

# 569 Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg

---

N. J. Kjeldsen, V. Danielsen  
og H. E. Nielsen  
Statens Husdyrbrugsforsøg

E. E. Jacobsen  
Biotechnisk Institut

København 1984

## **Den sundhedsmæssige kvalitet af byg som foder til smågrise**

*Health quality of barley used in diets  
for piglets*

English Summary  
List of Contents  
Table Headings and Figure Legends



---

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

Trykt i Frederiksberg Bogtrykkeri 1984



## FORORD

Dette arbejde er gennemført som et tværinstitutionelt projekt mellem Statens Husdyrbrugsforsøg, Afdeling for forsøg med svin og heste og Afdeling for dyrefysiologi, biokemi og analytisk kemi samt Bioteknisk Institut i Kolding.

Efter anbefaling fra Landbrugets Samråd for forskning og forsøg har landbrugsministeriet givet bevilling til projektet som led i forskningsprogrammet Afsætningsfremme 79-81.

Forsøgene med grise blev gennemført på Danske Slagteriers forsøgsstation "Sjælland III", Roskilde. Undersøgelser vedrørende kornets kvalitetstal og toksinundersøgelser blev udført på Bioteknisk Institut. Her blev vækstforsøgene med rotter ligeledes afviklet. Byggen til Forsøg 1, 2 og 3 blev dyrket på Statens Planteavlsforsøgsstation, Ledreborg Alle i Roskilde. Mange af de kemiske analyser af kornet blev udført på Statens Husdyrbrugsforsøgs afdeling for dyrefysiologi, biokemi og analytisk kemi.

Projektet har været langvarigt og mange personer har medvirket. Landskonsulent Karl Aage Jacobsen, Det Faglige Landscenter, Viby J. har været en værdifuld rådgiver ved planlægning af forsøgene og har desuden sammen med nogle af svineproduktionskonsulenterne medvirket ved fremskaffelse af korn til Forsøg 4 og 5.

Videnskabelig assistent Jens Oluf Andersen har ligeledes deltaget i forsøget, hvor han har været ansvarlig for de kemiske undersøgelser af foder, der blev udført på Afdeling for dyrefysiologi, biokemi og analytisk kemi.

Forsøgsleder Bjørn O. Eggum har gennemført protein- og energivurderingen af kornet ved hjælp af forsøg med rotter.

Forstander Poul Rasmussen, Statens Planteavlsforsøgsstation, Ledreborg Alle, Roskilde deltog indtil sin død i efteråret 1983 i mange diskussioner vedrørende forsøgene. Desuden har videnskabelig assistent Per Lyngby Christensen medvirket ved projektet, især ved

dyrkning og opbevaring af korn til Forsøg 1, 2 og 3.

Videnskabelig assistent Boldt Welling, Planteværnscentret Lyngby har gennemført mikrobiologiske undersøgelser af korn.

Afdelingsforstander P. Thode Jensen, Statens Veterinære Serumlaboratorium har været ansvarlig for undersøgelse over grisenes E-vitamin og ELP-status samt for den række af biokemiske undersøgelser der blev udført på grise fra Forsøg 4.

Manuskriptet til beretning er renskrevet af assistenterne Lillian Dreijer og Birgit Hansen.

Jeg vil på afdelingens vegne takke alle, der har medvirket ved projektet.

København, juli 1984

Henning Staun

# INDHOLDSFORTEGNELSE

|                                                                                                                                   | Side |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| FORORD .....                                                                                                                      | 3    |
| INDHOLDSFORTEGNELSE .....                                                                                                         | 5    |
| LIST OF CONTENTS .....                                                                                                            | 7    |
| SAMMENDRAG .....                                                                                                                  | 9    |
| ENGLISH SUMMARY .....                                                                                                             | 11   |
| KAPITAL I .....                                                                                                                   | 13   |
| 1.1. Indledning .....                                                                                                             | 13   |
| 1.2. Fedtnedbrydning .....                                                                                                        | 15   |
| 1.3. Proteinnedbrydning .....                                                                                                     | 16   |
| 1.4. Øvrige næringsstoffer .....                                                                                                  | 17   |
| 1.5. Dannelse af toksiner .....                                                                                                   | 17   |
| 1.6. De ydre forholds indflydelse på foderkvaliteten                                                                              | 18   |
| KAPITEL II FORSØG MED FORSKELLIGE BYGKVALITETER .....                                                                             | 20   |
| 0.1. Generel beskrivelse af forsøgene .....                                                                                       | 20   |
| 1. FORSØG 1. INDFLYDELSE AF BYGGENS VANDINDHOLD OG BLANDIN-<br>GERNES ALDER PÅ FORSKELLIGE KVALITETSEGENSKABER                    | 23   |
| 1.1. Baggrund .....                                                                                                               | 23   |
| 1.2. Materiale og metoder .....                                                                                                   | 24   |
| 1.3. Resultater .....                                                                                                             | 27   |
| 1.3.1. Analyser på byg .....                                                                                                      | 27   |
| 1.3.2. Analyser på foderblandinger .....                                                                                          | 33   |
| 1.3.3. Fodringsforsøg med grise .....                                                                                             | 38   |
| 1.4. Diskussion og konklusion .....                                                                                               | 42   |
| 2. FORSØG 2. HØSTNINGENS OG OPBEVARINGSFORHOLDENES INDFLY-<br>DELSE PÅ EN RÆKKE KEMISKE OG BIOLOGISKE EGEN-<br>SKABER I BYG ..... | 43   |
| 2.1. Baggrund .....                                                                                                               | 43   |
| 2.2. Materiale og metoder .....                                                                                                   | 44   |
| 2.3. Resultater .....                                                                                                             | 46   |
| 2.3.1. Analyser på byg .....                                                                                                      | 46   |
| 2.3.2. Analyser på foderblandinger .....                                                                                          | 55   |
| 2.3.3. Rotteforsøg .....                                                                                                          | 59   |
| 2.3.4. Fodringsforsøg med grise .....                                                                                             | 61   |
| 2.4. Diskussion og konklusion .....                                                                                               | 64   |

|                                                                                                 | Side |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 3. FORSØG 3. OPFODRING AF BYG LAGRET MED HØJT VANDINDHOLD .                                     | 65   |
| 3.1. Baggrund .....                                                                             | 65   |
| 3.2. Materiale og metoder .....                                                                 | 66   |
| 3.3. Resultater .....                                                                           | 66   |
| 3.3.1. Analyser på byg .....                                                                    | 66   |
| 3.3.2. Fordøjelighedsforsøg med grise .....                                                     | 74   |
| 3.3.3. Fodringsforsøg med grise .....                                                           | 76   |
| 3.4. Diskussion og konklusion .....                                                             | 77   |
| 4. FORSØG 4. OPFODRING MED BYG FRA BESÆTNINGER MED FODER-<br>KVALITETSPROBLEMER, 1980 .....     | 79   |
| 4.1. Baggrund .....                                                                             | 79   |
| 4.2. Materiale og metoder .....                                                                 | 80   |
| 4.3. Resultater .....                                                                           | 82   |
| 4.4. Diskussion og konklusion .....                                                             | 94   |
| 5. FORSØG 5. OPFODRING MED BYG FRA BESÆTNINGER MED FODER-<br>KVALITETSPROBLEMER, 1981 .....     | 94   |
| 5.1. Materiale og metoder .....                                                                 | 94   |
| 5.2. Resultater .....                                                                           | 95   |
| 5.3. Diskussion og konklusion .....                                                             | 100  |
| 6. SAMMENHÆNG MELLEM FODERETS KVALITETSTAL OG FORSØGSDYRE-<br>NES VÆKST OG FODEROPTAGELSE ..... | 101  |
| 6.1. Materiale og metoder .....                                                                 | 101  |
| 6.2. Resultater .....                                                                           | 102  |
| 6.3. Diskussion og konklusion af forsøg 4 og 5 ....                                             | 113  |
| KAPITEL III .....                                                                               | 120  |
| 1. GENEREL DISKUSSION OG KONKLUSION .....                                                       | 120  |
| LITTERATUR .....                                                                                | 127  |
| APPENDIX A .....                                                                                | 130  |
| APPENDIX B .....                                                                                | 135  |

# LIST OF CONTENTS

|                                                                                                                             | Page |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| PREFACE .....                                                                                                               | 3    |
| LIST OF CONTENTS (IN DANISH) .....                                                                                          | 5    |
| LIST OF CONTENTS (IN ENGLISH) .....                                                                                         | 7    |
| SUMMARY (IN DANISH) .....                                                                                                   | 9    |
| SUMMARY (IN ENGLISH) .....                                                                                                  | 11   |
| CHAPTER I .....                                                                                                             | 13   |
| 1.1. Introduction .....                                                                                                     | 13   |
| 1.2. Fat degradation .....                                                                                                  | 15   |
| 1.3. Protein degradation .....                                                                                              | 16   |
| 1.4. Other nutrients .....                                                                                                  | 17   |
| 1.5. Formation of toxins .....                                                                                              | 17   |
| 1.6. The effect of environment on feed quality .....                                                                        | 18   |
| CHAPTER II TRIALS WITH DIFFERENT QUALITIES OF BARLEY .....                                                                  | 20   |
| 0.1. General description of trials .....                                                                                    | 20   |
| 1. TRIAL 1. THE EFFECT OF MOISTURE CONTENT IN BARLEY AND<br>AGE OF DIETS ON QUALITY MEASURES .....                          | 23   |
| 1.1. Background .....                                                                                                       | 23   |
| 1.2. Materials and methods .....                                                                                            | 24   |
| 1.3. Results .....                                                                                                          | 27   |
| 1.3.1. Analyses of barley .....                                                                                             | 27   |
| 1.3.2. Analyses of diets .....                                                                                              | 33   |
| 1.3.3. Feeding experiments with piglets .....                                                                               | 38   |
| 1.4. Discussion and conclusion .....                                                                                        | 42   |
| 2. TRIAL 2. THE EFFECT OF HARVEST AND STORAGE CONDITIONS ON<br>SOME CHEMICAL AND BIOLOGICAL PROPERTIES OF BAR-<br>LEY ..... | 43   |
| 2.1. Background .....                                                                                                       | 43   |
| 2.2. Materials and methods .....                                                                                            | 44   |
| 2.3. Results .....                                                                                                          | 46   |
| 2.3.1. Analyses of barley .....                                                                                             | 46   |
| 2.3.2. Analyses of diets .....                                                                                              | 55   |
| 2.3.3. Experiments with rats .....                                                                                          | 59   |
| 2.3.4. Feeding experiments with piglets .....                                                                               | 61   |
| 2.4. Discussion and conclusion .....                                                                                        | 64   |

|                                                                                                                  | Page |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 3. TRIAL 3. FEEDING OF BARLEY STORED WITH HIGH MOISTURE                                                          |      |
| CONTENT .....                                                                                                    | 65   |
| 3.1. Background .....                                                                                            | 65   |
| 3.2. Materials and methods .....                                                                                 | 66   |
| 3.3. Results .....                                                                                               | 66   |
| 3.3.1. Analyses of barley .....                                                                                  | 66   |
| 3.3.2. Digestibility experiments with pigs ...                                                                   | 74   |
| 3.3.3. Feeding experiments with piglets .....                                                                    | 76   |
| 3.4. Discussion and conclusion .....                                                                             | 77   |
| 4. TRIAL 4. FEEDING WITH BARLEY FROM HERDS WITH FEED QUALITY PROBLEMS, 1980 .....                                | 79   |
| 4.1. Background .....                                                                                            | 79   |
| 4.2. Materials and methods .....                                                                                 | 80   |
| 4.3. Results .....                                                                                               | 82   |
| 4.4. Discussion and conclusion .....                                                                             | 94   |
| 5. TRIAL 5. FEEDING WITH BARLEY FROM HERDS WITH FEED QUALITY PROBLEMS, 1981 .....                                | 94   |
| 5.1. Materials and methods .....                                                                                 | 94   |
| 5.2. Results .....                                                                                               | 95   |
| 5.3. Discussion and conclusion .....                                                                             | 100  |
| 6. RELATIONSHIP BETWEEN THE QUALITY VALUES FOR DIETS AND GAIN AND FEED CONSUMPTION OF EXPERIMENTAL ANIMALS ..... | 101  |
| 6.1. Method .....                                                                                                | 101  |
| 6.2. Results .....                                                                                               | 102  |
| 6.3. Discussion and conclusion of Trial 4 and 5 ...                                                              | 113  |
| CHAPTER III .....                                                                                                | 120  |
| 1. GENERAL DISCUSSION AND CONCLUSION .....                                                                       | 120  |
| LITERATURE .....                                                                                                 | 127  |
| APPENDIX A .....                                                                                                 | 130  |
| APPENDIX B .....                                                                                                 | 135  |

## SAMMENDRAG

Projektets formål var ved forsøg med svin og rotter at påvise ændringer i den sundhedsmæssige kvalitet af byg, lagret med forskelligt vandindhold.

Projektet blev gennemført i fem delforsøg, hvor der i de tre første forsøg blev anvendt korn lagret med forskelligt vandindhold på svineforsøgsstationen Sjælland III. Udviklingen i kornet gennem lagringsperioden blev fulgt ved hjælp af jævnlige analyser af kornets næringsstofindhold og nedbrydningsgrad, samt ved temperaturmålinger.

I forsøg 1 blev byggen lagret med henholdsvis 13 og 19 pct. vand i en periode på 8 uger. To bygsorter blev undersøgt. Foderblandingerne alder indgik ligeledes som en faktor i forsøget.

I forsøg 2 blev byggen lagret med henholdsvis 11 og 19 pct. vand i kombination med henholdsvis hårdhændet og skånsom høstmetode. Lagringsperioden var 8 måneder.

I forsøg 3 blev byggen lagret med henholdsvis 14, 20 og 24 pct. vand.

I forsøg 4 og 5 blev anvendt korn fra 36 private svinebesætninger, hvor der havde været problemer med kornet. I disse forsøg var det derfor ikke muligt at indhente eksakte oplysninger om høstmetode og lagringsbetingelser i lagringsperioden.

Byggens sundhedsmæssige kvalitet blev undersøgt ved kemiske analyser samt ved fodringen af rotter og smågrise.

I de tre første forsøg viste kemiske analyser tegn på at lagring af byg med højt vandindhold fremmer nedbrydning af essentielle næringsstoffer som umættede fedtsyrer, lysin og E-vitamin. Kemiske kvalitetsmål, FFA-, peroxid- og TVN-tal forringedes med stigende vandindhold og lagringstid. Til trods for disse tegn på nedbrydning af foderet blev der ikke fundet nogen negativ effekt på grisenes

produktionsresultater. Proteinforsøg med rotter og balanceforsøg med grise viste dog at byg lagret med højt vandindhold gav lavere proteinudnyttelse end tørret byg. Dette skyldes muligvis lysinnedbrydning i byggen.

I de tre første forsøg blev der ikke fundet mycotoksiner i kornet.

I de to sidste forsøg med byg fra private besætninger blev der fundet mycotoksiner, hovedsageligt ochratoksin, i 65% af de anvendte partier.

Der var tydelig negativ virkning af ochratoksin på rotter og grises produktionsresultater. Multiple regressionsanalyser viste, at også FFA-tallet havde negativ virkning på rotter, og grise. På grund af korrelationer mellem kvalitetstallene var det vanskeligt at vurdere årsagssammenhængene.

Konklusionen på forsøgene var, at især toksinanalyser er væsentlige ved vurdering af bygs sundhedsmæssige værdi som smågrisefoder. De øvrige kvalitetsmetoder er især velegnede til kontrol af foderproduktionen, mens den direkte anvendelse til kontrol i svineproduktionen kan være vanskelig.

## SUMMARY

Through trials with rats and pigs, the purpose of this project was to show changes in soundness of barley stored at different moisture content.

The project included 5 trials. In the first three trials, barley stored at different moisture content was used. During the period of storage, the development in contents of nutrients and degree of degradation of barley were frequently analysed.

In trial 1 the barley was stored for a period of 8 weeks, at 13 and 19 per cent moisture, respectively. Two strains of barley were investigated and the effect of age of the diets was also investigated.

In trial 2 the barley was stored at 11 and 19 per cent moisture, respectively, in combination with a rough or gentle method of harvesting. The period of storage was 8 months.

In trial 3 the barley was stored for 10 months at 14, 20 and 24 per cent moisture, respectively.

In trial 4 and 5 barley from private pig herds with dietary problems was used. In these two trials it was impossible to collect exact information about the condition of storage.

The soundness of barley was tested in rats and pigs. In the first three trials the chemical analyses showed that storage of barley at high moisture content increases degradation of essential nutrients such as unsaturated fatty acids, lysine and vitamin-E.

Increased moisture and longer period of storage reduced the quality, measured as FFA, peroxide value and TVN. In spite of these signs of food degradation, no significant negative effects on pig performance were found.

Trials on protein utilization in rats and balance trials in pigs, showed a poorer protein utilization for barley stored at high moisture content, than for dried barley. This could probably be due to a degradation of lysine in the barley.

In the first three trials mycotoxins were not found. In the last two trials with barley from private pig herds, mycotoxins (especially ochratoxin) were found in 65 per cent of the barley lots used in diets.

A clear negative effect of ochratoxin was found for rat and pig performance. Multiple-regression models showed that also FFA had negative effect on rats and piglets.

Due to correlations between quality measures, it was difficult to analyse the causal relations.

The conclusion of the trials was that especially analyses of toxins are essential in an estimation of the soundness of barley as a feed ingredient for piglets.

Other quality measures are suitable for control of feed compounding, as a directly use for control in pig production can be difficult.

## KAPITEL I

### 1.1. Indledning

Foderets indhold af energi, protein, essentielle fedt- og aminosyrer, vitaminer og mineraler er af afgørende betydning for produktionsresultaterne. Mængden og sammensætningen af disse næringsstoffer er bestemmende for foderets ernæringsmæssige kvalitet.

