LH), Serie B: ● - E, ▲ - LH.
Growth curves. Series A: ○ control diet (E), △ diet with NaOH-treated straw (LH), Series B: ● - E, ▲ - LH.

Som det fremgår af figur 8.1, viser vækstkurven et jævnt stigende forløb gennem forsøgstiden for begge linier. Den gennemsnitlige legemsvægt i 3. generation (serie A), var ved starten 1327 g (SEM = 11) og 1263 g (SEM = 36) henholdsvis hos linie E og LH, og ved afslutningen 2153 g (SEM = 24) og 2057 g (SEM = 45) svarende til en daglig tilvækst på 39 g i linie E og 37 g i linie LH. Denne forskel var ikke signifikant ($p > 0.05$).

I 5. generation (serie B) var legemsvægten, ved forsøgets start 1280 g (SEM = 48) og 1334 g (SEM = 33), henholdsvis hos linie E og LH, medens slutvægten var 2253 g (SEM = 25) og 2292 g (SEM = 44), svarende til en gennemsnitlig daglig tilvækst på 35 g (linie E) og 34 g (linie LH). I denne serie, ligesom i serie A, var der ingen signifikant ($p > 0.05$) forskel i den daglige tilvækst mellem linierne.

8.2.2 Fordøjelighed

Tabel 8.3 Fordøjelighed af næringsstoffer og energi. Serie A.

Digestibility of nutrients and energy. Series A.

Bl. nr.	Per. nr.	Tørstof % SEM	Org. stof % SEM	Kvælstof % SEM	Råfedt % SEM	Træstof % SEM	Energi % SEM
E ¹⁾	I	63,7 0,60	64,2 0,63	80,4 0,90	71,2 1,00	12,5 1,26	63,3 0,67
	II	62,7 0,70	63,2 0,72	79,0 1,03	80,0 0,56	11,8 1,28	63,0 0,70
	III	60,9 0,62	61,6 0,63	76,3 1,16	76,9 0,87	9,4 1,04	60,7 0,63
	IV	60,7 1,13	62,0 1,16	74,8 1,52	72,1 1,02	10,8 2,60	61,1 1,16
LH ²⁾	I	62,2 0,56	62,5 0,52	80,0 1,27	72,0 1,67	15,3 0,61	61,5 0,59
	II	61,2 0,37	61,4 0,36	80,0 0,62	75,0 0,81	10,5 3,96	61,4 0,36
	III	59,1 0,78	59,3 0,82	77,1 1,01	74,0 1,24	14,1 1,21	58,8 0,84
	IV	59,4 0,60	59,9 0,63	77,6 0,73	69,1 2,34	12,8 1,10	58,9 0,58
E-LH ³⁾	I	1,5	1,7	0,4	-0,8	-2,8	1,8
	II	1,5	1,8*	-1,0	5,0***	1,3	1,6
	III	1,8	2,3*	-0,8	2,9	-4,7*	1,9
	IV	1,3	2,1	-2,8	3,0	-2,0	2,2

1) E: kontrolblanding 2) LH: testblanding med NaOH-behandlet halm

1) E: control diet 2) LH: test diet with NaOH-treated straw

3) Statistisk signifikans af differencer (t-test), * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$,

³⁾ Statistical significance of differences (t-test)*** $p < 0,001$.

Tabel 8.4 Fordøjelighed af næringsstoffer og energi. Serie B.

Digestibility of nutrients and energy. Series B.

Bl.	Per.	Tørstof	Org. stof	Kvælstof	Råfedt	Træstof	Energi
nr.	nr.	% SEM	% SEM	% SEM	% SEM	% SEM	% SEM
E	I	62,2 0,45	64,4 0,40	76,7 1,15	73,5 0,99	20,0 0,40	63,9 0,85
	II	62,3 0,32	64,7 0,31	76,0 0,63	73,3 0,41	21,5 0,91	64,3 0,21
	IV	59,4 0,52	62,1 0,51	71,5 0,60	65,2 0,62	17,8 1,14	61,6 0,47
	V	60,3 0,59	63,0 0,60	71,0 0,88	71,7 0,88	21,2 0,94	62,5 0,55
LH	I	60,6 0,65	61,5 0,66	77,4 1,35	73,1 1,45	20,9 1,18	61,2 0,65
	II	62,8 0,53	64,0 0,53	78,3 0,22	73,0 1,18	25,2 1,46	63,9 0,51
	IV	58,0 0,49	59,2 0,49	73,7 0,34	67,4 1,26	17,6 1,28	59,2 0,46
	V	60,6 0,68	61,8 0,72	74,1 0,32	71,0 0,68	22,9 1,54	61,8 0,74
E-LH	I	1,6	2,9**	-0,7	0,4	-0,9	2,7**
	II	-0,5	1,7	-2,3**	0,3	-3,7*	0,4
	IV	1,4	2,9**	-2,2**	-2,2	0,2	2,4**
	V	-0,3	1,2	-3,1*	0,7	-1,7	0,7

Note som i tabel 8.3

De fundne FK for tørstof og organisk stof må anses for at være lavere end hos andre husdyr, men svarer til de resultater, der er opnået af Jentch et al. (1963) og Thorbek & Chwalibog (1981). Fordøjeligheden af kvælstof og råfedt var omkring 70-80%, betydelig højere end for organisk stof. Den høje FK for fedt kan muligvis hænge sammen med koprofagien, idet tungtopløselige kalciumsalte af fedtsyrer, der dannes i tyndtarmen i første cyklus, kan opløses i mavens sure pH i anden cyklus og derved blive tilgængelig for absorptionen. En lav fordøjelighed af organisk stof kan skyldes mangel på saftfoder. Som vist af Thorbek & Chwalibog (1981), har tilskud af kålroer forøget den samlede rations fordøjelighed i forhold til diæter med tilskud af hø eller græsmel. Dette skyldes muligvis, at saftfoder forøger blindtarmens volumen og vægt (Candau et al. 1979) eller/og, at saftfoder reducerer passagehastigheden (Lebas & Laplace, 1977). En lav fordøjelighed af energi, omkring 60-65% kan dels forklares udfra en lav fordøjelighed af træstof, da denne lavfordøje-

lige fraktion indtog 12-15% af hele blandingen. Træstoffordøjeligheden var mellem 10-15% i serie A og omkring 20% i serie B.

Fordøjelighedskvotienter var generelt ikke signifikant forskellige mellem linie E og linie LH i serie A, medens kaninerne fra 5. generation (serie B) fodret med LH-blanding i nogle perioder havde 4-5% lavere fordøjelighed af organisk stof og energi eller højere FK for kvælstof. Disse forskelle danner dog ingen klar tendens, men synes at være af tilfældig karakter.

Det var karakteristisk for alle målinger, at fordøjeligheden var faldende med dyrenes stigende alder. Dette er umiddelbart overraskende, men kan måske delvis forklares ved en tiltagende mikrobiel aktivitet i blind- og tyktarmen samt reduceret passagehastighed af foderet.

8.2.3 Kvælstofomsætning

Med de anvendte fodermængder (jvf. tabel 8.2) steg kvælstoftilførslen (IN), som vist i tabel 8.5 og 8.6, fra omkring 2,5 til 4,4 g IN/dag i serie A og fra 2,0 til 4,3 g i IN/dag i serie B. Ligeledes steg mængden af fordøjjet kvælstof (DN) fra 2,0 til 3,3 g DN/dag og fra 1,6 til 3,3 g DN/dag i henholdsvis serie A og B.

Kvælstoftabet i gødning (IN-DN) i forhold til optaget kvælstof varierede omkring 25% i begge serier, medens kvælstoftabet i urinen (DN-RN) var væsentlig større end kvælstoftabet i gødningen, og i forhold til IN var der en betydelig variation fra 30 til 40%.

Kvælstofaflejringen (RN) steg indenfor vækstperioden fra 1,0 til 1,7 g RN/dag og fra 0,8 til 1,7 g RN/dag i henholdsvis serie A og B. Det skal understreges, at RN ikke direkte kan omregnes til kød, idet en væsentlig kvælstofmængde findes i pelsen, men denne del er ikke bestemt i de her fremlagte forsøg. Ved en legemsvægt på ca. 2 kg var RN/dag 1,5-1,6 g i serie A og omkring 1,4 g i serie B, hvilket svarer til de værdier, der er fundet af Rigoni et al. (1980) og Thorbek & Chwalibog (1981). I 3. generation af kaniner fodret med ludet halm (serie A) var RN ca. 15% lavere i de første 3 perioder end hos linie E, og denne forskel var høj signifikant. Hos kaniner fra 5. generation (serie B) derimod var forskellen mindre og faldende i period-

erne I-IV. I den sidste periode var der en tendens til en højere kvælstofaflejring hos linie LH.

Tabel 8.5 Kvælstofomsætning. Tilført (IN), fordøjet (DN), og aflejet (RN) kvælstof. Serie A.

Nitrogen metabolism. Intake of nitrogen (IN), digested (DN) and retained (RN) nitrogen. Series A.

Bl.	Per.	IN	DN	RN	RN/IN	RN/DN
nr.	nr.	mg/d	mg/d SEM	mg/d SEM	% SEM	% SEM
E	I	2457	1976 21,9	1141 15,1	46,4 0,60	57,7 0,53
	II	3030	2393 31,4	1379 22,7	45,5 0,76	57,7 1,06
	III	3948	3011 45,7	1707 56,3	43,2 1,44	56,9 2,65
	IV	4417	3303 67,2	1588 83,9	35,9 1,89	48,4 3,17
LH	I	2394	1915 30,6	966 33,2	40,4 1,40	50,4 1,17
	II	2930	2346 18,1	1235 17,4	42,1 0,60	52,7 1,06
	III	3706	2857 37,4	1431 45,7	38,6 1,25	50,1 1,55
	IV	4254	3300 31,4	1527 48,8	35,9 1,13	46,3 1,62
E-LH	I	63	61	175***	6,0**	7,3***
	II	100	47	144***	3,4**	5,0**
	III	242	154*	276**	4,6*	6,8*
	IV	163	3	61	0	2,1

Note som i tabel 8.3

Den gennemsnitlige udnyttelse af det tilførte kvælstof (RN/IN) i serie A var faldende i løbet af vækstfasen, fra 46 til 36% og fra 40 til 36% i henholdsvis linie E og linie LH. I denne generation var forskellen mellem de to linier signifikant i de første 3 perioder. I serie B var kvælstofudnyttelsen omkring 40% med betydelig variation i løbet af væksten. I modsætning til serie A var der ingen signifikant forskel i RN/IN i periode I, II, IV, medens linie LH i periode V havde en signifikant højere kvælstofudnyttelse end linie E. Det aflejrede kvælstof i forhold til fordøjet kvælstof (RN/DN) var signifikant mindre hos linie LH i 3. generation, derimod var der ingen signifikant forskel i 5. generation.

Tabel 8.6 Kvælstofomsætning. Tilført (IN), fordøjet (DN), og aflejret (RN) kvælstof. Serie B.

Nitrogen metabolism. Intake of nitrogen (IN), digested (DN) and retained (RN) nitrogen. Series B.

Bl.	Per.	IN	DN	RN	RN/IN	RN/DN
nr.	nr.	mg/d	mg/d SEM	mg/d SEM	% SEM	% SEM
E	I	2128	1632 10,0	835 12,7	39,2 0,60	51,1 0,53
	II	2660	2022 16,9	1092 15,7	41,0 0,59	54,0 0,61
	IV	3724	2622 22,3	1432 35,0	38,5 0,94	53,8 1,33
	V	4256	3021 43,1	1624 29,5	38,2 0,69	53,8 0,91
LH	I	2016	1561 11,1	762 16,5	37,8 0,82	48,8 0,87
	II	2520	1974 5,7	1058 21,0	42,0 0,84	53,6 0,96
	IV	3528	2602 12,0	1391 56,4	39,4 1,60	53,4 1,98
	V	4032	2988 12,8	1709 43,7	42,4 1,08	57,2 1,17
E-LH	I	112	71***	73**	1,4	2,3
	II	140	48*	34	-1,0	0,4
	IV	106	60*	41	-0,9	0,4
	V	224	33	-85	-4,2**	-3,4

Note som i tabel 8.3

Disse resultater tyder på, at forskellen mellem linie E og linie LH dels blev reduceret i løbet af vækstperioden, og dels skete der en tilpasning til LH diæten over fem generationer, således at begge linier kunne udnytte og aflejre samme kvælstofmængder.