Foderets sundhedsmæssige kvalitet har også betydning for produktionsresultaterne og afhænger især af hvorledes foderet er blevet produceret, bearbejdet og opbevaret. Dårlig sundhedsmæssig kvalitet kan fremkomme ved kemiske og biologiske processer i foderet. Disse processer fremmes ved uheldig bearbejdning og lagring.

Foder af dårlig sundhedsmæssig kvalitet kan defineres som:

Et foder hvori der på grund af dårlig eller suboptimal behandling og opbevaring, er fremkommet stoffer eller nedbrydningsprodukter, der kan nedsætte grises produktionsresultater (ædelyst, tilvækst, foderudnyttelse og sundhedstilstand).

De væsentligste forhold der kan medføre en dårlig sundhedsmæssig kvalitet er højt vandindhold og høj temperatur. Foder opbevaret med for højt vandindhold vil hurtigt blive varmt. Dette skyldes, at den mikrobielle aktivitet og dermed varmeafgivelse øges med stigende vandindhold. Vand og varme fremmer en lang række kemiske og mikrobielle processer, der kan

- 1) nedbryde væsentlige næringsstoffer
- 2) frembringe toksiske stoffer

Udover vandindhold og temperatur påvirkes disse processer også af faktorer som lys, ilt, lagringstid og teknisk behandling.



### 1.2. Fedtnedbrydning

Fedt i foderet består hovedsagelig af triglycerider. Under uheldig lagring hydrolyseres esterbindingerne, og der dannes frie fedtsyrer (FFA). Hydrolysen katalyseres af enzymer (lipaser) og fremmes af relativ høj temperatur og fugtighed.

Både frie fedtsyrer og fedtsyrer bundet i triglycerider kan nedbrydes ved reaktion med ilt, oxidering (harskning). Det er især de umættede fedtsyrer, der nedbrydes og processen forløber hurtigst ved de flerumættede fedtsyrer, linol- og linolensyre. Ilten "angriber" fedtsyrenes dobbeltbindinger, og der dannes hydroperoxider. Oxideringen fremmes af enzymer (lipxygenaser) samt af ilt og lys.

Hydroperoxider er meget reaktive stoffer, der hurtigt nedbrydes videre til kortkædede kulstofforbindelser, som f.eks. ketoner og aldehyder, der er årsagen til den karakteristiske harske lugt. Sammensætningen og mængden af stofferne er kompleks og meget afhængig af lagringsbetingelserne. Derfor er det også svært at udvælge et "indikatorstof", som et udtryk for kvalitetsforringelsen, især da disse nedbrydningsstoffer er meget reaktive og kan gå i forbindelse med foderets øvrige komponenter (Skovmand Rasmussen, 1978). De mest anvendte metoder til vurdering af foderets fedtkvalitet er FFA-, peroxid- og anisidintallet.

FFA- (Free fatty acids) -tallet er et mål for mængden af frie fedtsyrer og angives som procent af foderets fedtindhold. Frie fedtsyrer forekommer i fordøjelsessystemet som et nødvendigt led i fedtnedbrydning og optagelse i tarmen. Frie fedtsyrer er således ikke skadelige og udtrykker derfor ikke nødvendigvis noget om foderets kvalitet.

Begrundelsen for at anvende denne analyse er, at et højt FFA-tal specielt i korn ofte skyldes dannelse af fedtnedbrydende enzymer (lipaser) fra skimmelsvampe. Højt FFA-tal kan således være en indikation for høj mikrobiel aktivitet. Desuden forekommer et højt indhold af FFA ofte sammen med et højt indhold af hydroperoxider (Jacobsen, 1979). FFA-tallet kan altså være en advarsel om at foderet har været udsat for betingelser, der fremmer den mikrobielle aktivi-

tet og harskningsprocesserne.

Peroxidtallet angiver mængden af hydroperoxider i foderets fedtfraktion. Enheden er milli-ækvivalent ilt pr. kg fedt (meq/kg fedt). Der anvendtes indtil 1981 to forskellige metoder til bestemmelse af peroxidtallet a) ferrometoden og b) iodmetoden, som begge bygger på hydroperoxidernes oxiderende egenskaber. Fra 1981 har de danske laboratorier dog standardiseret metoderne således, at alle nu bruger ferrometoden til foderprøver. Iodmetoden anvendes dog stadig til levnedsmidler.

Det kan være vanskeligt at tolke peroxidtallet, da en lav værdi ikke nødvendigvis er ensbetydende med en forsvarlig kvalitet, idet hydroperoxiderne kan være yderligere nedbrudt. Under alle omstændigheder er et højt peroxidtal dog tegn på en fremskreden oxidering, hvilket kun finder sted ved uheldig opbevaring.

Anisidintallet måler mængden af aldehydforbindelser; der angives ingen måleenhed. Da nedbrydningsprodukterne som nævnt er af meget forskellig karakter måler metoden kun en del af produkterne. Da metoden endvidere er meget lysfølsom, tillægges anisidintallet ikke nogen stor værdi ved vurdering af foderkvalitet.

### 1.3. Proteinnedbrydning

Lagringsforhold, der fremmer fedtnedbrydning, fremmer ligeledes nedbrydning af protein. Visse aminosyrer (især de basiske - lysin, histidin og arginin) kondenserer med hydroperoxider og aldehyder. Enzymer i foderet, dannet ved mikrobiel vækst, kan nedbryde proteinet til aminer. Der kan dannes giftige stoffer som f.eks. histamin. Af andre nedbrydningsprodukter kan nævnes flygtige methylaminer.

Til vurdering af hvor stor en del af kvælstoffet, der er nedbrudt til flygtige forbindelser anvendes TVN-tallet, der angives enten som mg flygtigt N/100 g foder eller pct. flygtigt N af total N. De flygtige forbindelser kan forsvinde fra foderet ved f.eks. opvarmning.

DBC-metoden måler de proteinbundne basiske aminosyrer lysin, arginin og histidin, (mmol/kg foder). DBC-tallet kan være et udmærket mål for aminosyre kvaliteten i foderet. DBC-tallet falder både ved hydrolyse af proteinet og ved harskning, hvor de frie aminogrupeer reagerer med visse harskningsprodukter.

#### 1.4. Øvrige næringsstoffer

Nedbrydning af kulhydrater menes ikke at have nogen betydning, udover et energetisk tab. Kulhydrater er dog hovedsubstrat for de mikroorganismer, der kontaminerer foderet og danner toksiner.

Visse vitaminer er meget følsomme overfor oxidering. Især E-vitamin, A-vitamin og biotin forbruges ved dårlig opbevaring.

#### 1.5. Dannelse af toksiner

De forhold, der fremmer nedbrydning af næringsstoffer, fremmer også den mikrobielle aktivitet. Under ganske specielle forhold kan visse skimmelsvampe, som *Penicillium*, *Aspergillus* og *Fusarium* danne toksiner. I Danmark er især ochratoksin erkendt som et problem, da dette toksin er det hyppigst forekommende. Dette toksin forårsager lyse nyrer (mugnefrore) hos svin.

Af andre kendte toksiner, der kan forekomme under danske klimaforhold, er citrinin og zearalenon. Aflatoksin dannes derimod meget sjældent under danske klimatiske forhold, men kan forekomme i importerede proteinfodermidler som jordnøddeskrå, bomuldsfrø og sojabønner (Krogh, 1978), samt i majs.

Toksinerne analyseres ved en tyndtlagschromatografisk metode. I betragtning af mængden af svampearter, der er tilstede i kontamineret byg, er det sandsynligt, at der findes væsentlig flere toksiner end de 5-6 kendte typer, som man i Danmark kan analysere.

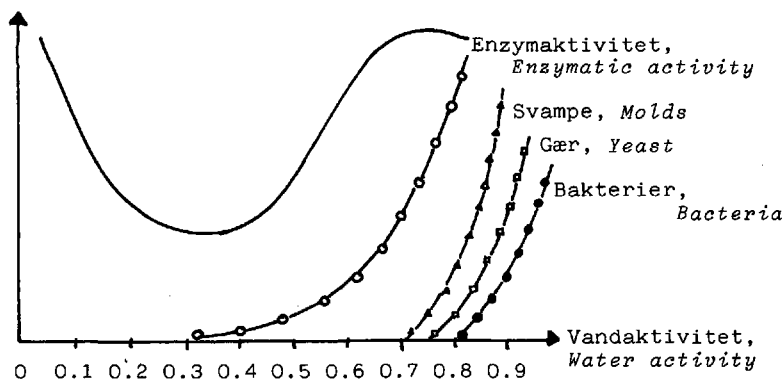
En nærmere beskrivelse af de omtalte analysemetoder findes i appendiks A.

### 1.6. De ydre forholds indflydelse på foderkvaliteten

Foderets vandaktivitet har stor betydning for de forskellige kemiske processer, der foregår i foderet. Figur 1.2 viser hvorledes de forskellige biologiske processer afhænger af vandaktiviteten. Vandaktiviteten er ikke et direkte udtryk for vandprocenten, men som regel svarer en vandaktivitet på 0.3 - 0.7 til 10 - 15% vand.

Relativ reaktionshastighed

*Relative rate of reaction*



Figur 1.2. Vandaktivitetens indflydelse på nogle kvalitetsforringende processer. (Skovmand Rasmussen, 1978).

Figure 1.2. The influence of wateractivity on degradation processes. (Skovmand Rasmussen, 1978).

På figuren ses at alle biologiske processer foregår langtsomt ved vandaktivitet på ca. 0,3 svarende til ca. 10 pct. vand. Normalt anbefales at nedtørre korn til 14-15% vand, hvilket svarer til en vandaktivitet på ca. 0.7. Herved hæmmes den mikrobielle vækst meget stærkt.

Hvis foder med højt vandindhold ikke tørres eller køles vil kemiske processer og mikrobiel aktivitet forårsage en varmeudvikling, der forøger vandaktiviteten og virker forstærkende på mikroorganismerne

aktivitet. Temperaturen kan hurtigt stige til ca. 60°C og foderet kan i værste fald "brænde sammen".

Den kemiske nedbrydning af fedtsyrerne (oxidation) vil forøges kraftigt hvis foderet udsættes for lys (Skovmand Rasmussen, 1978).

Luftens ilt fremmer ligeledes fedtnedbrydningen og de mikrobielle processer. Knækkede kærner ved høst samt formaling af kornet letter iltens adgang til de fedtholdige næringsstoffer og nedbrydningshastigheden øges.

En vurdering af et foders sundhedsmæssige kvalitet vanskeliggøres af:

- 1) Den store mængde forskellige nedbrydningsprodukter og mikrobielle affaldsstoffer (toksiner) der kan dannes
- 2) Manglende viden om nedbrydningsprodukternes biologiske virkning
- 3) Utilstrækkelige analysemetoder
- 4) Foderkvalitetens mulige samspil med andre faktorer som f.eks. staldklima og infektionstryk

## KAPITEL II

### FORSØG MED FORSKELLIGE BYGKVALITETER

For at belyse en del af problemerne omkring foderets sundhedsmæssige kvalitet, blev der opstillet en forsøgsrække hvis hovedformål var at:

- 1) Undersøge hvorledes høst og lagringsforhold påvirker bygs sundhedsmæssige kvalitet
- 2) Vurdere om der er sammenhæng mellem de kemiske kvalitetsanalyser og grises produktionsresultater

Forsøgsrækken var centreret om undersøgelser på byg, og det heraf fremstillede færdigfoder, for det første fordi foderet kunne følges helt fra høst til opfodring, således at forskelle i kvalitet kunne registreres meget tidligt, og for det andet fordi byggen ofte er det eneste fodermiddel som landmanden selv producerer.

#### 0.1 Generel beskrivelse af forsøgene

I forsøgsrækken blev gennemført fem forsøg med byg af formodet ringe sundhedsmæssig kvalitet. I de tre første forsøg blev den anvendte byg lagret under kontrollerede forhold. Der blev i løbet af lagringsperioden foretaget en række kemiske analyser. Ved de to sidste forsøg blev anvendt byg fra besætninger, som havde fodringsproblemer med kornet. Ved disse tilfælde var det ikke muligt at kontrollere kornets udvikling i lagringsperioden, men kun slutresultatet af lagringen blev belyst.

Foderblandingerne afveg kun fra hinanden ved at indeholde byg af forskellig kvalitet. Foderblandingerne blev blandet med jævne mellemrum i forsøgsperioden, således at eventuelle kvalitetsproblemer ikke kunne tillægges gamle foderblandinger.

Prøver til kemiske analyse blev udtaget med et prøveudtagningspyd flere forskellige steder i foder/byg-partiet, sammenblandet og

neddelt til ca. 1/2 kg's prøver som blev sendt til laboratoriet. Prøver udtaget som stikprøver forskellige steder i partiet vil altid medføre en vis usikkerhed for fejlagtige resultater, idet f.eks. temperaturforholdene kan være ret svingende og dermed kan evt. nedbrydningsprocesser i foderet være på forskelligt niveau.

De kemiske analyser omfattede analyser af foderets sundhedsmæssige kvalitet (kvalitetsanalyser) og af foderets næringsstofsammensætning.

Kvalitetsanalyserne omfattede DBC, TVN, FFA-tal, peroxidtal, toksiner og svampeanalyser. Når betegnelsen "kvalitetsanalyser" i det følgende bliver anvendt, er det disse metoder der henvises til. Analyser af næringsstofsammensætning omfattede vand, råprotein, aske, råfedt, træstof, calcium, fosfor, E-vitamin, samt i flere tilfælde fedtsyre- og aminosyresammensætning.

I visse tabeller er der af pladmæssige hensyn, ikke medtaget enheder på analysetallene. Derfor er disse vist i tabel O.1 og hvis ikke andet er vist i det efterfølgende er disse enheder anvendt.

Fodringsforsøgene blev udført på Sjælland III hvor besætningen har MS-status. Der blev anvendt smågrise fravænnet ved 4 eller 5-ugers alderen. Grisene var i forsøg indtil de var 10 uger gamle. I flere tilfælde blev grisene fodret videre til slagtevægt (90 kg) med normalt foder. I forsøgsperioden blev grisene vejet en gang om ugen og foderforbruget blev registreret ugentligt. I perioden 4-10 uger blev grisene fodret efter ødelyst og de havde fri adgang til drikkevand gennem ventiler. Det var ikke muligt at registrere vandforbruget i selve forsøgsperioden, men i et enkelt forsøg er vandforbruget i den efterfølgende periode registreret.

Fodringsforsøgene var opbygget som blokforsøg. Grisene fra et kuld udgjorde således en blok. Grisene blev indsat i forsøg således at alle forsøgsbehandlinger (hold) blev repræsenteret indenfor hvert kuld (blok).

Tabel 0.1. Benævnelser for de anvendte analyseresultater

*Table 0.1. Units for the used results of analyses.*

| Metode<br><i>Method</i>     | Enheder<br><i>Units</i>   |                                  |
|-----------------------------|---------------------------|----------------------------------|
| DBC, DBC                    | mmol/kg tørstof           | mmol/kg DM                       |
| TVN, TVN                    | mgN/100 g tørstof         | mgN/100 g DM                     |
| FFA-tal, FFA-value          | pct af fedt               | percent of fat                   |
| Peroxidital, Peroxide-value | meq/kg fedt               | meq/kg fat                       |
|                             |                           |                                  |
| Toksiner, Toxins            | mg/kg tørstof             | mg/kg DM                         |
| Tørstof, Dry matter         | pct af foder              | percent of diet                  |
| Vand, Moisture              | pct af foder              | percent of diet                  |
| Råprotein, Cr. protein      | pct af tørstof            | percent of DM                    |
| Aske, Ash                   | pct af tørstof            | percent of DM                    |
| Råfedt, Cr. fat             | pct af tørstof            | percent of DM                    |
| Stoldt fedt, St. fat        | pct af tørstof            | percent of DM                    |
| Træstof, Cr. fibre          | pct af tørstof            | percent of DM                    |
| Ca, Ca                      | g/kg                      | g/kg                             |
| P, P                        | g/kg                      | g/kg                             |
| E-vitamin, Vitamin E        | mg/kg                     | mg/kg                            |
| Aminosyrer, Amino acids     | g/kg tørstof              | g/kg DM                          |
| Fedtsyrer, Fatty acids      | pct af total-<br>fedtsyre | percent of totale<br>fatty acids |

Ligeledes blev der taget hensyn til grisenes begyndelsesvægt. Grisene blev fordelt sådan at deres gennemsnitsvægt var ens for alle hold. Det samme var tilfældet for grisenes køn. Alle hold indeholdt lige mange sogrise og lige mange galtgrise. Grisenes gødning blev daglig vurderet og der blev givet karakterer for konsistens, efter en skala fra 0 til 3, hvor 0 er normal og 3 kraftig diarre. Behandling med tylosin blev foretaget ved karakteren 2.

Den statistiske bearbejdning blev foretaget ved hjælp af SAS (Statistical Analysis System) systemet.

De statistiske modeller var hovedsagelig faktorielle og/eller regressionsmodeller. Modellerne blev opstillet således at hovedfaktorer og vekselvirkninger mellem hovedfaktorer blev undersøgt. Af praktiske grunde er kun hovedeffekterne vist i modelbeskrivelserne. Da der i forsøgene indgik mange egenskaber har det været praktisk at opstille forsøgsfaktorer og de målte egenskaber i såkaldte "signifikanstabeller". Disse tabeller viser sandsynligheden for de enkelte hovedfaktorer eller vekselvirkningers påvirkninger af de målte egenskaber udtrykt ved signifikansniveauer. Disse signifikansniveauer er angivet således:

NS:  $P > 0.05$ , \*  $0.05 \geq P > 0.01$ , \*\*  $0.01 \geq P > 0.001$ , \*\*\*  $0.001 \geq P$ ,

I beskrivelsen af resultaterne vil hovedsagelig de signifikante sammenhænge blive omtalt.

I visse tabeller er angivet  $R^2$ . Dette er et udtryk for hvor stor en del af den totale varians der kan forklares ved hjælp af modellens variable.

Forsøgene vil blive gennemgået i rækkefølge og eventuelle afvigelser fra den generelle opbygning vil blive nævnt ved hvert forsøg.