8.2.4 Energiomsætning

Den samlede energiomsætning er vist i tabel 8.7 og 8.8, medens forholdsdata er sammenstillet i tabel 8.9 og 8.10. Målingerne omfattede bruttoenergi (GE), fordøjelig energi (DE), omsættelig energi (ME), varmeproduktion (HE) og aflejret energi (RE) både i protein (RPE) og i fedt (RFE).

Tabel 8.7 Energiomsætning. Fordøjelig energi (DE), omsættelig energi (ME), varmetab (HE), energi aflejret i protein (RPE), energi aflejret i fedt (RFE) og total aflejret energi (RE). Serie A.

Energy metabolism. Digested energy (DE), metabolizable energy (ME), heat production (HE), energy retained in protein (RPE), energy retained in fat (RFE) and total retained energy (RE). Series A.

Bl.	Per.	GE			DE			ME			HE			RPE			RFE			RE		
nr.	nr.	kJ/d			kJ/d			kJ/d			kJ/d			kJ/d			kJ/d			kJ/d		
E	I	1527	967	10,2	920	9,5	567	10,2	170	2,3	183	17,0	353	17,4								
	II	1867	1176	13,2	1120	12,1	720	9,1	206	3,4	194	12,5	400	12,5								
	III	2360	1433	14,7	1360	12,1	879	13,2	255	8,3	226	22,3	481	21,2								
	IV	2698	1648	31,4	1551	8,7	960	12,5	237	12,5	354	34,3	591	28,0								
LH	I	1490	961	8,7	873	8,7	566	21,1	144	4,9	163	18,9	307	18,5								
	II	1785	1096	6,4	1028	4,9	677	24,6	184	2,6	167	18,9	351	21,2								
	III	2269	1334	18,9	1251	17,8	823	24,6	213	6,8	215	22,2	428	20,8								
	IV	2610	1537	15,1	1440	13,2	957	25,7	228	7,2	255	26,8	483	20,8								
E-LH	I	37	51**		47**		1		26***		20		46									
	II	82	80***		92***		43		22***		27		49									
	III	91	99**		109***		56		42**		11		53									
	IV	88	111**		111**		3		9		99*		108**									

Note som i tabel 8.3

I serie A (tabel 8.7) var både DE og ME værdier signifikant højere for linie E end for linie LH med en forskel på omkring 8%. Derimod var der ingen signifikant forskel i HE, og i begge linier steg varmeproduktionen fra ca. 560 til 960 kJ/dag i løbet af vækstperioden. De aflejlrede energimængder er fortrinsvis aflejlret i protein og fedt. Middelværdierne for RPE steg fra 170 til 237 kJ/dag i linie E og fra 144 til 228 kJ/dag i linie LH med signifikante forskelle i perioderne I-III. Imidlertid var RFE kun signifikant forskellig i periode IV med 39% (99 kJ) højere RFE hos linie E. I de første 3 perioder steg RFE fra omkring 170 til 220 kJ/dag hos begge linier i serie A. Energiaflejlringen i fedt udviste betydelige individuelle variationer med CV-værdier fra 17 til 30%. Middelværdierne for RE

steg fra 353 til 591 kJ/dag i linie E og fra 307 til 483 kJ/dag i linie LH. Ligesom RPE, var forskellen kun signifikant i den sidste periode med 22% højere RE i linie E.

Tabel 8.8 Energiomsætning. Fordøjelig energi (DE), omsættelig energi (ME), varmetab (HE), energi aflejret i protein (RPE), energi aflejret i fedt (RFE) og total aflejret energi (RE). Serie B.

Energy metabolism. Digested energy (DE), metabolizable energy (ME), heat production (HE), energy retained in protein (RPE), energy retained in fat (RFE) and total retained energy (RE). Series B.

Bl.	Per.	DE		ME		HE		RPE		RFE		RE	
nr.	nr.	kJ/d	SEM	kJ/d	SEM	kJ/d	SEM	kJ/d	SEM	kJ/d	SEM	kJ/d	SEM
E	I	825	4,5	782	5,4	585	20,9	125	1,9	72	20,5	197	21,5
	II	1038	3,4	986	2,9	657	22,7	163	3,4	166	23,2	329	23,4
	IV	1393	10,5	1324	10,6	908	20,2	214	5,2	203	28,8	416	28,8
	V	1613	14,3	1534	13,2	949	10,9	242	4,4	343	19,5	585	21,9
LH	I	787	8,5	742	8,9	600	14,8	114	2,5	29	10,0	142	9,9
	II	1027	8,3	976	9,0	693	11,8	158	3,1	125	11,7	283	14,2
	IV	1332	10,4	1265	12,0	882	15,1	207	8,4	176	16,0	383	11,4
	V	1588	18,9	1516	20,1	929	24,6	254	6,5	332	26,8	587	24,9
E-LH	I	38**		40**		-15		11**		43		55*	
	II	11		10		-36		5		41		46	
	IV	61**		59**		26		7		27		33	
	V	25		18		20		-12		11		-2	

Note som i tabel 8.3

Energimålingerne i serie B (tabel 8.8) viste, ligesom i serie A, højere DE og ME værdier hos linie E, dog var forskellene kun signifikante i perioderne I og IV. Der var ingen signifikant forskel i HE mellem linierne og den gennemsnitlige HE steg fra ca. 600 til 950 kJ/dag i løbet af vækstperioden. Vedrørende energiaflejringen i serie B havde linie E signifikant højere værdier af RPE og RE i pe-

riode I. Der var imidlertid ingen forskel i de senere perioder, hvor RE steg fra ca. 300 til 600 kJ/dag for begge linier.

Tabel 8.9 Omsættelig energi i relation til bruttoenergi (ME/GE) og varmetab (HE), energi aflejret i protein (RPE), energi aflejret i fedt (RFE) og total aflejret energi (RE) i relation til omsættelig energi. Serie A.

Metabolizable energy in relation to gross energy (ME/GE) and heat production (HE), energy retained in protein (RPE), energy retained in fat (RFE) and total retained energy (RE) in relation to metabolizable energy. Series A.

Bl. nr.	Per. nr.	ME/GE		HE/ME		RPE/ME		RFE/ME		RE/ME	
		%	SEM	%	SEM	%	SEM	%	SEM	%	SEM
E	I	60,3	0,64	61,7	2,19	18,5	0,26	19,8	1,66	38,3	1,55
	II	60,0	0,64	64,4	0,87	18,4	0,26	17,3	1,02	35,6	0,87
	III	57,6	0,49	64,7	1,29	18,7	0,64	16,6	1,47	35,4	1,29
	IV	57,5	0,98	62,0	1,21	15,3	0,91	22,7	1,93	38,0	1,21
LH	I	59,2	0,45	64,8	1,55	16,5	0,42	18,7	2,23	35,2	2,19
	II	57,6	0,26	65,9	2,23	17,9	0,30	16,3	1,93	34,2	2,15
	III	55,1	0,49	65,8	1,66	17,1	0,49	17,2	1,81	34,2	1,78
	IV	55,2	0,49	66,4	1,51	15,8	0,53	17,7	1,89	33,6	1,51
E-LH	I	1,1		-3,1		2,0**		1,1		3,1	
	II	2,4**		-1,5		0,5		1,0		1,4	
	III	2,5*		-1,1		1,6		-0,6		1,2	
	IV	2,3*		-4,4*		-0,5		5,0		4,4*	

Note som i tabel 8.3

Som det er vist i tabel 8.9, faldt omsætteligheden af energien (ME/GE) i serie A fra 60 til 58% i linie E og fra 59 til 55% i linie LH med signifikant højere ME/GE hos linie E. I relation til ME var varmeproduktionen 63% i linie E og 66% i linie LH. Med den lidt højere HE/ME hos kaniner fra linie LH, havde disse dyr en tendens til mindre protein- og fedtenergialejring, dog var de fleste målinger ikke signifikant forskellige i denne generation. Den for-

holdsvis større HE og den deraf følgende mindre RE i forhold til ME i linie LH hænger sammen med en betydelig større vandoptagelse og urinudskillelse for at slippe af med den større mængde Na⁺ fra det lusede halm (Boisen, 1982).

Tabel 8.10 Omsættelig energi i relation til bruttoenergi (ME/GE) og varmetab (HE), energi aflejret i protein (RPE), energi aflejret i fedt (RFE) og total aflejret energi (RE) i relation til omsættelig energi. Serie B.

Metabolizable energy in relation to gross energy (ME/GE) and heat production (HE), energy retained in protein (RPE), energy retained in fat (RFE) and total retained energy (RE) in relation to metabolizable energy. Series B.

Bl. nr.	Per. nr.	ME/GE		HE/ME		RPE/ME		RFE/ME		RE/ME	
		%	SEM	%	SEM	%	SEM	%	SEM	%	SEM
E	I	60,6	0,42	74,8	2,69	15,9	0,16	9,3	2,60	25,2	2,96
	II	61,1	0,18	66,7	2,34	16,5	0,23	16,8	2,34	33,3	2,34
	IV	58,6	0,47	68,6	1,98	16,1	0,36	15,2	2,10	31,4	1,98
	V	59,4	0,51	61,9	1,14	15,8	0,25	22,3	1,11	38,1	1,14
LH	I	57,7	0,69	80,8	1,43	15,3	0,17	3,9	1,39	19,2	1,43
	II	60,7	0,55	71,1	1,32	16,2	0,22	12,8	1,14	28,9	1,32
	IV	56,2	0,53	69,7	0,91	16,4	0,55	13,9	1,32	30,3	0,91
	V	59,0	0,78	61,3	1,53	16,8	0,36	21,9	1,76	38,7	1,53
E-LH	I	2,9**		-6,0		0,6*		5,4		6,0	
	II	0,4		-4,4		0,3		4,0		4,4	
	IV	2,4**		-1,1		-0,3		1,3		1,1	
	V	0,4		0,6		-1,0		0,4		-0,6	

Note som i tabel 8.3

I serie B (tabel 8.10) varierede omsætteligheden omkring 60 og 58% henholdsvis i linie E og linie LH. I modsætning til 3. generation havde kaniner fra 5. generation generelt højere HE/ME, sandsynligvis på grund af, at de ikke var holdt individuelt som i serie A, men parvis og derved kunne deres aktivitet være højere (Chwalibog, 1985).

Med den højere HE var den aflejlrede energi mindre end i serie A, men stadigvæk uden signifikant forskel mellem linie E og linie LH. Forsøgene tyder således på, at kaniner fodret i 3. og 5. generation med ludet halm var i stand til at udnytte den omsættelige energi i samme omfang som kaniner fodret med en kontrolblanding.

Fra disse resultater kan det konkluderes, at 25% formalet NaOH-behandlet bygghalm, anvendt i 5 generationer, ikke har påvirket kvælstof- og energiomsætningen hos voksende kaniner.

9 MINERALSTOFFER

En mulig påvirkning af det ludbehandlede halm på mineralstofbalancen i kaninerne blev undersøgt ved bestemmelse af mineralstofkoncentrationerne i blodplasmaet og knoglerne.

9.1 Mineralstofkoncentrationer i blodplasmaet

Mineralstofkoncentrationerne i blodplasmaet blev bestemt i 10 slagtefærdige kaniner, der var 3. generation i fodringsforsøget med NaOH-behandlet halm, og sammenlignet med koncentrationerne i blodplasmaet hos 10 normalt fodrede kaniner (Tabel 9.1). Der var kun små forskelle i koncentrationerne af natrium og kalcium, hvorimod koncentrationerne af fosfor, magnesium og kalium var lavere og af klorid lidt højere hos de kaniner, der havde fået NaOH-behandlet halm.