## 1. FORSØG 1. INDFLYDELSE AF BYGGENS VANDINDHOLD OG BLANDINGERNES ALDER PÅ FORSKELLIGE KVALITETSEGENSKABER

### 1.1. Baggrund

Forsøgets formål var at påvise ændringer i kvalitet af byg lagret ved forskellige vandindhold.

Ændringerne blev målt dels ved kemiske og mikrobiologiske metoder og dels ved fodringsforsøg på smågrise.

## 1.2. Materiale og metoder

Til forsøget blev anvendt to bygsorter, Mona, en tidlig sort og Zita, en middeltidlig. De to sorter blev opdelt i hver to partier. Det ene parti fra hver sort blev lagret med ca. 19 pct. vand, det andet blev tørret til ca. 13 pct. vand. De tørrede partier blev oplagret i sække, mens de våde partier blev oplagret i to plansiloer. Temperaturudviklingen i siloerne blev målt dagligt. Kornet blev lagret fra høst i en 8 ugers periode, hvorefter også de våde partier blev nedtørret til ca. 13 pct. vand.

Kemiske analyser af byggens næringsstofsammensætning og sundhedsmæssige kvalitet blev foretaget jævnligt før og efter tørring og i den efterfølgende lagringsperiode på ca. 8 måneder.

Byggen indgik i foderblandingerne med ca. 65 pct. Blandingernes sammensætning ses i tabel 1.2.

Foderblandingerne alder efter formaling og blanding kan påvirke produktionsresultaterne. Ligeledes kan tilsætning af antioxidant have effekt. Forsøget blev derfor opstillet efter planen vist i tabel 1.1. Der blev udtaget prøver af blandingerne til kvalitetsanalyser hver 14. dag i perioden fra blanding til 84 dage.

Ved fravænning 4 uger gamle blev grisene indsat i enkeltstier. 6 grise pr. kuld indgik i forsøget og blev fordelt således, at de fik hver sin foderblanding. Smågrisene var i forsøg indtil 10 ugers alderen, hvorefter de blev fodret med normal foder indtil slagtning.

Tabel 1.1. Forsøgsplan

Tabel 1.1. Experimental design

| Foderblanding<br><i>Diets</i>                                                | 1                              | 2     | 3     | 4   | 5     | 6                    |
|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------|-------|-----|-------|----------------------|
| Blandingers lagrings-<br>tid, dg<br><i>Storage time of<br/>diets, days</i>   | 0-7                            | 30-60 | 60-90 | 0-7 | 30-60 | 60-90                |
| Antioxidant,<br>mg ethoxyquin/kg<br><i>Antioxidant,<br/>mg ethoxyquin/kg</i> | 0                              | 0     | 0     | 100 | 100   | 100                  |
| Bygparti<br><i>Barley lot</i>                                                | Antal grise<br><i>No. pigs</i> |       |       |     |       | Ialt<br><i>Total</i> |
| 1 Mona, tørt<br><i>Mona, dried</i>                                           | 5                              | 5     | 5     | 5   | 5     | 5 30                 |
| 2 Mona, fugtigt<br><i>Mona, moist</i>                                        | 5                              | 5     | 5     | 5   | 5     | 5 30                 |
| 3 Zita, tørt<br><i>Zita, dried</i>                                           | 5                              | 5     | 5     | 5   | 5     | 5 30                 |
| 4 Zita, fugtigt<br><i>Zita, moist</i>                                        | 5                              | 5     | 5     | 5   | 5     | 5 30                 |
| Ialt, total                                                                  | 20                             | 20    | 20    | 20  | 20    | 20 120               |

Tabel 1.2. Sammensætning af foder, pct.

Table 1.2. Composition of diets, per cent

|                        |       |
|------------------------|-------|
| Byg, Barley            | 64.5  |
| Sojaskrå, Soybean meal | 20.0  |
| Skummetmælkspulver,    | 6.0   |
| Skim-milk powder       |       |
| Fiskemel, Fishmeal     | 3.0   |
| Tørgær, Dried yeast    | 3.0   |
| Kridt, Limestone       | 0.6   |
| Dicalciumfosfat,       | 1.4   |
| Dicalcium phosphate    |       |
| Salt, Salt             | 0.3   |
| Vitaminblanding,       | 0.6   |
| Vitamin-mix            |       |
| Mikromineralblanding,  | 0.6   |
| Trace elements mix     |       |
| Ialt,                  | 100.0 |
| Total                  |       |

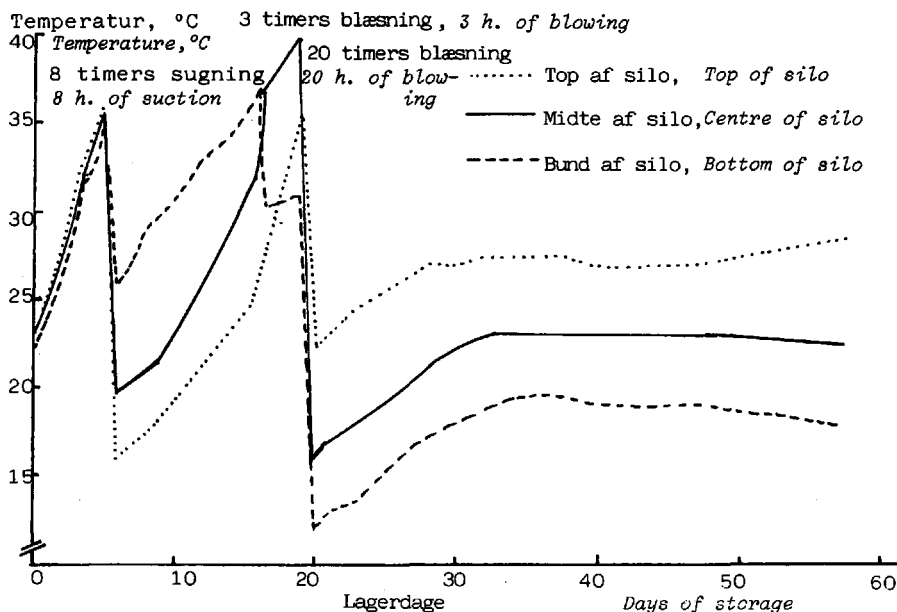
|                               |      |
|-------------------------------|------|
| Beregnet indhold,             |      |
| Calculated content            |      |
| FES pr. kg foder,             | 1.04 |
| FUp per kg feed               |      |
| Ford.protein, g pr. FES       | 181  |
| Dig.protein, g per FUp        |      |
| Ford.fedt, g pr. FES          | 10   |
| Dig. fat, g per FUp           |      |
| Ford.lysin, g pr. FES         | 10.2 |
| Dig. lysine, g per FUp        |      |
| Ford.metionin +               |      |
| cystin, g pr. FES             | 6.2  |
| Dig. meth. + cyst., g per FUp |      |

## 1.3. Resultater

### 1.3.1. Analyser på byg

Temperaturen i de "fugtige" bygpartier steg meget hurtigt i dagene efter høst. I løbet af den første uge steg temperaturen til ca. 40 °C, hvorefter kornet enten blev suget eller gennemblæst. Ved nedtørring efter en lagerperiode på 8 uger lugtede kornet stærkt og også efter tørring var lugten stærkt afvigende fra det korn der var tørret ved høst. Kornet havde desuden et mørkt udseende.

I figur 1.1 ses et eksempel på hvordan temperaturen i parti 2 med højt vandindhold udviklede sig i hhv toppen, midten og bunden af siloen.



Figur 1.1. Temperaturen 3 steder i siloen i løbet af 8 ugers lagringstid.

Figure 1.1. The temperature at 3 locations in the silo over a 8 weeks storage period.

I den første uge steg temperaturen fra 23 til ca. 35<sup>o</sup> C. Stigningen var ens for hele siloen. Efter 8 timers sugning faldt temperaturen men der var stor forskel på størrelsen af temperaturfaldet i forskellige afdelinger af siloen. Der var således ca. 10<sup>o</sup> forskel på top og bund. I løbet af de næste to uger steg temperaturen igen til 30 - 40<sup>o</sup> C hvorefter siloen blev gennemblæst i 20 timer. Igen sås en stor forskel på top og bund temperaturen. Det ses således at gennemluftning af siloen medførte temperaturfald, men med meget stor variation i de forskellige dele af siloen til følge.

Resultaterne af de kemiske analyser på byggen blev testet efter følgende model.

$$Y = \mu + \alpha + \beta + \gamma + \epsilon$$

Y = den undersøgte egenskab

$\mu$  = middelværdi

$\alpha$  = effekt af vandindhold i byg

$\beta$  = effekt af bygsort

$\gamma$  = effekt af lagring

$\epsilon$  = tilfældig effekt

De kemiske analyser af byggen i lagringsperioden viste, at der ikke var nævneværdig forskel i bygpartiernes næringsstofindhold og at lagringstiden ikke påvirkede næringsstofsammensætningen. Derimod blev kvalitetsresultaterne tydeligt påvirkede af byggens lagring.

I tabel 1.3 ses effekten af forsøgsfaktorerne på kvalitetsresultaterne.

Tabel 1.3. Signifikanstabel. Faktorer og vekselvirkningers indflydelse på kvalitetstal i byg

Table 1.3. Table of significances. Effect of factors and interactions on quality factors for barley

| Faktorer<br><i>Factors</i>                               | Egenskaber, <i>Properties</i> |                 |            |            |
|----------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------|------------|------------|
|                                                          | FFA                           | Peroxid         | DBC        | TVN        |
|                                                          | <i>FFA</i>                    | <i>Peroxide</i> | <i>DBC</i> | <i>TVN</i> |
| Vandindhold i byg<br><i>Moisture content in barley</i>   | *                             | ***             | *          | NS         |
| Bygsort<br><i>Strain of barley</i>                       | NS                            | NS              | NS         | NS         |
| Lagring<br><i>Storage</i>                                | ***                           | ***             | ***        | ***        |
| Vandindhold * Sort.<br><i>Moisture cont. * Strain</i>    | NS                            | NS              | NS         | NS         |
| Vandindhold * lagring<br><i>Moisture cont. * Storage</i> | NS                            | NS              | NS         | NS         |
| Sort * Lagring<br><i>Strain * Storage</i>                | NS                            | NS              | NS         | NS         |

Af tabellen ses, at byggen vandindhold havde tydelig effekt på kvalitetstallene, undtagen TVN-tallet. Der var ingen forskel mellem bygsorterne.

I tabel 1.4 ses vandindholdets virkning på kvalitetsresultaterne som gennemsnit af hele lagringsperioden.

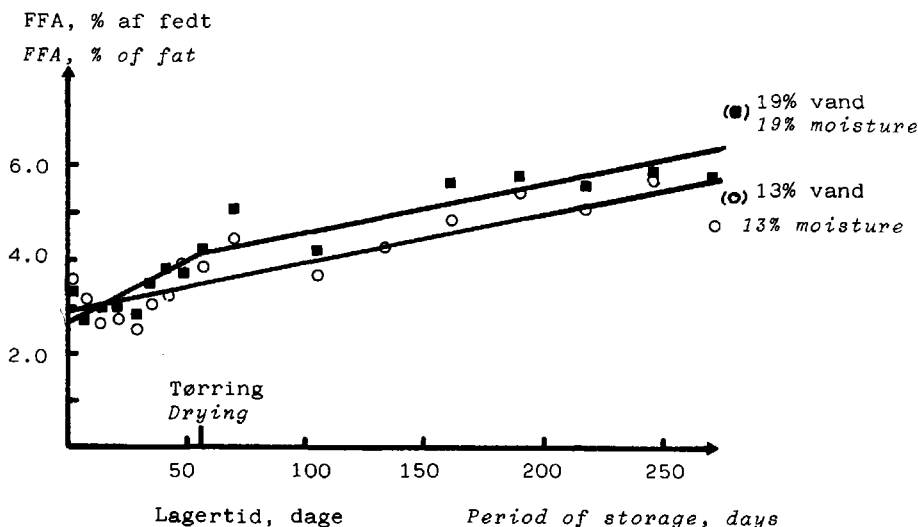
Tabel 1.4. Kvalitetstal i byg med forskelligt vandindhold

Table 1.4. Quality figures for barley with different moisture content

| Vandindhold i byg<br><i>Moisture content</i>                  | 13% | 19% |
|---------------------------------------------------------------|-----|-----|
| FFA (Pct. af fedt)<br><i>FFA (per cent of fat)</i>            | 3.9 | 4.3 |
| Peroxid (meq pr. kg fedt)<br><i>Peroxide (meq per kg fat)</i> | 13  | 10  |
| DBC (mmol pr. kg ts).<br><i>DBC (mmol per kg DM)</i>          | 103 | 101 |
| TVN (mgN/100 g ts.<br><i>TVN (mgN/100 g DM)</i>               | 2.8 | 3.0 |

FFA-tallet var størst for det fugtige korn selv om forskellen var beskeden. Peroxid- og DBC-tallet var lavere i det fugtige korn end i det tørrede. Trods de ret små differencer var der dog signifikante forskelle.

I figurerne 1.2, 1.3 og 1.4 ses lagringens indflydelse på kvalitetstallene. Da vandindholdet i byggen påvirkede FFA- og peroxid-tallene, er resultaterne i figurerne 1.2 og 1.3 opdelt efter byggens vandindhold ved høst. Der forekommer således en kurve både for byg med højt og lavt vandindhold.

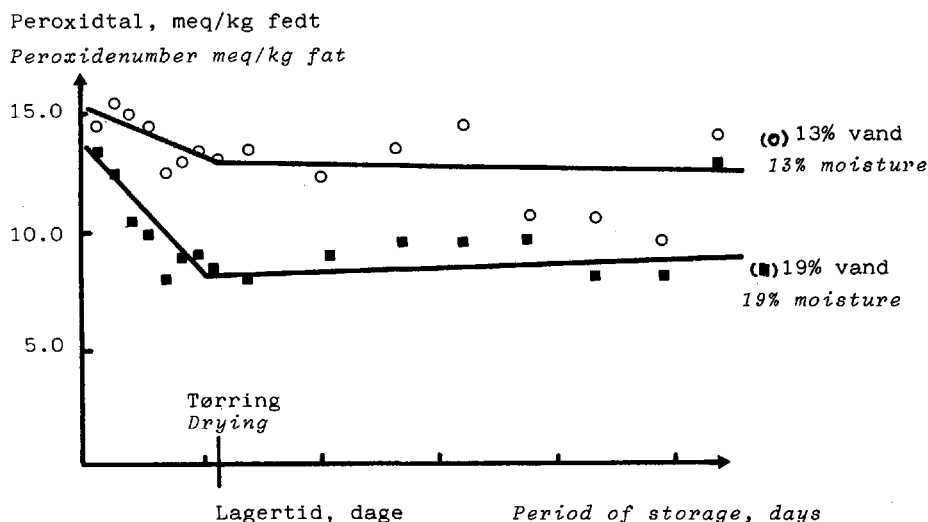


Figur 1.2. FFA-tallets udvikling i byg ved lagring med højt og lavt vandindhold

Figure 1.2. Influence on FFA-values of storage of barley at high and low moisture content

Den fugtige byg blev nedtørret efter 8 uger. Derfor er kurven opdelt i før og efter tørring. Det ses af figuren, at FFA-tallet for det fugtige korn steg hurtigere i den første 8-ugers periode, end FFA-tallet for det tørrede korn. Efter tørringen var stigningstakten den samme i resten af lagringsperioden. Denne forskel i den første periode var dog ikke så stor, at der blev fundet vekselvirkning mellem vandindhold og lagringstid (tabel 1.3).

I figur 1.3 ses peroxidtallets udvikling i lagringsperioden i byg med højt og lavt vandindhold.

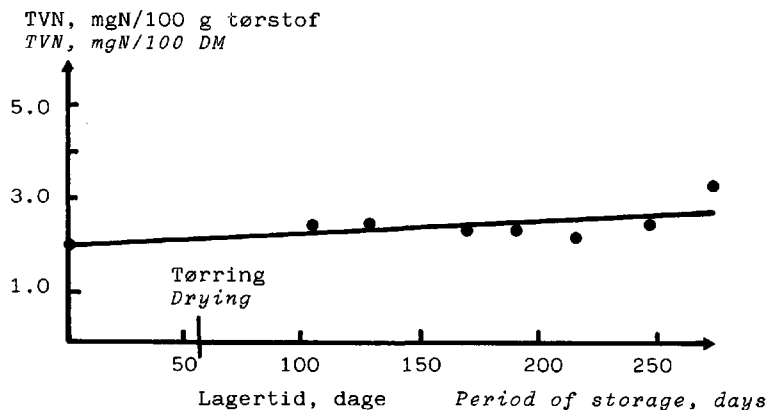


Figur 1.3. Peroxidtallets udvikling i byg ved lagring med højt og lavt vandindhold

Figure 1.3. Influence on peroxide value of storage of barley at high and low moisture content

Peroxidtallet faldt i den første 8-ugers periode for både tør og fugtig byg. Faldet var størst for den fugtige byg. Efter tørring af den fugtige byg var der ingen udvikling i peroxidtallet i resten af lagringsperioden. Til trods for tendensen til et kraftigere fald i den fugtige byg i den første periode, var der ingen signifikant vekselvirkning mellem byggets vandindhold og lagringstiden (tabel 1.3).

I figur 1.4 ses lagringens indflydelse på TVN-tallet. Da byggens vandindhold ikke påvirkede TVN-tallet signifikant (tabel 1.3) er resultaterne for fugtigt og tørt korn slået sammen. Det ses af TVN-tallet steg svagt i løbet af lagringsperioden.