Tabel 9.1 Koncentrationen (mmol/L) af mineralstoffer i blodplasmaet hos kaniner fra 3. generation på normal foder (Hold E) eller fodret med NaOH-behandlet halm (Hold LH).

Concentrations (mmol/L) of minerals in plasma from 3rd generation of rabbits fed a normal ration (E) or a ration with sodium hydroxide-treated straw.

		<u>E Control group</u>		<u>LH Test group</u>	
		<u>han male</u>	<u>hun female</u>	<u>han male</u>	<u>hun female</u>
Kalcium	<i>Calcium</i>	3,55±0,10	3,54±0,08	3,34±0,09	3,50±0,10
Fosfor	<i>Phosphorus</i>	1,92±0,17	2,08±0,29	1,79±0,23	1,84±0,13
Magnesium	<i>Magnesium</i>	0,77±0,06	0,86±0,10	0,67±0,05	0,69±0,07
Natrium	<i>Sodium</i>	127±4	130±3	131±2	132±3
Kalium	<i>Potassium</i>	4,11±0,22	4,44±0,48	3,91±0,46	3,70±0,40
Klorid	<i>Chloride</i>	99,7±0,5	98,5±2,6	101,5±0,6	100,0±2,5

De uændrede koncentrationer af natrium og kalcium er i overensstemmelse med at disse reguleres effektivt hormonelt. Den lavere koncentration af magnesium er særlig interessant, da dette dels er i overensstemmelse med tidligere forsøg med kaniner (Boisen, 1982), dels svarer til hvad der er fundet i tilsvarende forsøg med NaOH-behandlet halm til ungstude og malkekøer (Boisen et al. under publicering).

Det fremgår endvidere af tabel 9.1, at den nedsættende effekt på kaliumkoncentrationen ved fodring med det ludbehandlede halm var størst hos hunkaninerne og resultaterne antyder en vis påvirkning af især hunkaninernes Na/K-balance. Ellers er der generelt ikke nogen væsentlige forskelle mellem han- og hunkaninernes plasmakoncentrationer af mineralstoffer.

Tabel 9.2 Koncentrationen (mmol/L) af mineralstoffer i blodplasmaet fra 5. generation af kaniner fodret med NaOH-behandlet halm.

Concentrations (mmol/L) of minerals in plasma from 5th generation of rabbits fed a ration with sodium hydroxide treated straw.

		LH Test	
		han male	hun female
Kalcium	<i>Calcium</i>	3,72 $\pm$ 0,12	3,73 $\pm$ 0,04
Fosfor	<i>Phosphorus</i>	2,11 $\pm$ 0,27	2,17 $\pm$ 0,36
Magnesium	<i>Magnesium</i>	0,73 $\pm$ 0,08	0,73 $\pm$ 0,05
Natrium	<i>Sodium</i>	138 $\pm$ 3	137 $\pm$ 3
Kalium	<i>Potassium</i>	4,98 $\pm$ 0,47	4,82 $\pm$ 0,24
Klorid	<i>Chloride</i>	98,5 $\pm$ 2,2	98,0 $\pm$ 2,8

Tilsvarende undersøgelser blev foretaget på 20 slagtefærdige kaniner fra 5. generation i fodringsforsøget med ludbehandlet halm (Tabel 9.2). De fleste mineralstofkoncentrationer lå i dette forsøg på et højere niveau, men da de 2 forsøg ikke blev udført parallelt, kan der ikke drages nogen direkte sammenligning, eftersom koncentrationen af alle mineralstoffer kan variere en del i de enkelte kaniner, afhængig af bl.a. fodringstidspunktet (Cole et al. 1944). Alle mål-

te værdier synes dog at være inden for de fysiologiske normalområder, og generelt synes det ludbehandlede halm ikke at have haft nogen indflydelse på mineralstofbalancerne i blodplasmaet med undtagelse af magnesiumkoncentrationen som omtalt ovenfor.

9.2 Mineralstofkoncentrationer i knoglerne.

Mineralstofkoncentrationer i knoglerne blev bestemt i underarmsknoglen fra 10 slagtede kaniner, der var 3. generation i fodringsforsøget med NaOH-behandlet halm, og sammenlignet med mineralstofkoncentrationerne i underarmsknoglen hos 10 normalt fodrede kaniner (Tabel 9.3).

Knoglevævet består næsten udelukkende af hydroxylapatit ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$), hvor mindre mængder kalcium kan være erstattet af natrium eller magnesium, idet Ca/P forholdet normalt ligger tæt på 2. Knoglevævet indeholder desuden små mængder kalciumkarbonat (CaCO_3). Knoglerne udgør et depot for kalcium og fosfat og i nogen grad for natrium og magnesium (således udgør knoglernes natriumindhold ca. 1/3 af kroppens totale natriumindhold).

Tabel 9.3 Koncentrationen af mineralstoffer i underarmsknoglen hos kaniner fra 3. generation på normal foder (Hold E) eller fodret med NaOH-behandlet halm (Hold LH).

Concentrations of minerals in Radius Ulna from 3rd generation of rabbits fed a normal ration (E) or a ration with sodium hydroxide-treated straw (LH).

		E Control group		LH Test group	
		han male	hun female	han male	hun female
Tørvægt, g	Dry weight (D.W.), g	2,75±0,15	2,86±0,36	2,96±0,29	2,68±0,21
Aske(% af tørvægt)	Ash (% of D.W.)	52,8±1,4	52,9±1,5	53,5±1,0	54,9±0,9
% af aske	% of ash				
Kalcium	Calcium	35,6±1,2	34,8±0,3	33,9±0,3	34,4±0,2
Fosfor	Phosphorus	17,8±0,1	17,7±0,2	17,8±0,1	17,5±0,3
Magnesium	Magnesium	0,59±0,04	0,58±0,03	0,58±0,04	0,58±0,02
Natrium	Sodium	0,82±0,01	0,81±0,02	0,84±0,04	0,83±0,01
Kalium	Potassium	0,091±0,006	0,089±0,010	0,088±0,006	0,084±0,005
Ca/P	Ca/P	2,01±0,07	1,96±0,04	1,91±0,02	1,97±0,03

Det fremgår dog af tabel 9.3, at der på trods af det store ekstra tilskud af natrium i foderet med ludbehandlet halm ikke er sket nogen ekstra indbygning af natrium i knoglerne. Desuden er den nedsatte plasmakoncentration af magnesium ikke afspejlet i en nedsat magnesiumkoncentration i knoglerne.