Figur 1.4. TVN-tallets udvikling i byg ved lagring

Figure 1.4. Development of TVN-number in barley throughout storage period

### 1.3.2. Analyser på foderblandinger

I perioden fra formaling og blanding til 84 dage efter blanding blev der udtaget prøver af foderblandingerne til kvalitetsanalyser hver 14. dag. Foderblandingerne blev opbevaret i papirsække. Foderprøverne blev analyseret for

|                              |                      |
|------------------------------|----------------------|
| Vandindhold                  | (4 gange i perioden) |
| Farvebindingskapacitet (DBC) | (4 gange i perioden) |
| TVN                          | (4 gange i perioden) |
| FFA                          | (7 gange i perioden) |
| Peroxidital                  | (7 gange i perioden) |

Til den statistiske analyse blev anvendt følgende model:

$$Y = \mu + \alpha + \beta + \sigma + \gamma + \epsilon$$

hvor Y = den undersøgte egenskab

$\mu$  = middelværdi

$\alpha$  = effekt af vandindhold i byg

$\beta$  = effekt af bygsort

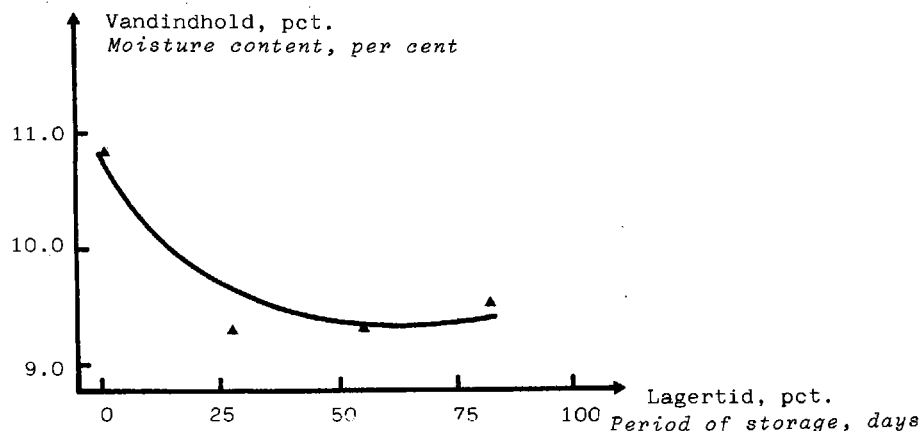
$\sigma$  = effekt af antioxidant

$\gamma$  = effekt af lagring af foderblandinger

$\epsilon$  = tilfældig effekt

Effekten af forsøgsfaktorerne og de indbyrdes vekselvirkninger på kvalitetsresultaterne i foderblandingerne er vist i tabel 1.5.

Der var tydelig effekt af lagringstiden på vandindholdet. Blandingernes vandindhold faldt i den første del af perioden, for at stige svagt igen i den sidste del. Denne udvikling skyldtes formentlig omgivelsernes temperatur og luftfugtighed. I figur 1.5 er vist hvorledes udviklingen forløb i lagringsperioden.



Figur 1.5. Vandindhold i foderblandinger gennem 80 dages lagringsperiode

Figure 1.5. The moisture content in diets over a 80-day period of storage

Tabel 1.5. Signifikanstabel. Faktorer og vekselvirkningers indflydelse på kvalitetstal i foderblandinger

Table 1.5. Table of significances. Effect of factors and interactions on quality measures for feed mixtures

| Faktorer<br><i>Factors</i>                    | Egenskaber<br><i>Properties</i>     |                   |                   |                   |                            |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------------------|
|                                               | Vandindhold<br><i>Water content</i> | DBC<br><i>DBC</i> | TVN<br><i>TVN</i> | FFA<br><i>FFA</i> | Peroxid<br><i>Peroxide</i> |
| Vand i byg<br><i>Moisture in barley</i>       | NS                                  | NS                | NS                | ***               | NS                         |
| Bygsort<br><i>Strain of barley</i>            | *                                   | NS                | NS                | ***               | NS                         |
| Antioxidant<br><i>Antiozidant</i>             | NS                                  | NS                | NS                | NS                | ***                        |
| Lagring<br><i>Storage</i>                     | ***                                 | NS                | NS                | ***               | NS                         |
| Vand * sort<br><i>Moisture * strain</i>       | NS                                  | NS                | NS                | ***               | NS                         |
| Vand * antiox.<br><i>Moisture * antiox.</i>   | NS                                  | NS                | NS                | NS                | *                          |
| Vand * lagring<br><i>Moisture * storage</i>   | NS                                  | NS                | NS                | NS                | NS                         |
| Antiox. * lagring<br><i>Antiox. * storage</i> | NS                                  | NS                | NS                | NS                | ***                        |
| Sort * antiox.<br><i>Strain * antiox.</i>     | NS                                  | NS                | NS                | NS                | NS                         |
| Sort * lagring<br><i>Strain * storage</i>     | NS                                  | NS                | NS                | NS                | NS                         |

I tabel 1.6 ses resultaterne for alle kvalitetstallene som gennemsnit i lagringsperioden.

**Tabel 1.6. Foderblandingerne kvalitetstal**

*Table 1.6. The quality measures of diets*

| Bygsort<br><i>Sort of barley</i>                                              | Mona<br><i>Mona</i> | Zita<br><i>Zita</i> | Mona<br><i>Mona</i> | Zita<br><i>Zita</i> |
|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Vandindhold i byg ved lagring<br><i>Moisture content of barley at storage</i> | 13                  | 13                  | 19                  | 19                  |
| Vandindhold i blandinger<br><i>Moisture content in diets</i>                  | 10.0                | 9.9                 | 9.4                 | 9.7                 |
| DBC, mmol/kg ts<br><i>DBC, mmol/kg DM</i>                                     | 231                 | 226                 | 229                 | 230                 |
| TVN, mgN/100g ts<br><i>TVN, mgN/100 g DM</i>                                  | 11.0                | 13.8                | 12.6                | 12.1                |
| FFA, pct. af fedt<br><i>FFA, pct of fat</i>                                   | 16.6                | 18.7                | 29.7                | 20.9                |
| Peroxidtal, meq/kg fedt<br><i>Peroxide value, meq/kg fat</i>                  | 8                   | 7                   | 8                   | 7                   |

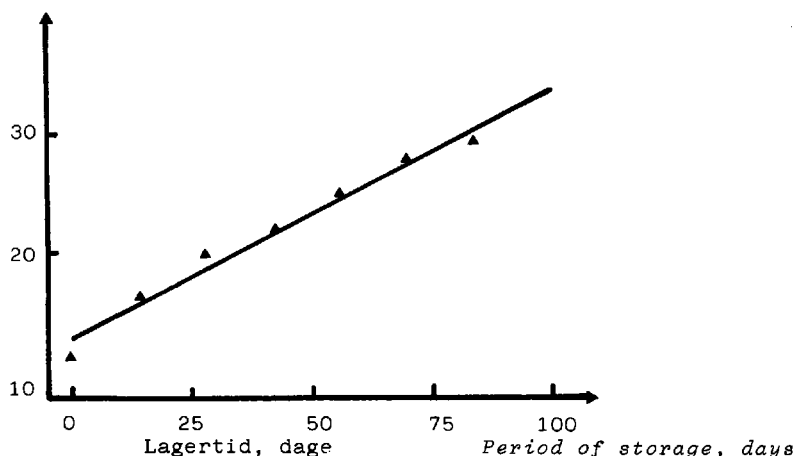
DBC - og TVN - tallene blev ikke påvirket af nogle af de undersøgte faktorer.

FFA-tallet blev især påvirket af lagringstiden. Denne sammenhæng ses i figur 1.6. Der var som tabel 1.5 og 1.6 antyder forskel imellem blandingerne men den var hovedsagelig udtryk for en niveau forskel, hvorimod hældningskoefficienten var nogenlunde ens. Derfor er den viste sammenhæng den mest overskuelige. FFA-tallet steg således med lagringstiden uanset om foderblandingerne indeholdt tørret byg eller byg der har været lagret med højt vandindhold.

Der blev fundet en kraftig vekselvirkning mellem sort og vandindhold for FFA-tallet, hvilket vil sige at FFA-tallet i det våde Monabyg steg væsentlig mere end FFA-tallet i det våde Zitabyg. Denne vekselvirkning er årsagen til at hovedeffekterne vandindhold og bygsort fremkommer som signifikante i tabel 1.5.

FFA, pct. fedt

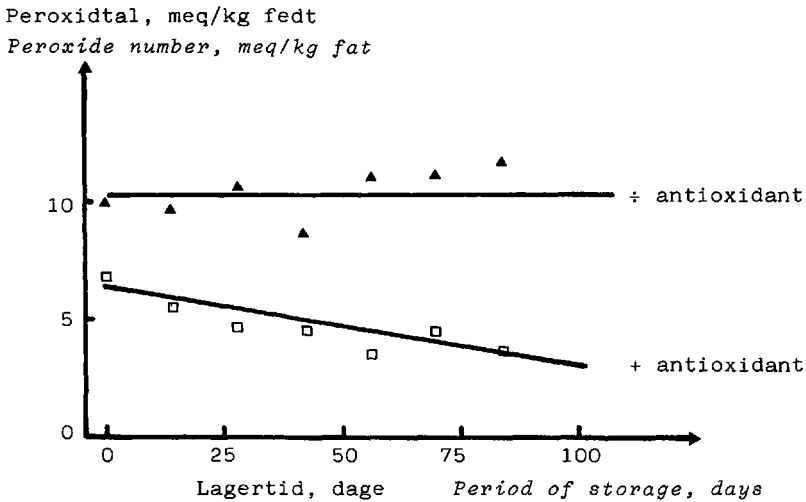
FFA, per cent of fat



Figur 1.6. Lagringens indflydelse på FFA-tallet i foderblandinger

Figure 1.6. Influence of storage on FFA-values in diets

Peroxid tallet afhang af om foderblandingerne indeholdt antioxidant. Undersøges blandingerne med og uden antioxidant hver for sig ses, at peroxid tallet i blandingerne uden antioxidant ikke ændredes i lagringsperioden, mens peroxid tallet for blandinger med antioxidant faldt i løbet af perioden. Figur 1.7 viser disse sammenhænge.



Figur 1.7. Indflydelsen af antioxidant og lagringstid på peroxidtallet

Figure 1.7. Influence of antioxidant and period of storage on peroxidenumbers in diets

### 1.3.3. Fodringsforsøg med grise

Fodringsresultaterne blev analyseret efter følgende model:

$$Y = \mu + \alpha + \beta + \gamma + \sigma + \epsilon$$

Y= den undersøgte egenskab

$\mu$ = middelværdi

$\alpha$ = effekt af vandindhold i byg

$\beta$ = effekt af bygsort

$\gamma$ = effekt af antioxidant

$\sigma$ = effekt af blandingerne alder

$\epsilon$ = tilfældig effekt

I denne og alle efterfølgende modeller på fodringsforsøg er kuldefekten undersøgt. I alle tilfælde er kuldeeffekten signifikant, d.v.s. at der altid er forskel på kuld. Af praktiske grunde er denne variabel blot ikke vist i modellerne.

Foderet blev af praktiske grunde opdelt i 3 aldersgrupper (0-14, 30-60 og 60-90 dage efter blanding).

I tabel 1.8 ses signifikansniveau af hovedfaktorer og vekselvirkninger.

Af hovedfaktorerne var det kun vandindholdet i byggen og tilsætning af antioxidant, der påvirkede produktionsresultaterne. I tabel 1.9 og tabel 1.10 ses resultaterne.

Af tabel 1.9 ses, at byggen med højest vandindhold i lagringsperioden medførte de bedste fodringsresultater.

Tilsætning af antioxidant til foderet medførte en lavere foderoptagelse og dermed lavere tilvækst.

Tabel 1.8. Signifikanstabel. Forsøgsfaktorernes indflydelse på produktionsresultaterne

Table 1.8. Table of significance. The effect of factors and interactions on results

| Faktorer<br>Factors                  | Egenskaber<br>Properties      |                              |                                      |                                  |
|--------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|
|                                      | Daglig tilvækst<br>Daily gain | FES/gris<br>Feed consumption | FES/kg tilv.<br>Feed conversion rate | Vandforbrug<br>Water consumption |
| Vand i byg<br>Moisture in barley     | *                             | ***                          | NS                                   | NS                               |
| Bygsort<br>Strain of barley          | NS                            | NS                           | NS                                   | NS                               |
| Antioxidant                          | *                             | **                           | NS                                   | NS                               |
| Antioxidant                          |                               |                              |                                      |                                  |
| Alder<br>Age                         | NS                            | NS                           | NS                                   | NS                               |
| Vand * sort<br>Moisture * Strain     | NS                            | NS                           | NS                                   | NS                               |
| Vand * antiox.<br>Moisture * Antiox. | NS                            | NS                           | NS                                   | NS                               |
| Vand * alder<br>Moisture * Age       | NS                            | NS                           | NS                                   | NS                               |
| Sort * Antiox.<br>Strain * Antiox.   | NS                            | NS                           | NS                                   | NS                               |
| Sort * alder<br>Strain * Age         | NS                            | NS                           | NS                                   | NS                               |
| Alder * antiox.<br>Age * Antiox.     | NS                            | NS                           | NS                                   | NS                               |

**Tabel 1.9. Effekt af vand i byg på grisenes produktionsresultater**

*Table 1.9. Effect of moisture content in barley on productivity*

| Vand i byg, pct.                                                    | 13   | 19   | Signifikans |
|---------------------------------------------------------------------|------|------|-------------|
| <i>Water in barley, pct.</i>                                        |      |      |             |
| Antal grise<br><i>No. of pigs</i>                                   | 59   | 59   |             |
| Vægt ved 4 uger, kg<br><i>Weight at 4 weeks, kg</i>                 | 7.0  | 7.2  | NS          |
| Vægt ved 10 uger, kg<br><i>Weight at 10 weeks, kg</i>               | 20.9 | 22.2 | *           |
| Daglig tilvækst, g<br><i>Daily gain, g</i>                          | 329  | 354  | *           |
| FES pr. gris<br><i>FUp per pig</i>                                  | 28.5 | 31.1 | *           |
| FES pr. kg tilvækst<br><i>FUp per kg gain per pig</i>               | 2.12 | 2.12 | NS          |
| Vandforbrug pr. gris, l<br><i>Water consumption per pig, litres</i> | 111  | 107  | NS          |

**Tabel 1.10. Effekt af antioxidant på grisenes produktionsresultater**

*Table 1.10. Effect of antioxidant on productivity*

| Antioxidant                                                         | -    | +    | Signifikans |
|---------------------------------------------------------------------|------|------|-------------|
| <i>Antioxidant</i>                                                  |      |      |             |
| Antal af grise<br><i>No. of pigs</i>                                | 59   | 59   |             |
| Vægt ved 4 uger, kg<br><i>Weight at 4 weeks, kg</i>                 | 7.1  | 7.1  | NS          |
| Vægt ved 10 uger, kg<br><i>Weight at 10 weeks, kg</i>               | 22.0 | 21.0 | *           |
| Daglig tilvækst, g<br><i>Daily gain, g</i>                          | 354  | 330  | *           |
| FES pr. gris<br><i>FUp per pig</i>                                  | 30.6 | 29.0 | *           |
| FES pr. kg tilvækst<br><i>FUp per kg gain</i>                       | 2.10 | 2.13 | NS          |
| Vandforbrug pr. gris, l<br><i>Water consumption per pig, litres</i> | 107  | 110  | NS          |

Af tabel 1.8 ses, at grisenes produktionsresultater ikke påvirkedes signifikant af foderblandingerne alder. Af nedenstående tabel 1.11 ses, at der dog var en tendens til at foderets alder forringede foderoptagelse og tilvækst.

**Tabel 1.11. Effekt af foderets alder på grisenes foderoptagelse og tilvækst**

*Table 1.11. Effect of age of feed on consumption and weight gain*

| Foderets alder, dage<br><i>Age of feed, days</i>                     | 0-14 | 30-60 | 60-90 | Signifikans |
|----------------------------------------------------------------------|------|-------|-------|-------------|
| Antal grise<br><i>No. of pigs</i>                                    | 39   | 39    | 40    |             |
| Foderoptagelse pr. gris, FEs<br><i>Feed consumption per pig, FUp</i> | 30.6 | 29.5  | 29.4  | NS          |
| Daglig tilvækst, g<br><i>Daily gain, g</i>                           | 353  | 342   | 341   | NS          |

Gødningskarakter og antal behandlinger mod diarree blev ikke påvirket af nogle af de undersøgte faktorer.

#### 1.4. Diskussion og konklusion

Fodringsresultaterne viste, at lagring af byg med højt vandindhold i 8 uger før nedtørring, ikke havde nogen negativ virkning på grisenes produktionsresultater, snarere tværtimod. Grisenes ædelyst på foder, der indeholdt dette korn, var større end på foder indeholdende tørret korn. Da der ikke var forskel på foderudnyttelsen medførte dette en større tilvækst for disse grise.

Bygsorten havde ingen effekt hverken på byggens kvalitetstal, blandingerne kvalitetstal eller grisenes produktionsresultater.

Foderblandingerne alder havde ikke signifikant negativ virkning på grisenes ædelyst og produktionsresultater. Der var dog en tendens til lidt lavere foderoptagelse og tilvækst når foderet blev gammelt. Derimod var der overraskende en signifikant negativ virkning af antioxidant i foderblandingerne, hvilket er uddybet af Kjeldsen et al. (1982). Da der ikke var forskel i foderudnyttelsen, må forskellen ligge i mindre ædelyst hos grise hvis foder var tilsat antioxidant.

Resultaterne tydede på at den anvendte lagringsmetode med lagring af fugtigt korn i 8 uger inden tørring ikke var "skrap" nok til at frembringe uheldige virkninger hverken målt ved kemiske analyser på byg og foderblandinger eller målt ved grisenes produktionsresultater.

Generelt havde grisene en noget lavere tilvækst end normalt for forsøgsstationen. Dette kan skyldes at kornet blev meget fint formålet og gav en del støvgener. Det er muligt, at disse støvgener medførte at grisene havde en lavere foderoptagelse end normalt.

## 2: FORSØG 2. HØSTNINGENS OG OPBEVARINGSFORHOLDENES INDFLYDELSE PÅ EN RÆKKE KEMISKE OG BIOLOGISKE EGENSKABER I BYG

### 2.1. Baggrund

På baggrund af forsøg 1 hvor grisenes produktionsresultater ikke blev påvirket af lagringsforholdene, blev der udført et nyt forsøg med det formål at undersøge hvad selve høstningen betyder for bygkvaliteten samt hvad en langvarig lagringsperiode med høj vandindhold medfører af kvalitetsforskelle på vådt og nedtørret byg.