Generelt er der meget små forskelle i knoglernes mineralstofsammensætning. Dog har hankaninerne på LH-holdet et nedsat Ca/P-forhold, og askeprocenten er desuden generelt højere på LH-holdet.

Tilsvarende undersøgelser blev gennemført i et andet forsøg, hvor 7 hankaniner fra 5. generation blev sammenlignet med et kontrolhold bestående af 7 normalt foderede hankaniner (Tabel 9.4). Resultaterne i dette forsøg svarede stort set til de tidligere. Dog havde kaninerne på det normalt fodrede hold gennemgående en højere koncentration af magnesium i knoglerne. Til gengæld var koncentrationerne af natrium og kalium lavere hos kaninerne på LH-holdet. Også i dette forsøg var knoglernes askeprocent forøget hos LH-holdet.

Tabel 9.4 Koncentrationen af mineralstoffer i underarmsknoglen hos hankaniner fra 5. generation på normalt foder (Hold E) eller fodret med NaOH-behandlet halm (Hold LH).

Concentrations of minerals in Radius Ulna from 5th generation of rabbits fed a normal ration (E) or a ration with sodium hydroxide-treated straw (LH).

		Hold E	Hold LH
Tørvægt, g	<i>Dry weight (D.W.), g</i>	2,68 $\pm$ 0,23	2,68 $\pm$ 0,16
Aske (% af tørvægt)	<i>Ash (% of D.W.)</i>	54,7 $\pm$ 0,8	56,7 $\pm$ 1,3
<u>% af aske</u>	<u>% of ash</u>		
Kalcium	<i>Calcium</i>	34,1 $\pm$ 0,3	34,7 $\pm$ 0,9
Fosfor	<i>Phosphorus</i>	17,6 $\pm$ 0,1	17,4 $\pm$ 0,2
Magnesium	<i>Magnesium</i>	0,68 $\pm$ 0,08	0,60 $\pm$ 0,03
Natrium	<i>Sodium</i>	0,75 $\pm$ 0,02	0,68 $\pm$ 0,12
Kalium	<i>Potassium</i>	0,078 $\pm$ 0,008	0,066 $\pm$ 0,012
Ca/P	<i>Ca/P</i>	1,94 $\pm$ 0,02	1,99 $\pm$ 0,07

En tilsvarende forskel i knoglernes askeprocent blev også konstateret hos malkekøer i lignende fordringsforsøg med NaOH-behandlet

halm. Da den øgede askeprocent ikke er afspejlet i et øget indhold af de målte mineralstoffer, må det formodes at skyldes et øget karbonatindhold. Denne antagelse er i god overensstemmelse med foderets øgede baseindhold, idet hydroxydoverskuddet reagerer med kuldioxyd og omdannes til hydrogenkarbonat, der kan give anledning til en midlertidig metabolisk alkalose med forhøjet bikarbonat i blodet hos de dyr, der fodres med ludbehandlet halm.

Resultaterne tyder derfor på, at den midlertidigt forøgede bikarbonatkoncentration i blodet efter fodring med ludbehandlet halm ikke reguleres fuldstændigt gennem en øget udskillelse med urinen, men også medfører en øget indbygning af karbonat i knoglerne.

10 HISTOLOGISKE UNDERSØGELSER

Den mulige effekt af fodring med ludbehandlet halm på kaniners nyrer blev undersøgt vævsmikroskopisk.

10.1 Materiale og metode

En nyre fra 140 kaniner fodret med ludbehandlet halm (LH-linien), og en nyre fra 140 kaniner fodret med kontrolfoder (E-linien), blev umiddelbart efter slagtning af kaninerne, udtaget og fikseret i neutral 10% formalin. Histologiske parafinsnit gennem bark-, marv- og papilzone fremstilledes og farvedes med hæmatoxylin-eosin (H-E) efter standardprocedure.

10.2 Resultat

Ved histologisk undersøgelse af nyresnit fra både LH-linien og E-linien påvistes ingen kvalitative patologiske forandringer hverken i nefronernes glomerulære eller tubulære afsnit. I enkelte nyrer fandtes i samlerørenes lumen en del afstødte og nekrotiske tubuløsepitelceller, men uden tegn på obstruktion eller dillatation i de proximale tubulære afsnit.

10.3 Diskussion

At der ikke er påvist histologiske forandringer i nyrer fra hverken LH-linien eller E-linien, stemmer overens med den tilsvarende ringe effekt af ludbehandlet halm på kaninernes mineralstofkoncentrationer i blodplasma og knoglevæv (afsnit 9).

11 KØDETS SMAG

Der er foretaget smagsbedømmelse af slagtekaniner fodret med normal-foderblanding (E-linien) henholdsvis en foderblanding med 25% NaOH-behandlet halm (LH-linien) for at undersøge om sidstnævnte blanding kan give smagsfejl i kødet.

11.1 Materiale og metode

Smagsbedømmelsen blev foretaget på Slagteri- og Konserverlaboratoriet af laboratoriets smagerhold, der består af 10 trænede smagsdommere.

Der er bedømt kaniner fra 3. generation (5 kaniner fra hver foderblanding) og 5. generation (10 kaniner fra hver foderblanding). Af praktiske grunde blev kaninerne nedfrosset efter slagtning og lagret ved -24°C , indtil det var muligt at smagsbedømme dem (lagringstid max. 4 måneder). Inden smagsbedømmelsen blev kaninerne optøet ved 5°C i et døgn efterfulgt af 1 time ved stuetemperatur. Dyrene blev parteret i forende, ryg og lår (2 stk.), hvoraf kun ryg og lår blev tilberedt ved ovnstegning i alubakker. Ovntemperaturen var 200°C og stegetiden 40-60 min. afhængig af udskæringernes størrelse (ca. 45 min. pr. kg). Kødet blev tilberedt uden anvendelse af fedtstof og krydderier for ikke at skjule kødets egensmag. Efter stegning blev ryg og lårstykker udbenet og skåret i mindre stykker, så alle smagere fik et stykke kød fra samme kanin. Kødstykkerne blev serveret varme, og for ryg hhv. lår blev givet karakter for smag, mørhed og saftighed. Desuden blev der givet karakter for helhedsindtryk af ryg og lår tilsammen. Der blev benyttet en 11-trins bedømmelsesskala, hvor -5 = slet, 0 = hverken god eller dårlig og +5 = ideel.