Høstningens indflydelse indgik i forsøget ud fra den teori, at en hårdhændet høstning med mange knækkede kerner øger de kvalitetsforringende kemiske processer i kornet.

Kombineret med et højt vandindhold i hele lagringsperioden var det tænkeligt, at forskellen i bygkvalitet målt ved kemiske analyser og fodringsforsøg ville blive væsentlig tydeligere end i forsøg 1.

## 2.2 Materiale og metoder

Til forsøget blev der høstet 4 partier Lofabyg med højt vandindhold. To af partierne blev høstet meget hårdhændet for at frembringe knækkede kærner mens de to øvrige blev høstet skånsomt. To partier, et fra hver høstmetode, blev nedtørret til ca. 11 pct. vand, mens de to øvrige blev lagret med 19 pct. vand i 8 måneder, hvorefter kornet blev anvendt til opfodring i smågriseforsøg. I modsætning til forsøg 1 blev kornet ikke nedtørret inden opfodring.

De to tørrede partier blev oplagret i sække mens de to fugtige partier blev oplagret i siloer. I tabel 2.1 ses forskellen mellem de 4 partiers lagringsforhold.

Tabel 2.1. Høst og lagringsforhold for de 4 bygpartier  
*Table 2.1. Harvest and storage conditions for the four  
 lots of barley*

| Parti<br><i>Batch</i>                                                            | 1                     | 2                   | 3                     | 4                   |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
| Høstmetode<br><i>Harvesting method</i>                                           | S                     | S                   | H                     | H                   |
| Vandindhold ved lagring pct.<br><i>Moisture content at storage,<br/>per cent</i> | 11                    | 19                  | 11                    | 19                  |
| Lagringsform<br><i>Type of storage</i>                                           | sække<br><i>sacks</i> | silo<br><i>silo</i> | sække<br><i>sacks</i> | silo<br><i>silo</i> |

S = skånsomt høstet;      H = hårdhændet høstet  
*S = gentle harvesting;      H = rough harvesting*

Temperaturudviklingen i det fugtige byg blev fulgt dagligt, og når temperaturen nærmede sig 50° C blev siloerne ventileret.

I løbet af lagringsperioden blev der jævnlgt udtaget prøver til kemiske analyser af næringsstoffer og til kvalitetsanalyser.

Foderblandingerne til fodringsforsøget var af samme sammensætning som i forsøg 1.

Fodringsforsøget blev gennemført som forsøg 1. Grisene blev også her opdelt i 6 hold. De 4 første hold fik foder indeholdende de 4 nævnte bygpartier. Disse blandinger blev ikke tilsat antioxidant. De to sidste blandinger indholdt en bygblanding af henholdsvis 1+3 og 2+4 (lige dele).

Disse to blandinger blev tilsat antioxidant (100 mg ethoxyquin/kg). Forsøgsbehandlingerne er vist i tabel 2.2.

Tabel 2.2. Forsøgsplan

Table 2.2. Experimental design

| Hold<br>Group         | 1   | 2      | 3                               | 4      | 5   | 6      |
|-----------------------|-----|--------|---------------------------------|--------|-----|--------|
| Bygparti              | tør | fugtig | tør                             | fugtig | tør | fugtig |
| Batch of barley       | dry | moist  | dry                             | moist  | dry | moist  |
| Høstbehandling        | S   | S      | H                               | H      | S/H | S/H    |
| Harvesting method     |     |        |                                 |        |     |        |
| Antioxidant           | -   | -      | -                               | -      | +   | +      |
| Antioxidant           |     |        |                                 |        |     |        |
| S = skånsomt høstet   |     |        | H = hårdhændet høstet           |        |     |        |
| S = gentle harvesting |     |        | H = rough harvesting            |        |     |        |
| Tør = 11 pct. vand    |     |        | Dry = 11 per cent of moisture   |        |     |        |
| Fugtig = 19 pct. vand |     |        | Moist = 19 per cent of moisture |        |     |        |

For at undersøge om lagringstiden havde indflydelse på foderblandingeres kvalitet, blev foderet analyseret ved formaling/blanding og efter 6 ugers lagringstid.

Prøverne blev udtaget med jævne mellemrum i forsøgsperioden. De 6 foderblandinger blev anvendt til et rotteforsøg til måling af proteinets sande fordøjelighed (SF), den biologiske værdi (BV) og nettoproteinudnyttelsen (NPU) efter metoden af Eggum (1973).

## 2.3 Resultater

### 2.3.1 Analyser på byg

I løbet af den første uge efter indlagring i siloer steg temperaturen i det fugtige korn. Ved indlagring blev temperaturen målt til 24.0, 24.0 og 24.5 °C i hhv bund, midt og top i siloen. Efter 7 dage var temperaturen hhv 37.0, 50.0 og 50.0 i bund, midt og top. Derefter blev kornet gennemsuget i 5 timer og dagen efter var temperaturen 50.0, 36.0 og 25.0 °C i hhv bund, midt og top. I den efterfølgende periode blev siloen gennemsuget eller gennemblæst med jævne mellemrum. Det var karakteristisk at selv om gennemsnitstemperaturen derved faldt, var der meget store forskelle på de 3 målingssteder i siloen. En forskel på 20-25 °C fra bund til top blev ofte observeret.

Bygpartierne blev undersøgt 3 gange i lagringsperioden for mark- og skimmelsvampe henholdsvis ved høst, efter et halvt års lagring og efter et års lagring.

Ved høst var der et stort indhold af marksvampe som *Alternaria*, *Cladosporium* og *Helminthosporium*, men ingen lagersvampe. Prøverne blev karakteriseret som sunde, uden væsentlig forskel med hensyn til indhold af marksvampe.

Efter et halvt år skilte parti 1 og 3 sig ud ved et lavt indhold af lagersvampe og højt indhold af marksvampe. Partierne 2 og 4 havde derimod et højt indhold af lagersvampe som *Aspergillus* og *Penicillium*arter.

Efter et år indeholdt parti 1 og 3 stadig kun en ringe mængde lagersvampe og ret højt indhold af marksvampe, mens både 2 og 4 havde et højt indhold af *Penicillium* og *Aspergillus*-arter.

Et stort indhold af lagersvampe er ikke ensbetydende med forekomst af mycotoksiner, der kun dannes under ganske bestemte fysiske forhold. Kemiske analyser viste, at der ikke forekom mycotoksiner i byggen.

De kemiske resultaters afhængighed af vandindhold i byg, bygbehandling og lagringstid blev undersøgt efter følgende model.

$$Y = \mu + \alpha + \beta + b_1 T + b_2 T^2 + \epsilon$$

hvor  $Y$  = den undersøgte egenskab

$\mu$  = middelværdi

$\alpha$  = effekt af vandindhold i byg

$\beta$  = effekt af høstmetode

$T$  = effekt af byggens lagringstid

$b_1, b_2$  = regressionskoefficienter

$\epsilon$  = tilfældig effekt

I denne model er faktorerne  $\alpha$  og  $\beta$  diskontinuerte med hver 2 niveauer, hvorimod  $T$  er en kontinuert faktor.

I tabel 2.3 ses hvordan de enkelte resultater afhang af de anvendte faktorer og deres indbyrdes vekselvirkninger. I det følgende vil de væsentligste sammenhænge blive omtalt.

Tabel 2.3. Signifikanstabel. Faktorer og vekselvirkningers indflydelse på analyseresultater

Table 2.3. Table of significance. Effect of factors and interactions on chemical results

| Egenskaber    |                 | Antal   | Vand i    | Høst-   | Vand*     | Lagertid  | Vand*     | Lagertid <sup>2</sup>  |
|---------------|-----------------|---------|-----------|---------|-----------|-----------|-----------|------------------------|
| Properties    |                 | analys. | Moisture  | Harvest | Moisture* | Period of | Moisture* | Period <sup>2</sup> of |
|               |                 |         | in barley | method  | harvest   | storage   | storage   | storage                |
| Tørstof       | Dry matter      | 36      | ***       | NS      | NS        | NS        | NS        | NS                     |
| Råprotein     | Cr. protein     | 36      | NS        | NS      | NS        | *         | NS        | NS                     |
| Stoldt fedt   | Stoldt fat      | 36      | NS        | NS      | NS        | *         | *         | NS                     |
| Aske          | Ash             | 36      | NS        | NS      | NS        | NS        | NS        | NS                     |
| NFE           | NFE             | 36      | NS        | NS      | NS        | NS        | NS        | NS                     |
| LHK*          | SC*             | 36      | NS        | NS      | NS        | NS        | NS        | NS                     |
| Aminosyrer:   | Amino acids:    |         |           |         |           |           |           |                        |
| Cystin        | Cystine         | 12      | NS        | NS      | NS        | NS        | NS        | NS                     |
| Treonin       | Threonine       | 12      | NS        | NS      | NS        | ***       | NS        | **                     |
| Metionin      | Methionine      | 12      | NS        | NS      | NS        | NS        | *         | NS                     |
| Lysin         | Lysine          | 12      | NS        | NS      | NS        | NS        | NS        | NS                     |
| Fedtsyrer:    | Fatty acids:    |         |           |         |           |           |           |                        |
| Fedtsyrer     | Fatty acids per |         |           |         |           |           |           |                        |
| pct. af ts.   | cent of DM      | 32      | NS        | NS      | NS        | NS        | NS        | NS                     |
| Myristin      | Myristic        | 32      | NS        | NS      | NS        | **        | NS        | *                      |
| Palmitin      | Palmitic        | 32      | NS        | NS      | NS        | *         | NS        | NS                     |
| Stearin       | Stearic         | 32      | NS        | NS      | NS        | *         | NS        | NS                     |
| Olie          | Oleic           | 32      | NS        | NS      | NS        | **        | NS        | *                      |
| Linol         | Linoleic        | 32      | NS        | NS      | NS        | **        | NS        | *                      |
| Linolen       | Linolenic       | 32      | NS        | NS      | NS        | NS        | NS        | NS                     |
| Kvalitetstal: | Quality value:  |         |           |         |           |           |           |                        |
| FFA           | FFA             | 34      | ***       | NS      | NS        | ***       | **        | ***                    |
| Peroxid       | Peroxide        | 50      | NS        | NS      | NS        | NS        | **        | NS                     |
| DBC           | DBC             | 34      | *         | NS      | NS        | *         | NS        | NS                     |
| TVN           | TVN             | 12      | NS        | NS      | NS        | NS        | NS        | NS                     |

\* Let hydrolyserbare kulhydrater,

\* Soluble carbohydrates

Af tabellen ses, at kornets behandling ved høst ikke havde nogen virkning på de undersøgte stoffer. Lagringstiden derimod påvirkede en lang række næringsstoffer i foderet.

Ligeledes havde byggens vandindhold i flere tilfælde indflydelse på resultaterne.

I disse tilfælde samt hvor der blev observeret vekselvirkning med vandindholdet er resultaterne opdelt efter byggens vandindhold således at resultaterne for byg med højt og lavt vandindhold er grupperet hver for sig.

Vandindholdet i den fugtige byg faldt i løbet af lagringen fra ca. 19 til ca. 15 pct. vand. Næringsstofferne i procent af tørstoffet var uafhængig af vandindholdet. Der blev dog fundet vekselvirkning mellem lagringstid og vandindhold for Stoldt fedt.

De øvrige resultater ses i tabel 2.4.

Analyse af byggens aminosyreindhold blev foretaget på de fire aminosyrer, lysin, metionin, cystin og treonin. Der blev udført tre analyser pr. parti i hele lagringsperioden. Det er et meget lille antal analyser at basere en konklusion på, men resultaterne viste alligevel en tendens til, at visse aminosyrer blev påvirket af lagringstiden. Metionin blev ikke påvirket af hverken vandindhold eller lagringstid, mens treonin og cystinindholdet blev mindre med lagringstiden. Lagring af vådt korn viste også en tendens til lavere lysinindhold.

I tabel 2.5 ses lagringstidens indflydelse på aminosyreindholdet.

Tabel 2.4. Næringsstofsammensætningen i bygpartierne  
(gns. af lagringsperioden)

Table 2.4. Chemical composition of barley (ave. for whole storage period)

| Parti<br>Batch       | 1       | 2       | 3     | 4      |
|----------------------|---------|---------|-------|--------|
| Høstbehandling       | Skånsom | Skånsom | Hård  | Hård   |
| Harvest treatment    | Gentle  | Gentle  | Rough | Rough  |
| Vand                 | Tør     | Fugtig  | Tør   | Fugtig |
| Water                | Dry     | Moist   | Dry   | Moist  |
| Tørstof, pct.        | 86.5    | 82.9    | 86.6  | 83.5   |
| Dry matter, per cent |         |         |       |        |
| I pct. af tørstof:   |         |         |       |        |
| Per cent of DM:      |         |         |       |        |
| Råprotein            | 11.6    | 11.8    | 11.7  | 11.3   |
| Crude protein        |         |         |       |        |
| Stoldt fedt          | 3.3     | 3.3     | 3.4   | 3.1    |
| Stoldt fat           |         |         |       |        |
| Træstof              | 5.0     | 5.3     | 5.2   | 5.3    |
| Fibre                |         |         |       |        |
| Aske                 | 2.5     | 2.5     | 2.5   | 2.5    |
| Ash                  |         |         |       |        |
| NFE                  | 77.6    | 77.1    | 77.2  | 77.8   |
| NFE                  |         |         |       |        |
| LHK*                 | 64.2    | 65.0    | 64.6  | 65.4   |
| SC*                  |         |         |       |        |

\* Let Hydrolyserbare Kulhydrater, (Soluble carbohydrates)

Tabel 2.5. Aminosyreindholdet i byg i lagringsperioden.  
(g/kg tørstof)

Table 2.5. Contents of amino acids in barley during storage period  
(g per kg DM)

|            | Byg<br>Barley | Lagringstid, dage<br><u>Period of storage, days</u> |      |      |
|------------|---------------|-----------------------------------------------------|------|------|
|            |               | 0                                                   | 200  | 400  |
| Lysin      | Tør           | 4.09                                                | 4.14 | 4.04 |
| Lysine     | Dry           |                                                     |      |      |
|            | Fugtig        | 4.09                                                | 3.93 | 3.79 |
|            | Moist         |                                                     |      |      |
| Cystin     | Tør           | 2.71                                                | 2.69 | 2.62 |
| Cystine    | Dry           |                                                     |      |      |
|            | Fugtig        | 2.71                                                | 2.50 | 2.47 |
|            | Moist         |                                                     |      |      |
| Metionin   | Tør           | 1.99                                                | 2.02 | 2.00 |
| Methionine | Dry           |                                                     |      |      |
|            | Fugtig        | 1.99                                                | 1.96 | 1.92 |
|            | Moist         |                                                     |      |      |
| Treonin    | Tør           | 3.96                                                | 3.76 | 3.78 |
| Threonine  | Dry           |                                                     |      |      |
|            | Fugtig        | 3.96                                                | 3.69 | 3.76 |
|            | Moist         |                                                     |      |      |

Fedtsyresammensætningen blev ikke påvirket af byggens vandindhold, men meget tydeligt af lagringstiden. Generelt steg indholdet af de mættede syrer og af oliesyre mens linolsyreindholdet faldt med stigende lagringstid. Resultaterne viste lineær sammenhæng med lagringstiden. I tabel 2.6 er vist de fundne værdier af visse fedtsyrer.

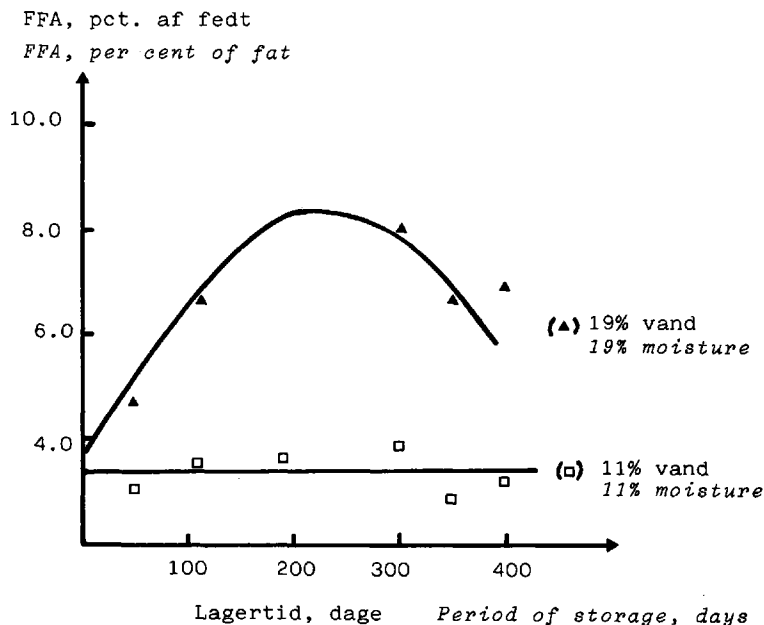
Tabel 2.6. Fedtsyresammensætning i byg i lagringsperioden  
(pct. af total fedtsyrer)

Table 2.6. Fatty acid content in barley during storage period  
(per cent of total fatty acids)

|                                      |                   | Lagringstid, dage<br>Period of storage, days |      |      |      |      |      |
|--------------------------------------|-------------------|----------------------------------------------|------|------|------|------|------|
| Byg<br>Barley                        |                   | 0                                            | 50   | 110  | 190  | 300  | 350  |
| Palmitinsyre<br><i>Palmitic acid</i> | Tør<br><i>Dry</i> | 25.8                                         | 24.4 | 26.9 | 25.1 | 27.2 | 26.4 |
|                                      | Våd<br><i>Wet</i> | 25.8                                         | 24.9 | 26.8 | 26.9 | 26.9 | 26.8 |
| Oliesyre<br><i>Oleic acid</i>        | Tør<br><i>Dry</i> | 11.6                                         | 11.7 | 12.1 | 11.7 | 13.0 | 12.5 |
|                                      | Våd<br><i>Wet</i> | 11.3                                         | 12.5 | 13.0 | 12.4 | 12.9 | 12.4 |
| Linolsyre<br><i>Linoleic acid</i>    | Tør<br><i>Dry</i> | 55.5                                         | 56.0 | 54.1 | 56.0 | 52.8 | 54.2 |
|                                      | Våd<br><i>Wet</i> | 55.8                                         | 55.0 | 53.9 | 54.3 | 53.8 | 53.9 |
| Linolensyre<br><i>Linolenic acid</i> | Tør<br><i>Dry</i> | 4.4                                          | 6.9  | 5.8  | 6.2  | 5.6  | 5.7  |
|                                      | Våd<br><i>Wet</i> | 6.3                                          | 6.4  | 5.2  | 5.3  | 5.1  | 5.6  |

Kvalitetsanalyser på byggen viste at især FFA-tallet blev påvirket af byggens vandindhold og af lagringstiden.

I figur 2.1 ses lagringstidens indflydelse på FFA-tallet i henholdsvis tør og fugtig byg.



Figur 2.1. FFA-tal i tør og fugtig byg under lagring

Figure 2.1. FFA-values in barley at high and low moisture content during storage

Den tørrede byg viste ingen ændring af FFA-tallet i lagringsperioden, mens FFA-tallet i den våde byg steg som funktion af tiden og faldt mod lagringsperiodens slutning.

Resultaterne for peroxidtallet var meget svingende i lagringsperioden især i den våde byg (tabel 2.7). Muligvis derfor var der ingen signifikant effekt af lagringstiden på den våde byg. I den tørrede byg var resultaterne mere stabile og viste et signifikant fald i peroxidtallet i løbet af lagringsperioden.

Tabel 2.7. Peroxidtal i byg i lagringsperioden

*Table 2.7. Peroxide values for barley during storage period*

|                       |                      | Lagringstid, dage<br><i>Period of storage, days</i> |    |     |     |     |     |     |
|-----------------------|----------------------|-----------------------------------------------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                       | Byg<br><i>Barley</i> | 0                                                   | 50 | 110 | 190 | 300 | 350 | 400 |
| Peroxidtal            | Tør                  | 13                                                  | 9  | 8   | 8   | 7   | 5   | 5   |
| <i>Peroxide value</i> | <i>Dry</i>           |                                                     |    |     |     |     |     |     |
| meq/kg fedt           | Fugtig               | 15                                                  | 6  | 12  | 9   | 12  | 8   | 9   |
| <i>meq/kg fat</i>     | <i>Moist</i>         |                                                     |    |     |     |     |     |     |

De kemiske analyser viste generelt, at især fedtfraktionen blev påvirket af byggenes lagring.

Fedt mængden og indholdet af fedtsyrer blev hovedsagelig påvirket af lagringstiden, mens fedtkvaliteten udtrykt ved FFA også blev påvirket af byggenes vandindhold.

Lagringstiden havde tendens til at påvirke enkelte aminosyrer, mens vandindholdet ikke havde væsentlig indflydelse på proteinfraktionen.

### 2.3.2. Analyser på foderblandinger

Resultaterne fra analyser på foderblandingerne blev undersøgt efter følgende model:

$$Y = \mu + \alpha + \beta + \gamma + \epsilon$$

hvor  $Y$  = den undersøgte egenskab  
 $\mu$  = middelværdi  
 $\alpha$  = effekt af vandindhold i byg  
 $\beta$  = effekt af bygbehandling  
 $\gamma$  = effekt af blandingerne lagring  
 $\epsilon$  = tilfældig effekt

To bygbehandlinger (hård og skånsom høst) indgik som tidligere beskrevet i forsøgsplanen således at foderblanding 1 og 2 indeholdt byg der var skånsomt behandlet, mens 3 og 4 indeholdt hårdhændet høstet byg. Blandingerne 5 og 6 indeholdt lige dele hårdhændet/skånsomt høstet byg, blot var der tilsat antioxidant. Derfor blev der anvendt en statistisk model som indeholdt tre bygbehandlinger, 1) hårdhændet høstet, 2) skånsomt høstet og 3) blandet korn + antioxidant.

I tabel 2.8 ses hvorledes resultaterne afhang af de anvendte faktorer og deres indbyrdes vekselvirkninger. De væsentligste sammenhænge vil blive omtalt.

Da den eneste forskel imellem blandingerne var forskellige bygpartier, er flere egenskaber, som ikke blev påvirket af forsøgsbehandlingerne i byggen, udeladt i tabellerne for foderblandingerne.

I tabel 2.8 ses, at byggens vandindhold har påvirket en række resultater i foderblandingerne. Derimod har bygbehandlingen (høstmetoden) ikke påvirket resultaterne, hvilket også blev observeret ved analyserne på den hele byg.

Tabel 2.8. Signifikanstabel. Faktorer og vekselvirkningers indflydelse på analyseresultater

Table 2.8. Table of significance. Effect of factors and interactions on chemical analysis for diets

|              |                | Faktorer |           | Factors |          |          |          |          |
|--------------|----------------|----------|-----------|---------|----------|----------|----------|----------|
| Egenskaber   |                | Antal    | Vand i    | Lagring | Bygbeh.  | Lager*   | Behand.* | Lager*   |
| Properties   |                | analyser | byg       | Storage | Treatm.  | Storage* | Treatm.* | Storage* |
|              |                | analyses | in barley |         | of grain | moisture | moisture | treatm.  |
| Tørstof      | Dry matter     | 30       | ***       | NS      | NS       | *        | NS       | NS       |
| Råprotein    | Crude protein  | 30       | NS        | NS      | NS       | NS       | NS       | NS       |
| Stoldt fedt  | Stoldt fat     | 30       | **        | NS      | NS       | NS       | NS       | NS       |
| Palmitinsyre | Palmitic acid  | 30       | NS        | *       | NS       | NS       | NS       | NS       |
| Stearinsyre  | Stearic acid   | 30       | NS        | NS      | NS       | NS       | NS       | NS       |
| Oliesyre     | Oleic acid     | 30       | NS        | NS      | NS       | NS       | NS       | NS       |
| Linolsyre    | Linoleic acid  | 30       | NS        | *       | NS       | NS       | NS       | NS       |
| Linolensyre  | Linolenic acid | 30       | ***       | NS      | NS       | NS       | NS       | NS       |
| FFA          | FFA            | 30       | **        | *       | NS       | NS       | NS       | NS       |
| Peroxidtal   | Peroxide value | 30       | NS        | NS      | NS       | NS       | NS       | NS       |
| DBC          | DBC            | 30       | NS        | NS      | NS       | NS       | NS       | NS       |
| Cystin       | Cystine        | 12       | NS        | NS      | NS       | NS       | NS       | NS       |
| Treonin      | Threonine      | 12       | NS        | NS      | NS       | NS       | NS       | NS       |
| Metionin     | Methionine     | 12       | NS        | NS      | NS       | NS       | NS       | NS       |
| Lysin        | Lysine         | 12       | NS        | NS      | NS       | NS       | NS       | NS       |

Lagring i 6 uger af formalede foderblandinger havde også en vis effekt på flere af de undersøgte egenskaber. I flere tilfælde var der også vekselvirkning mellem byggets vandindhold og foderblandingerne lagring, forstået således, at fugtige foderblandinger blev påvirket anderledes af lagring end foderblandinger, der indeholdt det tørrede byg.

I tabel 2.9 er resultaterne derfor opdelt med hensyn til både vandindhold og lagring, hvorimod bygbehandling er udeladt.

Tørstofindholdet i foderblandingerne blev selvfølgelig påvirket af vandindholdet i byggen.

De 6 ugers lagring af blandingerne ændrede ikke tørstofindholdet væsentligt. Der var en tendens til, at fedtsyresammensætningen blev påvirket af byggets vandindhold. Foderblandinger med tørret byg indeholdt flere flerumættede og færre monoumættede og mættede fedtsyrer end blandinger med fugtig byg.

FFA-tallet blev ligeledes påvirket af byggets vandindhold samt af lagring af blandinger.

Ved lagring af blandinger med tørret byg steg FFA-tallet svagt. Ved lagring af blandinger med fugtig byg steg FFA-tallet derimod signifikant ( $P < 0.05$ ).

Kombinationen af vådt foder og en længere lagring af den formalede vare påvirkede altså FFA-tallet væsentligt. Hverken råproteinindholdet eller de vigtigste aminosyrer blev påvirket særlig meget af forsøgsfaktorer.

I tabel 2.10 ses hvorledes antioxidant påvirkede peroxidtallet.

Peroxidtallet blev ikke påvirket af lagringen når foderet indeholdt tørret byg, hvadenten der var tilsat antioxidant eller ej. I foder lagret med vådt byg steg peroxidtallet, når foderet ikke var tilsat antioxidant.

Tabel 2.9. Effekt af vandindhold i byg og 6 ugers lagring på sammensætning og kvalitet af foderblandinger

Table 2.9. Effect of moisture content of barley and storage period of 6 weeks on composition and quality of diets

| Byg<br><i>Barley</i>                                                          | Tør<br><i>Dry</i> |       | Fugtig<br><i>Moist</i> |       |
|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------|------------------------|-------|
| Lagring, uger<br><i>Storage, weeks</i>                                        | 0                 | 6     | 0                      | 6     |
| Tørstof, pct., <i>Dry matter, per cent</i>                                    | 88.4              | 88.1  | 86.9                   | 87.2  |
| Råprotein, pct. af ts.                                                        | 24.2              | 25.3  | 24.7                   | 24.8  |
| <i>Crude protein per cent of DM</i>                                           |                   |       |                        |       |
| Stoldt fedt, pct. af ts.                                                      | 3.5               | 3.5   | 3.3                    | 3.3   |
| <i>Stoldt fat, per cent of DM</i>                                             |                   |       |                        |       |
| Fedtsyrer, pct. af fedtsyrer:<br><i>Fatty acids, per cent of fatty acids:</i> |                   |       |                        |       |
| Palmitinsyre, <i>Palmitic acid</i>                                            | 26.0              | 25.2  | 26.8                   | 25.6  |
| Stearinsyre, <i>Stearic acid</i>                                              | 3.1               | 3.0   | 3.3                    | 3.1   |
| Oliesyre, <i>Oleic acid</i>                                                   | 15.2              | 15.3  | 15.6                   | 15.5  |
| Linolsyre, <i>Linoleic acid</i>                                               | 45.8              | 46.5  | 44.8                   | 46.7  |
| Linolensyre, <i>Linolenic acid</i>                                            | 6.1               | 6.0   | 5.6                    | 5.2   |
| FFA, pct. af fedt, <i>FFA % of fat</i>                                        | 12.9              | 14.4  | 17.1                   | 27.6  |
| Peroxid meq/kg fedt,<br><i>Peroxide meq/kg fat</i>                            | 6                 | 6     | 8                      | 12    |
| DBC mmol/kg ts, <i>DBC mmol/kg DM</i>                                         | 221               | 222   | 227                    | 211   |
| Aminosyrer, g/kg ts.:<br><i>Amino acid g/kg DM:</i>                           |                   |       |                        |       |
| Cystin, <i>Cystine</i>                                                        | 3.83              | 3.87  | 3.87                   | 3.80  |
| Metionin, <i>Methionine</i>                                                   | 4.33              | 4.40  | 4.60                   | 4.20  |
| Treonin, <i>Threonine</i>                                                     | 8.86              | 9.50  | 9.67                   | 9.27  |
| Lysin, <i>Lysine</i>                                                          | 12.67             | 13.73 | 13.87                  | 13.23 |

Tabel 2.10. Effekt af lagring og bygges vandindhold på blandinger med og uden antioxidant målt ved peroxidtal (meq/kg fedt)

Table 2.10. Effect of storage and moisture content of barley on peroxide values (meq/kg fat) of diets with and without antioxidant

| Byg, Barley<br>Antioxidant,<br>Antioxidant  | Tør, Dry |   | Fugtig, Moist |    |
|---------------------------------------------|----------|---|---------------|----|
|                                             | -        | + | -             | +  |
| Lagringstid, uger<br>Time of storage, weeks |          |   |               |    |
|                                             | 0        | 6 | 7             | 9  |
|                                             | 6        | 7 | 5             | 15 |

Generelt fremgik det af de kemiske analyser, at en 6 ugers lagring af foderblandinger der indeholdt tørret byg ikke havde nogen væsentlig indflydelse på analyseresultaterne.

Derimod var der i flere tilfælde tydelig effekt af lagringen når foderet indeholdt fugtig byg. Kvalitetstallene for fedtfraktionen forringedes væsentligt og der var også en tendens til at fedtsyre-sammensætningen ændredes.

### 2.3.3. Rotteforsøg

Resultaterne af rotteforsøget ses i tabel 2.11 og signifikansniveauerne ses i tabel 2.12

Tabel 2.11. Proteinvurdering af foderblandinger ved rotteforsøg  
 Table 2.11. Evaluation of protein quality in diets through rat trials

| Byg, Barley                                   | Tør, Dry |      | Fugtig, Moist |      |
|-----------------------------------------------|----------|------|---------------|------|
|                                               | 0        | 6    | 0             | 6    |
| Lagringstid, uger<br>Period of storage, weeks |          |      |               |      |
| SF (sand fordøjelighed)                       | 89.3     | 87.0 | 88.4          | 86.9 |
| TD (true digestibility)                       |          |      |               |      |
| BV (biologisk værdi)                          | 84.1     | 84.6 | 82.2          | 84.6 |
| BV (biological value)                         |          |      |               |      |
| NPU (netto protein udnyttelse)                | 75.1     | 73.7 | 72.7          | 73.5 |
| NPU (net protein utilization)                 |          |      |               |      |

Tabel 2.12. Signifikanstabel. Effekt af bygens vandindhold og lagring på rotteresultater for foderblandinger  
 Table 2.12. Table of significance. Effect of moisture content in barley and storage on results of rats for diets

|     | Byg, Barley<br>(fugtig/tør)<br>(moist/dry) | Lagring, Storage<br>(0-6) |
|-----|--------------------------------------------|---------------------------|
| SF  | NS                                         | ***                       |
| BV  | *                                          | ***                       |
| NPU | **                                         | NS                        |

Det våde korn havde en generelt nedsættende virkning på fordøjeligheden af foderblandingerne protein. Der var også en negativ effekt på biologisk værdi, hvilket tilsammen gav en dårligere netto protein udnyttelse for de våde blandinger end for de tørrede.

Den 6 ugers lagring af de formalede blandinger havde en negativ virkning på fordøjeligheden, men overraskende nok en positiv virkning på BV. Da NPU er lig BV\* SF/100, medførte de omtalte forskelle, at forskellene i NPU ikke var entydige.

Det kan således sammenfattes, at byg lagret med højt vandindhold påvirkede proteinfoerdøjeligheden i foderblandingerne i negativ retning. Det samme gjorde lagring af blandinger. Virkningen på BV og NPU var derimod vanskelig at vurdere.

#### 2.3.4. Fodringsforsøg med grise

Fodringsresultaterne blev analyseret efter følgende model:

$$Y = \mu + \alpha + \beta + \epsilon$$

hvor      Y = den undersøgte egenskab  
           $\mu$  = middelværdi  
           $\alpha$  = effekt af vandindhold i byg  
           $\beta$  = effekt af bygbehandling  
           $\epsilon$  = tilfældig effekt

I tabel 2.13 ses signifikansniveau af hovedfaktorer og vekselvirkninger.

Tabel 2.13. Signifikanstabel. Faktorerers indflydelse på grisenes produktionsresultater

Table 2.13. Table of significance. Effect of factors on pig performance

| Egenskaber<br><i>Properties</i>                  | Faktorer, <i>Factors</i>                    |                                                 |                                                      |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
|                                                  | Vand i byg<br><i>Moisture in<br/>barley</i> | Bygbehandling<br><i>Treatment of<br/>barley</i> | Vand x Behandling<br><i>Moisture x<br/>treatment</i> |
| Vægt ved 10 uger<br><i>Weight at 10 weeks</i>    | NS                                          | *                                               | NS                                                   |
| Daglig tilvækst<br><i>Daily gain</i>             | NS                                          | *                                               | NS                                                   |
| Foderoptagelse kg<br><i>Feed consumption, kg</i> | NS                                          | *                                               | NS                                                   |
| FES pr. gris<br><i>Feed consumption, FUp</i>     | NS                                          | *                                               | NS                                                   |
| FES/kg tilv.<br><i>Feed utilization</i>          | NS                                          | NS                                              | NS                                                   |
| Gns. gødningskarakter<br><i>Faeces score</i>     | NS                                          | NS                                              | NS                                                   |

Forsøgsfaktoren "byggens vandindhold" påvirkede ikke resultaterne signifikant. Der var dog en tendens til at grisene der blev fodret med fugtig byg havde den største foderoptagelse og tilvækst. Den signifikante effekt af "bygbehandlingen" skyldtes ikke en effekt af høstbehandling, men udelukkende tilsætning af antioxidant i hold 5 og 6.