11.2 Resultater

Resultaterne af smagsbedømmelsen af kaniner fra 3. generation (gns. af 5 kaniner pr. hold) er vist i tabel 11.1.

Tabel 11.1 Smagsbedømmelse af kaniner fra 3. generation
Organoleptic evaluation of rabbits from 3rd generation

		Normal foder blanding (E) <i>Control</i>	NaOH-behand- let halm (LH) <i>NaOH-treated straw</i>
Smag-ryg	<i>Flavour-back</i>	0,93	0,16
Smag-lår	<i>Flavour-thigh</i>	0,88	0,64
Mørhed-ryg	<i>Tenderness-back</i>	0,75	0,82
Mørhed-lår	<i>Tenderness-thigh</i>	0,26	0,32
Saftighed-ryg	<i>Juiciness-back</i>	0,01	-0,31
Saftighed-lår	<i>Juiciness-thigh</i>	-0,65	-0,85
Helhedsindtryk	<i>Overall acceptability</i>	0,29	-0,02

Resultaterne viste generelt forholdsvis stor variation mellem kaniner opdrættet på samme foderblanding; men i gennemsnit var der ingen forskel mellem holdene, hvad angår egenskaberne mørhed og saftighed. I gennemsnit blev der for mørheden givet karakterer svarende til mellem "hverken god eller dårlig" og "god (mør)", mens saftigheden i gennemsnit blev bedømt til mellem "ubetydelig tør" og "hverken god eller dårlig". En del af årsagen til, at kødet blev bedømt let tørt kan være, at det var tilberedt uden nogen form for fedtstof (f.eks. bardering) eller væske.

Smagen af kødet var af størst interesse i dette forsøg. Smagen i rygkødet af kaniner fodret med blanding indeholdende 25% NaOH-behandlet halm blev bedømt signifikant dårligere end smagen af rygkødet i kontrolholdet, og tendensen var den samme, men mindre markant for lårkødet. For 2 af de 5 kaniner i dette hold lå smagskarakteren i rygkødet under 0, d.v.s. de havde en ubetydelig afsmag, der blev

betegnet som bitter, ekstra syrlig og afsmag i fedt (harsk). Resultaterne tydede således på, at denne foderblanding kunne give anledning til problemer med hensyn til afsmag.

Hvad angår helhedsindtrykket fik kaninerne fodret med NaOH-behandlet halm også de laveste karakterer, men forskellen mellem de to hold var meget lille. Dette skyldes formentlig, at der i helhedsindtrykket indgår delindtryk for både smag, mørhed og saftighed.

For nærmere at undersøge om foderblandingen med 25% NaOH-behandlet halm gav afsmag i kødet, blev der fra 5. generation smagsbedømt 10 kaniner fra hver foderblanding. De gennemsnitlige resultater er vist i tabel 11.2.

Tabel 11.2 Smagsbedømmelse af kaniner fra 5. generation

Organoleptic evaluation of rabbits from 5th generation

		Normal foder blanding (E)	NaOH-behand- let halm (LH)
		<i>Control</i>	<i>NaOH-treated straw</i>
Smag-ryg	<i>Flavour-back</i>	0,86	0,70
Smag-lår	<i>Flavour-thigh</i>	0,81	0,83
Mørhed-ryg	<i>Tenderness-back</i>	0,21	0,14
Mørhed-lår	<i>Tenderness-thigh</i>	-0,63	-0,46
Saftighed-ryg	<i>Juiciness-back</i>	-0,88	-0,81
Saftighed-lår	<i>Juiciness-thigh</i>	-1,37	-1,26
Helhedsindtryk	<i>Overall acceptability</i>	-0,14	-0,10

Resultaterne af denne bedømmelse viste, at der ikke var signifikant forskel mellem holdene, hvad angår samtlige smagegenskaber.

Smagen i kødet var som nævnt af størst interesse. I gennemsnit blev der for smagen i ryg- og lårkød givet karakterer svarende til "god". Resultaterne af dette forsøg viste således, at foderblandingen indeholdende 25% NaOH-behandlet halm ikke gav problemer med hensyn til smag.

I gennemsnit blev der for mørheden i begge hold givet karakterer svarende til mellem "hverken god eller dårlig" og "ubetydelig sej", mens saftigheden i gennemsnit blev bedømt til mellem "ubetydelig tør" og "lidt tør".

Konklusionen på de 2 smagsbedømmelser er således, at der ikke er væsentlige smagsforskelle mellem kaniner fodret med normalfoder hhv. foder iblandet 25% NaOH-behandlet halm.

LITTERATUR

- AEC-informations, 1974. Nitrogenous Nutrition of The Rabbit. Societé de Chimie Organique et Biologique, Paris.
- Andersen, H. R. & Sørensen, M., 1976. Ludbehandlet (NaOH) kontra ubehandlet bygghalm i foderblandinger til ungtyre. Medd. Nr. 137 fra Statens Husdyrbrugsforsøg. København.
- Anonym, 1981. De la paille pour les laperaux. Cunicultura N 39-8(3).
- Boisen, S., 1982. Mineralstofomsætning og syre-base balance hos voksende kaniner fodret med natriumhydroxyd-behandlet halm. 522. ber. Statens Husdyrbrugsforsøg, København. 46 pp.
- Brouwer, E., 1965. Report of Sub-Committee on Constants and Factors. Proc. 3rd Symp. on Energy Metabolism. EAAP Publ. No. 11, 441-443.
- 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.
- Chwalibog, A., 1985. Studies on Energy Metabolism in Laying Hens. 578. ber. fra Statens Husdyrbrugsforsøg, København, 139 pp.
- Cirkulære fra Statens Foderstofkontrol, 1982. Beregning af handelsfoderstoffernes energetiske værdi. København. 98 pp.
- Cole, W. H., Allison, J. B., Murray, T. J., Boyden, A. A., Andersen, J. A. & Leathem, J. H., 1944. Composition of the blood of rabbits in gravity shock. Am. J. Physiol. 141, 165-71.
- Eden, A., 1940. Cophrofagi in the Rabbit 1-2. Natura 145: 36-37 & 628-629.
- Eggum, B. O., Chwalibog, A., Boisen, S. & Jensen, N. E., 1982. Protein- og energiomsætning hos voksende kaniner fodret med natriumhydroxyd-behandlet halm. Medd. nr. 424 fra Statens Husdyrbrugsforsøg, København.
- Gill, J. L., 1978. Design and Analyses of Experiments in the Animal and Medical Sciences, Vol. 1. Ames. The Iowa State University Press, 409 pp.