Tabel 2.14. Produktionsresultater

Table 2.14. Pig performance

| Hold, Group            | 1    | 2      | 3    | 4      | 5    | 6      |
|------------------------|------|--------|------|--------|------|--------|
| Kornparti              | Tør  | Fugtig | Tør  | Fugtig | Tør  | Fugtig |
| Barley lot             | Dry  | Moist  | Dry  | Moist  | Dry  | Moist  |
| Antioxidant            | -    | -      | -    | -      | +    | +      |
| Antioxidant            |      |        |      |        |      |        |
| Høstmetode             | S    | S      | H    | H      | S+H  | S+H    |
| Harvest treatment      |      |        |      |        |      |        |
| Antal grise,           | 12   | 12     | 12   | 12     | 12   | 11     |
| No. of pigs            |      |        |      |        |      |        |
| Vægt ved 4 uger, kg    | 6.8  | 6.9    | 6.8  | 6.7    | 6.7  | 6.7    |
| Weight at 4 weeks, kg  |      |        |      |        |      |        |
| Vægt ved 10 uger, kg   | 23.7 | 25.4   | 24.0 | 24.5   | 22.7 | 22.9   |
| Weight at 10 weeks, kg |      |        |      |        |      |        |
| Foder total kg         | 32.2 | 34.3   | 31.2 | 32.4   | 29.3 | 29.9   |
| Feed consumption, kg   |      |        |      |        |      |        |
| FES total              | 34.1 | 35.5   | 33.1 | 34.0   | 30.8 | 31.3   |
| Feed consumption, FUp  |      |        |      |        |      |        |
| Daglig tilv., g        | 403  | 442    | 410  | 423    | 381  | 385    |
| Daily gain, g          |      |        |      |        |      |        |
| FES/kg tilv.           | 2.02 | 1.92   | 1.93 | 1.92   | 1.93 | 1.94   |
| Feed conversion        |      |        |      |        |      |        |
| Gns. gødn. karakt.     | 0.31 | 0.13   | 0.20 | 0.21   | 0.24 | 0.24   |
| Av. faeces score       |      |        |      |        |      |        |

S = skånsomt høstet      H = hårdhændet høstet

S = gentle harvesting      H = rough harvesting

Tilsætning af antioxidant havde negativ effekt på produktionsresultaterne, som vist i tabel 2.15. Foderudnyttelsen blev ikke påvirket af antioxidanttilsætning, derfor må årsagen være en lavere foderoptagelse, hvilket muligvis kan skyldes negativ påvirkning af foderets smag. Den samme effekt blev også observeret i det foregående forsøg.

Tabel 2.15. Antioxidants indflydelse på produktionsresultaterne  
*Table 2.15. Effect of antioxidant on pig performance*

| Antioxidant, <i>Antioxidant</i>                    | -           | +      |
|----------------------------------------------------|-------------|--------|
| Gns. af hold, <i>Av. of group</i>                  | 1,2,3, og 4 | 5 og 6 |
| Antal grise, <i>No. of pigs</i>                    | 48          | 23     |
| Foder total, kg, <i>Total feed consumption, kg</i> | 32.5        | 29.6   |
| FES total, <i>Total feed consumption, FUp</i>      | 34.2        | 31.1   |
| Daglig tilvækst, g, <i>Daily gain, g</i>           | 419         | 383    |
| FES/kg tilvækst, <i>Feed conversion</i>            | 1.95        | 1.94   |

#### 2.4. Diskussion og konklusion

Forsøget viste, at den anvendte høstmetode i dette tilfælde ikke havde nogen effekt, hverken på den kemiske sammensætning af byg og foder, eller på dyrenes produktionsresultater. Den hårdhændede høstmetode knækkede ikke bygkerne i den forventede grad, antagelig på grund af højt vandindhold og bløde kerner. Der var således ikke nogen reel forskel på bygpartierne.

Vandindholdet i byggen påvirkede kvalitetstallene og den kemiske sammensætning af næringsstoffer igennem lagringsperioden.

I den fugtige byg forekom en kraftig selvopvarmning. Dette medførte, i forbindelse med beluftning, at vandindholdet i løbet af lagringsperioden faldt til 14-15%. Yderligere viste analyser af næringsstofsammensætningen og fedtkvaliteten, at den fugtige byg ikke var lagerfast.

Lagring af foderblandinger med fugtig byg havde virkning på især fedtfraktionen, mens lagring af tørt foder i 6 uger ikke havde nogen tydelig indvirkning på resultaterne. Rotteforsøget viste, at proteinet's fordøjelighed blev nedsat ved lagring af foderblandinger. Til gengæld steg den biologiske værdi, således at nettoproteinudnyttel-

sen ikke blev væsentlig påvirket.

Højt vandindhold i byggen nedsatte både den biologiske værdi og nettoproteinudnyttelsen, hvilket formentlig kan skyldes selvopvarmningen i den fugtige byg.

Griseforsøget kunne ikke belyse dette. Der blev ikke fundet nogen negativ virkning af den fugtige byg. Der var derimod en tendens til, at foderblandinger med fugtig byg medførte større foderoptagelse og tilvækst. Dette blev også observeret i forsøg 1.

Ligeledes blev det vist, at tilsætning af antioxidant til foderblandingerne havde en negativ indflydelse på grisenes ædelyst, til trods for at antioxidant havde en stabiliserende virkning på peroxidtallet.

Der kan altså drages den hovedkonklusion, at selv om bygpartierne var udsat for behandling og betingelser, der i praksis kan give voldsomme problemer, og selv om byggens lagringsforhold tildels kunne afsløres ved kemiske kvalitetsundersøgelser, er det alligevel ikke lykkedes at frembringe kvaliteter, der under de givne stald- og miljøforhold kunne påvirke grisenes produktionsresultater i negativ retning.

### 3. FORSØG 3: OPFODRING AF BYG LAGRET MED HØJT VANDINDHOLD

#### 3.1. Baggrund

I de to foregående forsøg viste det sig, at det var vanskeligt at frembringe en bygkvalitet, der havde uheldig indflydelse på grisenes produktionsresultater.

Selv om byggens næringsstofsammensætning og de anvendte kvalitetsmål blev påvirket af byggens vandindhold, var grisene stort set upåvirkede af byggens behandling.

Formålet med dette forsøg var derfor at frembringe en ekstrem dårlig bygkvalitet.

### 3.2. Materiale og metoder

Tre bygpartier høstet på samme mark blev anvendt til forsøget. Et parti blev tørret til ca. 14% vand, parti 2 blev lagret med ca. 20% vand og parti 3 med ca. 24% vand. Kornet blev lagret i plansiloer og blev ikke gennemblæst eller afkølet. I kornets lagringsperiode, der strakte sig over ca. 10 måneder, blev der jævnligt udtaget prøver til kemiske analyser.

Tre gange i lagringsperioden blev bygpartierne undersøgt for spireevne og indhold af mark- og lagersvampe.

Kort efter høst påbegyndtes fodringsforsøget med smågrise. I modsætning til de to tidligere forsøg blev der i dette forsøg kun formalet korn og blandet foder til ca. 14 dages forbrug. Af samme årsag blev der ikke foretaget kvalitetsanalyser på foderblandingerne.

I fodringsforsøget indgik 12 kuld a 6 grise. Hvert kuld udgjorde en blok og blev opdelt i 3 hold a 2 grise. De 2 grise pr. hold gik i samme sti i perioden 4-10 uger. Grisene blev fodret efter ædelyst. Tilvækst og foderforbrug blev opgjort som gennemsnit af 2 grise. Foderblandingerne var sammensat som i de to foregående forsøg (tabel 1.2).

Ved lagringsperiodens og forsøgets afslutning blev de tre kornpartier anvendt til et fordøjelsesforsøg med grise.

### 3.3. Resultater

#### 3.3.1. Analyser på byg

Temperaturen i de to fugtige partier steg meget stærkt. I løbet af den første uge efter høst var temperaturen steget til næsten 70°C i parti 3. Kornet brændte sammen og blev hurtigt mørkt og ildelugtende.

Temperaturen i parti 2 steg også, men ikke så hurtigt som i parti 3. I løbet af 2 uger var temperaturen steget til 30°C. Selv om kornet

var varmt, brændte det ikke sammen. Kornet lugtede surt, men blev ikke mærkt som parti 3.

Parti 1 blev lagret uden problemer, med temperaturer der fulgte omgivelserne. Kornets spireevne ses i tabel 3.1.

Tabel 3.1. Spireevnen i 3 bygpartier lagret med forskelligt vandindhold, pct.

*Table 3.1. Germination capacity of barley stored with different moisture content, per cent.*

| Bygparti                          | 1    | 2    | 3    |
|-----------------------------------|------|------|------|
| <i>Barley lot</i>                 |      |      |      |
| Vand pct ved lagring              | 11.8 | 20.5 | 24.0 |
| <i>Moist of storage, per cent</i> |      |      |      |
| Uger efter høst                   |      |      |      |
| <i>Weeks after harvest</i>        |      |      |      |
| 10                                | 98   | 95   | 65   |
| 17                                | 96   | 81   | 0    |
| 40                                | 90   | 19   | 0    |

I det meget våde parti forsvandt spireevnen ret hurtigt. I parti 2 blev spireevnen også forringet, men i mere moderat tempo, hvorimod det tørrede parti kun havde mistet ca. 8% af den oprindelige spireevne efter lagring i 40 uger.

Ved høst blev alle partier betegnet som fine uden indhold af lagersvampe og med højt indhold af de uskadelige marksvampe. Efter 17 ugers lagring var parti 1 stadig fri for lagersvampe mens parti 2 og 3 indeholdt en hel del *Aspergillus* og *Penicillium*. Efter 40 ugers lagring var indholdet i parti 3 af de to nævnte lagersvampe meget højt. Det er disse lagersvampe, der under visse betingelser kan frembringe mycotoksiner, bl.a. ochratoksiner. Forekomsten af svampevækst er dog ikke ensbetydende med produktion af toksiner. Der blev således ikke fundet nogle kendte mycotoksiner i de anvendte bygpartier.

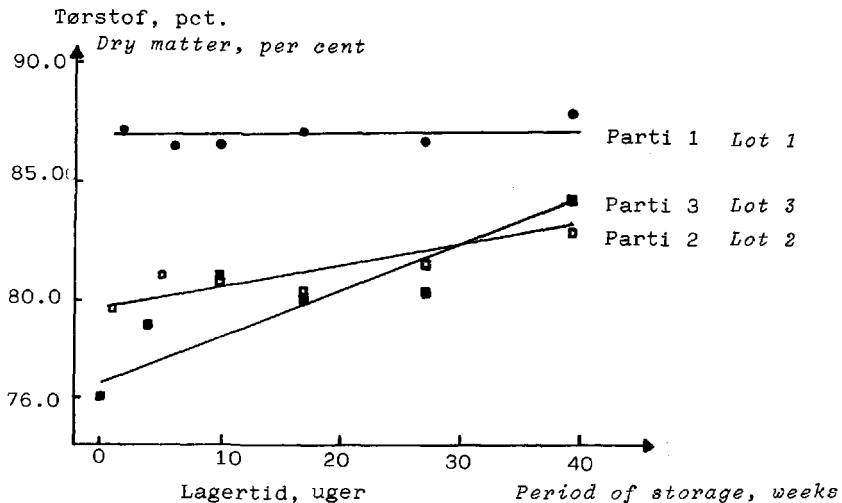
Resultaterne af de kemiske analyser blev undersøgt efter følgende model.

$$Y = \mu + \alpha + b_1 T + \epsilon$$

hvor  $Y$  = den undersøgte parameter  
 $\mu$  = middelværdi  
 $\alpha$  = effekt af vand i byg  
 $T$  = effekt af lagringstid  
 $b_1$  = regressionskoefficient  
 $\epsilon$  = tilfældig effekt

Af tabel 3.2 ses, at lagringstiden påvirkede tørstofindholdet.

I partierne 2 og 3 med henholdsvis 20 og 24% vand ved høst, var vandindholdet efter ca. 40 ugers lagring henholdsvis 17 og 16%. Det vil sige at tørstofindholdet øgedes tilsvarende. Tørstofindholdet i bygpartierne i løbet af lagringsperioden ses i figur 3.1.



Figur 3.1. Tørstofindhold i byg gennem en lagringsperiode på 40 uger

Figure 3.1. Dry matter content of barley over a 40 week storage period

Tabel 3.2. Signifikanstabel. Faktorerens indflydelse på resultater i byg

Table 3.2. Table of significance. Effect of factors on results for barley

| Egenskaber<br><i>Properties</i>   | Faktorer <i>Factors</i>                                       |                                                  |                                                                               |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
|                                   | Vandindhold<br>i byg<br><i>Moisture content<br/>of barley</i> | Lagrings-<br>tid<br><i>Period of<br/>storage</i> | Vandindhold*<br>Lagringstid<br><i>Moisture content*<br/>Period of storage</i> |
| Tørstof, <i>Dry matter</i>        | ***                                                           | ***                                              | *                                                                             |
| Råprotein, <i>Crude protein</i>   | NS                                                            | NS                                               | NS                                                                            |
| Stoldt fedt, <i>Stoldt fat</i>    | NS                                                            | NS                                               | NS                                                                            |
| Træstof, <i>Fibre</i>             | NS                                                            | NS                                               | NS                                                                            |
| Aske, <i>Ash</i>                  | NS                                                            | NS                                               | NS                                                                            |
| Lysin, <i>Lysine</i>              | *                                                             | *                                                | NS                                                                            |
| Cystin, <i>Cystine</i>            | NS                                                            | NS                                               | NS                                                                            |
| Metionin, <i>Methionine</i>       | NS                                                            | NS                                               | NS                                                                            |
| Treonin, <i>Threonine</i>         | NS                                                            | NS                                               | NS                                                                            |
| Råfedt, <i>Crude fat</i>          | **                                                            | NS                                               | NS                                                                            |
| FFA, <i>FFA</i>                   | *                                                             | NS                                               | NS                                                                            |
| Peroxidtal, <i>Peroxide value</i> | ***                                                           | *                                                | ***                                                                           |
| TVN, <i>TVN</i>                   | **                                                            | NS                                               | NS                                                                            |
| E vitamin, <i>Vitamin E</i>       | *                                                             | *                                                | NS                                                                            |

På baggrund af den traditionelle foderstofanalyse (tørstof, aske, råprotein, Stoldt fedt, træstof) var det ikke muligt at finde nogen kvalitetsforskel mellem partierne. I tabel 3.3 ses disse resultater.

Proteinfraktionen blev undersøgt mere detaljeret ved aminosyreanalyse 3 gange i lagringsperioden. Selv om antallet af analyser var meget lavt, var der dog en tydelig tendens til, at lysinindholdet blev forringet ved lagring, især i det meget våde parti, som vist i tabel 3.4.

Den samme udvikling blev observeret for de to andre basiske aminosyrer (histidin og arginin), mens de øvrige aminosyrer ikke blev påvirket signifikant af lagringen. Der var dog en generel tendens til at parti 3 havde lavere indhold af alle aminosyrer end de to øvrige partier.

Tabel 3.3. Kemisk sammensætning af bygpartier lagret med forskelligt vandindhold (gns. af hele lagringsperioden)

Table 3.3. Chemical composition of barley stored at different moisture content (av. of whole storage period)

| Bygparti, Barley lot                | 1    | 2    | 3    |
|-------------------------------------|------|------|------|
| Tørstof, Dry matter                 | 87.0 | 81.1 | 80.2 |
| Pct. af tørstof,<br>Per cent of DM: |      |      |      |
| Råprotein, Crude protein            | 11.5 | 11.6 | 11.8 |
| Stoldt fedt, Stoldt fat             | 3.4  | 3.1  | 2.9  |
| Træstof, Fibre                      | 5.3  | 5.4  | 5.6  |
| Aske, Ash                           | 2.2  | 2.3  | 2.3  |

Tabel 3.4. Lysinindhold i bygpartier lagret med forskelligt vandindhold (g lysin/g tørstof)

Table 3.4. Lysine content of barley stored at different moisture content (g lysine/g DM)

| Bygparti, Barley lot                          | 1    | 2    | 3    |
|-----------------------------------------------|------|------|------|
| Lagringstid, uger<br>Period of storage, weeks |      |      |      |
| 0                                             | 3.95 | 3.99 | 3.96 |
| 16                                            | 3.90 | 3.74 | 2.82 |
| 38                                            | 3.55 | 3.63 | 2.43 |

Byggens sundhedsmæssige kvalitet blev forsøgt belyst ved hjælp af kvalitetsmålene FFA, peroxid, TVN samt E-vitamin.

I tabellerne 3.5 og tabel 3.6 ses hvorledes kvalitetstallene FFA og peroxid udviklede sig i lagringsperioden.

Tabel 3.5. FFA-tallet i bygpartier lagret med forskelligt vandindhold (pct. af fedt)

Table 3.5. FFA-values for barley stored at different moisture content (per cent of fat)

| Bygparti, Barley lot     | 1   | 2   | 3    |
|--------------------------|-----|-----|------|
| Lagringstid, uger        |     |     |      |
| Period of storage, weeks |     |     |      |
| 0                        | 3.2 | 4.6 | 6.6  |
| 3                        | -   | 4.3 | 10.2 |
| 12                       | 3.1 | 5.7 | 6.3  |
| 16                       | 4.4 | 7.8 | 5.4  |
| 30                       | 3.4 | 5.5 | 5.1  |
| 38                       | 3.9 | 5.8 | 5.5  |
| Gns. Av.                 | 3.6 | 5.6 | 6.5  |

Tabel 3.6. Peroxidtallet i bygpartier lagret med forskelligt vandindhold (meq/kg fedt)

Table 3.6. Peroxide values for barley, stored at different moisture content (meq/kg fat)

| Bygparti, Barley lot     | 1  | 2  | 3   |
|--------------------------|----|----|-----|
| Lagringstid, uger        |    |    |     |
| Period of storage, weeks |    |    |     |
| 0                        | 12 | 11 | 15  |
| 3                        | 8  | 8  | 26  |
| 8                        |    | 29 | 40  |
| 12                       | 7  | 10 | 39  |
| 16                       | 10 | 20 | 88  |
| 30                       | 10 | 9  | 93  |
| 38                       | 9  | 8  | 107 |
| Gns. Av.                 | 9  | 14 | 58  |

Både FFA og peroxidtallet var lave og stabile i parti 1 i lagringsperioden. FFA-tallet var under 5 i hele perioden og peroxidtallet var under 15 med gennemsnit på 9.

I parti 2 var der stigning i FFA i de første 16 uger og derefter et mindre fald i sidste del af perioden, således at gennemsnittet for hele perioden var 5.6.

Peroxidtallet i parti 2 var noget ustabil, svingede en hel del og var generelt højere end i parti 1. I parti 3 steg FFA-tallet hurtigt til ca. 10 hvorefter det faldt gennem resten af perioden. I modsætning til parti 2 var peroxidtallet i parti 3 stigende i hele lagringsperioden og meget højt i den sidste del af perioden.