- Javed, A. H. & Donefer, E., 1970. Alkali-treated straw rations for fattening lambs. *J. Anim. Sci.* 31, 245 (Abstr.)
- Jensen, N. E., 1977. Kaninforsøgsstationen 1976. 456. ber. Statens Husdyrbrugsforsøg, København. 33 pp.
- Jensen, N. E., 1978. Kaninforsøgsstationen 1977. 473. ber. Statens Husdyrbrugsforsøg, København. 32 pp.
- Jensen, N. E., 1979. Foder-Mix til slagtekaniner. Medd. nr. 283 fra Statens Husdyrbrugsforsøg, København.
- Jensen, N. E. & Rasmussen, B., 1983. Kaninforsøgsstationen 1982. 545. ber. Statens Husdyrbrugsforsøg, København. 40 pp.
- Jensen, N. E. & Tuxen, T., 1979. Kaninforsøgsstationen 1978. 484. ber. Statens Husdyrbrugsforsøg, København. 35 pp.
- Jensen, N. E. & Tuxen, T., 1982. Kaninforsøgsstationen 1981. 534. ber. Statens Husdyrbrugsforsøg, København. 35 pp.
- Jensen, N. E. & Tuxen, T., 1984. Kaninforsøgsstationen 1983. 564. ber. Statens Husdyrbrugsforsøg, København. 38 pp.
- Jentsch, W., Schiemann, R., Hoffmann, L. & Nehring, K., 1963. Die energetische Verwertung der Futterstoffe. 2. Mitt. *Arch. Tierernähr.*, 13, 133-145.
- Kristensen, V. Friis., Andersen, P. E., Stigsen, P., Thomsen, K. V., Andersen, H. R., Sørensen, M., Ali, C. S. Mason, V. C., Rexen, F., Israelsen, M. & Wolstrup, J., 1978. Natriumhydroxyd-behandlet halm som foder til kvæg og får. 464. ber. Statens Husdyrbrugsforsøg. 218 pp.
- Kauffold, P. & Spitschak, M., 1983. Kaninchen: Modelle für Embryologie und Embryotransfer bei Säugetieren. (2. Internationales Kolloquium). Wilhelm-Pieck-Universität, Rostock.
- Lang, J., 1981. The Nutrition of the Commercial Rabbit, Part 1. *Nutrition Abstracts and Reviews-Series B*, 51:4.
- 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.
- Lindeman, M. A., Brigstocke, F. D. A. & Wilson, P. N., 1979. The Response of Growing Rabbits to Varying levels of Sodium Hydroxide Treated Straw. Kongresindlæg, Barcelona.

- Neergaard, L., Petersen, C. B. & Thorbek, G., 1969. Carbon determination in biological materials related to respiration trials. *Z. Tierphysiol. Tierernähr. u. Futtermittelk.*, 25, 302-308.
- Olsen, H. M., 1965. *Kaninbogen*. Det kgl. danske Landhusholdningsselskab, København. 134 pp.
- Ray, A. A., 1982. *SAS User's Guide: Statistics*, North Carolina SAS Institute Inc., 584 pp.
- Rexen, F. P., 1972. Forøgelse af halms fordøjelighed ved kemisk behandling., *Ugeskrift for Agronomer og Hortonomer*. 1:18, 364-365.
- Rigoni, M., Ruffini, C. C., Corino, C. & Nordio-Baldissera, C., 1980. Apparent digestibility of nutrients and material and energetic balance in growing rabbits fed Virginamycin added diet. *Proc. II World's Rabbit Congr.*, Barcelona, 1980, 121-125.
- Sandford, J. C., 1979. *The Domestic Rabbit*, Granada Publishing, London. 258 pp.
- Saxena, S. K., Otterby, D. E., Donker, J. D. & Good, A. L., 1971. Effect of feeding alkali treated oat straw supplemented with soyabean meal or NPN on growth of lambs and on certain blood and rumen liquor parameters. *J. Anim. Sci.* 33, 485-490.
- Scheelje, R., Niehaus, H., Werner, K. & Krüger, A., 1975. *Kaninchenmast*. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. 200 pp.
- Spreadbury, D. & Davidson, J., 1978. A Study of the Need for Fibre by the Growing New Zealand White Rabbit. *J. Sci. Fd. Agric.* 29, 640-648.
- Stoldt, W., 1957. Mitteilung der Fachgruppe Futtermitteluntersuchung. *Landwirtsch. Forsch.*, 10, 273-275.
- Thorbek, G., & Chwalibog, A., 1981. Tilvækst, fordøjelighed, kvælstof- og energiomsætning hos voksende kaniner målt ved forskellige foderkombinationer. 510. ber. *Statens Husdyrbrugsforsøg*, København. 40 pp.
- Thorbek, G. & Neergaard, L., 1970. Construction and function of an open circuit respiration plant for cattle. *Proc. 5th Symp. on Energy Metabolism*. EAAP Publ. No. 13, 243-246.
- Weidner, K. & Jakobsen, P. E., 1962. *Dyrefysiologi II. Øvelsesvejledning for landbrugs-, mejeribrugs- og licentiatstuderende ved Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole*. DSR-Forlag, K.V.L., København. 118 pp.