TVN-tallet ses i tabel 3.7.

TVN-tallet i parti 1 var lavt og stabilt, mens der var nogen spredning i parti 2. I parti 3 steg TVN-tallet meget hurtigt og var i gennemsnit signifikant højere end parti 1 og 2. Resultaterne for TVN-tallet passer godt sammen med det lavere indhold af aminosyrer i parti 3 som tidligere er omtalt.

E-vitamin indholdet blev tydelig påvirket af lagringen som vist i tabel 3.8.

I de våde partier skete der en kraftig reduktion af E-vitaminindholdet. I parti 3 var E-vitamin helt forsvundet efter få ugers lagring. I parti 2 faldt E-vitaminindholdet også i løbet af perioden, men i mere moderat tempo.

E-vitamin er en naturlig forekommende antioxidant, hvilket vil sige, at vitaminet beskytter fedtstofferne mod oxidering, hvorved det forbruges. I parti 3 steg peroxidtallet meget hurtigt, hvilket er et udtryk for en kraftig oxidering.

E-vitaminet blev således meget hurtigt forbrugt. Der var altså en klar negativ sammenhæng mellem peroxidtallet og E-vitaminindholdet i byggen.

Tabel 3.7. TVN-tallet i bygpartier lagret med forskelligt vandindhold (mg N/100g byg)

Table 3.7. TVN values of barley stored at different moisture content (mg N/100 g barley)

| Bygparti, Barley lot     | 1 | 2  | 3  |
|--------------------------|---|----|----|
| Lagringstid, uger        |   |    |    |
| Period of storage, weeks |   |    |    |
| 0                        | 2 | 4  | 7  |
| 3                        | - | 3  | 49 |
| 12                       | 4 | 17 | 48 |
| 16                       | 4 | 13 | 20 |
| 30                       | 6 | 7  | 23 |
| 38                       | 2 | 4  | 23 |
| Gns., Av.                | 4 | 8  | 28 |

Tabel 3.8. E-vitaminindhold i bygpartier lagret med forskelligt vandindhold (mg/kg byg)

Table 3.8. Contents of Vitamin E in barley, stored at different moisture content (mg/kg barley)

| Bygparti, Barley lot     | 1    | 2   | 3   |
|--------------------------|------|-----|-----|
| Lagringstid, uger        |      |     |     |
| Period of storage, weeks |      |     |     |
| 0                        | 10.0 | 7.2 | 5.5 |
| 3                        | -    | 8.6 | 0   |
| 12                       | 7.4  | 2.0 | 0   |
| 30                       | 5.2  | 1.9 | 0   |
| 38                       | 5.0  | 3.8 | 0   |
| Gns., Av.                | 6.9  | 4.7 | 1.1 |

Lagring af bygpartier med forskellig vandindhold viste, at analyser af byggenes næringsstofsammensætning og kvalitetsmål kunne give et indtryk af hvorledes byggen var lagret. Byg lagret med meget højt vandindhold (24%) udviklede hurtigt kraftig varme, der skete en hastig mikrobiel vækst. Hydrolyse og oxidation gav en kraftig stigning i kvalitetsmålene FFA, peroxidtal og TVN. Indholdet af E-vitamin og flere essentielle aminosyrer faldt.

Lagring af byg med 20% vand medførte samme tendenser blot i mere moderat tempo.

Tørret byg (14% vand) kunne lagres uden ændring i næringsstofsammensætning. Der var dog tendens til at E-vitamin indholdet også i tørret byg blev lavere med stigende lagringstid.

### 3.3.2. Fordøjelighedsforsøg med grise

Sidst i lagringsperioden blev de 3 bygpartier anvendt til fordøjelighedsforsøg med grise efter en metode beskrevet af Just et al. (1983). Der indgik 6 grise pr. bygparti. Den anvendte byg havde sidst i lagringsperioden den i tabel 3.9 viste sammensætning. Byggen blev anvendt som eneste fodermiddel, plus et supplement af mineraler og vitaminer.

Af tabellen ses, at parti 3 indeholdt lidt mindre bruttoenergi end de 2 øvrige partier. Dette skyldtes formentlig det lavere indhold af fedt. Der var ingen signifikante forskelle på fordøjeligheden af de enkelte næringsstoffraktioner. Der var dog en tendens til, at parti 3 havde de laveste fordøjelighedskoefficienter.

Aflejret protein i pct. af fordøjet protein var væsentlig lavere for parti 3 end for de to øvrige partier. Dette skyldtes muligvis at indholdet af visse essentielle aminosyrer som lysin var lavest i parti 3, (tabel 3.4). Ligeledes var FEs pr. kg tørstof lavest for parti 3, hvilket medførte et højere proteinindhold pr. FEs.

I forbindelse med fordøjelighedsforsøget blev fedtsyresammensætningen på parti 1 og 3 undersøgt (tabel 3.10).

Tabel 3.9. Sammensætning af byg og resultater fra fordøjelighedsforsøg med byg

Table 3.9. Composition and results of digestibility trials with barley

| Bygparti, Barley lot                      | 1    | 2    | 3    |
|-------------------------------------------|------|------|------|
| Tørstof, pct., Dry matter, percent        | 86.9 | 83.6 | 84.0 |
| Pct. af tørstof, Pct of DM:               |      |      |      |
| Råprotein, Crude protein                  | 11.8 | 11.8 | 12.2 |
| Stoldt fedt, Stoldt fat                   | 3.2  | 3.0  | 2.4  |
| Træstof, Fibre                            | 4.9  | 4.9  | 5.3  |
| Aske, Ash                                 | 2.2  | 2.3  | 2.4  |
| NFE, NFE                                  | 77.9 | 78.0 | 77.7 |
| LHK, SC*                                  | 66.2 | 65.3 | 64.4 |
| Bruttoenergi, MJ                          | 18.5 | 18.4 | 18.1 |
| Total energy, MJ                          |      |      |      |
| Fordøjelighed af: Digestibility of:       |      |      |      |
| Råprotein, Crude protein                  | 69   | 69   | 67   |
| Stoldt fedt, Stoldt fat                   | 40   | 39   | 34   |
| Træstof, Fibre                            | 6    | 5    | 9    |
| NFE, NFE                                  | 90   | 90   | 89   |
| LHK, SC*                                  | 100  | 100  | 99   |
| Energi, Energy                            | 79   | 79   | 78   |
| FEs/kg tørstof, FUp/kg DM                 | 1.15 | 1.13 | 1.09 |
| g ford. råprotein/FEs                     | 71   | 72   | 75   |
| g dig. protein/FUp                        |      |      |      |
| Aflejret protein i pct. af fordøjet       | 36   | 29   | 16   |
| Deposited protein in per cent of digested |      |      |      |

\*LHK = Let hydrolyserbare kulhydrater, SC = Soluble carbohydrates

Tabel 3.10. Fedtsyresammensætningen i bygparti 1 og 3 efter ca. 40 ugers lagring (pct. af målte fedtsyrer)

Table 3.10. Composition of fatty acids in barley, after 40 weeks of storage period, (per cent of analysed fatty acids)

| Parti, Sample               | 1    | 3    |
|-----------------------------|------|------|
| Palmitinsyre, Palmitic acid | 24.1 | 29.2 |
| Stearinsyre, Stearic acid   | 1.0  | 1.3  |
| Oliesyre, Oleic acid        | 11.4 | 13.6 |
| Linolsyre, Linoleic acid    | 56.2 | 50.8 |
| Linolensyre, Linolenic acid | 6.7  | 4.0  |

Fedt i parti 3 indeholdt flere mættede fedtsyrer samt mere olie-syre og færre flerumættede fedtsyrer end parti 1. Der var altså en tydelig tendens til, at lang tids lagring med højt vandindhold nedbrød de flerumættede fedtsyrer. Dette blev også omtalt i forsøg 2.

### 3.3.3. Fodringsforsøg med grise

Resultaterne blev analyseret efter følgende model:

$$Y = \mu + \alpha + \epsilon$$

hvor  $Y$  = den undersøgte egenskab  
 $\mu$  = middelværdi  
 $\alpha$  = effekt af vandindhold i byg  
 $\epsilon$  = tilfældig effekt

I tabel 3.11 ses forsøgsresultaterne fra perioden 4-10 uger.

Der var ingen signifikant forskel på resultaterne fra de tre hold. Til trods for parti 3's meget mugne lugt var der ikke noget, der tydede på ædevægring for grisene i hold 3. I lighed med forsøg 2 var der også i dette forsøg en tendens til at grisene havde lidt større ædelyst på det middelvåde korn med vandindhold på ca. 19%.

Tabel 3.11. Produktionsresultater for smågrise

Table 3.11. Production results for piglets

| Hold, Group                          | 1    | 2    | 3    | Sign. |
|--------------------------------------|------|------|------|-------|
| Antal forsøgsenheder,<br>(à 2 grise) | 12   | 12   | 12   |       |
| <i>No. of exp. units (2 pigs)</i>    |      |      |      |       |
| Vægt ved 4 uger, kg                  | 7.2  | 7.2  | 7.3  | NS    |
| <i>Weight at 4 weeks, kg</i>         |      |      |      |       |
| Vægt ved 10 uger, kg                 | 22.1 | 23.1 | 22.2 | NS    |
| <i>Weight at 10 weeks, kg</i>        |      |      |      |       |
| Daglig tilvækst, g                   | 356  | 377  | 355  | NS    |
| <i>Daily gain, g</i>                 |      |      |      |       |
| Foder tot. pr. gris, kg              | 28.4 | 31.3 | 29.1 | NS    |
| <i>Feed consumption, kg</i>          |      |      |      |       |
| FES pr. gris                         | 30.1 | 32.8 | 29.7 | NS    |
| <i>Feed consumption, FUp</i>         |      |      |      |       |
| FES pr. kg tilvækst                  | 2.10 | 2.08 | 2.10 | NS    |
| <i>Feed utilization</i>              |      |      |      |       |
| Energiindhold pr. kg<br>foder, FES   | 1.06 | 1.05 | 1.02 | NS    |
| <i>Energy per kg feed, FUp</i>       |      |      |      |       |

#### 3.4. Diskussion og konklusion

Analyser af byggens aminosyresammensætning viste, at især lysin tog skade af de dårlige lagringsbetingelser. Ligeledes ændredes fedtsyresammensætningen i retning af færre essentielle fedtsyrer. Indholdet af E-vitamin blev også reduceret ved lagringen. Kemiske kvalitetsanalyser kunne afsløre dårlig lagring af byggen. FFA, peroxidtal og TVN-tal var højest i det meget fugtige korn.

Fordøjeligheds- og balanceforsøget med grise viste en tendens til lavere fordøjelighed af energi, samt en signifikant lavere proteinaflejring hos grise fodret med det dårligste byg. Grise fodret efter ædelyst blev ikke påvirket af byggens kvalitet. Såvel foderoptagelse som tilvækst var ikke signifikant forskellige for de tre hold.

Årsagen til at den fugtige byg ikke medførte en væsentlig påvirkning af grisene i smågriseforsøget, mens den medførte store forskelle i proteinaflejringer i balanceforsøget, kan være det lavere indhold af essentielle næringsstoffer som lysin i det fugtige korn. I balanceforsøget blev grisene udelukkende fodret med byg, hvorved en lysinmangel meget hurtigt vil vise sig.

I smågriseforsøget blev grisene fodret med en foderblanding med højt protein og lysinindhold. Lavt lysinindhold i byggen vil i dette tilfælde ikke have samme betydning som i balanceforsøget.

Det kan dog ikke udelukkes, at nedbrydningsprodukter i det fugtige byg, har påvirket resultaterne i balanceforsøget, idet grisene i dette forsøg har fået suboptimalt foder, mens grisene i smågriseforsøget har fået afbalanceret foder, og derved måske har været mere upåvirkelige af mulige skadelige nedbrydningsprodukter.

En samlet vurdering af de tre første forsøg er, at byg lagret med højt vandindhold viste ringere kvalitetstal. Der er således ikke tvivl om, at kvalitetsanalyserne kan påvise en dårlig lagring af byg. Høje kvalitetstal vil altid være et udtryk for en uheldig opbevaring, mens lave kvalitetstal derimod ikke garanterer, at kvaliteten er i orden. De forskellige nedbrydningsprodukter, som metoderne måler, kan være viderenedbrudte til lavere forbindelser.

Det kan således være vanskeligt at vurdere en bygkvalitet ved en stikprøve og enkeltanalyse. En række prøver og forskellige kvalitetsmål er nødvendige for at bedømme lagringen.

I fodringsforsøgene, hvor grisene har haft fri adgang til foder, blev der ikke fundet forskelle i resultaterne som kunne relateres til kvalitetsmålingerne. Der var derimod en tendens til at de foretrak korn med relativt højt vandindhold.

Fra praktiske forhold ved man at lagring af byg med højt vandindhold, kan medføre væsentlige problemer i svineproduktion.

Forklaringen kan være, at nedbrydningen af foderets næringsstofkom-

ponenter er uhyre kompleks. En lang række forhold påvirker denne nedbrydning og antallet af forskellige nedbrydningsprodukter er meget stort. Det kan derfor tænkes, at der i de nævnte forsøg ikke er fremkommet helt så skadelige stoffer, som af og til forekommer i praksis. Et udtryk for dette kan f.eks. være, at der ikke i forsøgene er fundet kendte mycotoksiner som f.eks. ochratoksin.

Dette toksin er kendt for under praktiske forhold at forekomme i vådt korn og for at volde store problemer i svineproduktionen.

En anden mulighed er at foderets kvalitet alene, ikke har været tilstrækkelig til at forringe produktionsresultaterne i de tre forsøg. Driftsforholdene på forsøgsstationen er gode, med et lavt infektionstryk. Under praktiske forhold er det ikke utænkeligt at tilsvarende bygkvaliteter kunne medføre ringere resultater. Det er således muligt at foderets kvalitet vekselvirker med f.eks. infektionstryk og driftsforhold.

#### FORSØG 4: OPFODRING MED BYG FRA BESÆTNINGER MED FODERKVALITETSPROBLEMER, 1980

##### 4.1. Baggrund

Den foregående del af projektet har været koncentreret om ændringer i bygkvaliteten ved fastlagte lagringsbetingelser. Bygpartier med varierende vandindhold har været lagret under opsyn, og den kemiske og biologiske udvikling gennem lagringstiden blev undersøgt løbende. Kombineret med bygsort, høstforhold og behandling af foderblandinger, blev effekten af byggens vandindhold i lagringstiden undersøgt ved hjælp af kemiske analyser, mikrobiologiske metoder og fodringsforsøg med rotter og svin.

Dårlige lagringsforhold er tydeligt blevet påvist ved kemiske og mikrobielle metoder.

I fordøjeligheds- og balanceforsøg med rotter og grise, hvor dyrene blev fodret udelukkende med byg, gav byg lagret med højt vandind-

hold, dårligere resultater end tørret byg. I fodringsforsøg, hvor grisene har haft fri adgang til et afbalanceret foder, har det ikke været muligt at finde signifikante forskelle på bygpartier lagret under forskellige forhold.

De tre foregående forsøg har således vist, at det er vanskeligt at fremprovokere en for grisene dårlig bygkvalitet.

Derfor blev der i projektets to sidste forsøg anvendt bygpartier fra besætninger, hvor der var mistanke om eller vished for at byggens kvalitet havde nedsættende virkning på produktionsresultaterne.

Derved savnedes en del information om byggens høst og lagringsbetingelser, men samtidig var det en fordel, at anvende partier, hvoraf i hvert fald nogle, havde påviselig negativ indflydelse på grise. De manglende informationer om byggens lagring blev forsøgt indsamlet ved hjælp af bl.a. besætningsbesøg og interviews med besætningsejerne.

Forsøgenes formål var:

- 1) Ved interviews med besætningsejere og besøg i problembesætninger at indsamle oplysninger om høst, opbevaring og behandling af byg, der havde voldt fodringsproblemer, samt at udvælge 20 bygpartier til kemiske analyser og fodringsforsøg med rotter.
- 2) Ved kemiske analyser og rotteforsøg at udvælge de 7 mest interessante bygpartier til fodringsforsøg med smågrise.
- 3) Ved fodringsforsøg med smågrise at undersøge produktionsresultater og sundhedstilstand.

#### 4.2. Materiale og metoder

Gennem Landsudvalget for Svineavl og -produktion og gennem fagpresen blev der opnået kontakt med 20 besætningsejere, som enten havde problemer i besætningen eller havde mistanke om, at byggen ikke var sundhedsmæssig forsvarlig at anvende til fodring. Til hjælp ved vurdering af byggens lagringsforhold blev der udarbejdet et spørge-

skema, som blev udfyldt ved interviews pr. telefon eller ved besætningsbesøg.

Af praktiske grunde blev kun de besætninger, der havde fodringsproblemer besøgt. Besøgene fandt sted i foråret 1980.

Af de bygpartier, der blev skønnet af ringe kvalitet, blev 250 kg indsamlet og anbragt i kølerum på forsøgsstation Sjælland III. En prøve på 10 kg af hvert parti blev anvendt til kemiske analyser og rotteforsøg på Bioteknisk Institut. Bygpartierne blev analyseret for vandindhold, råprotein, råfedt, TVN, DBC, FFA, peroxidtal, E-vitamin, kimal og mycotoksiner. Derudover blev bygpartierne analyseret ved fuldstændig næringsstofanalyse på Kemisk Afdeling, SH. 20 bygpartier blev anvendt til fodringsforsøg med rotter. Rotterne indgik i forsøget ved en vægt af ca. 60 g. Efter en forperiode på tre døgn, hvor foderet var det samme som i forsøgsperioden, fulgte en forsøgsperiode på 20 døgn. Der blev anvendt 6 rotter pr. bygparti. Rotterne blev vejlet ved indsættelse, ved overgang til forsøgsperioden og ved afslutningen. Rotternes foder- og vandforbrug blev registreret. Foderet bestod udelukkende af det indsamlede byg plus en mineral- og vitaminblanding.

På baggrund af analyseresultater og rotteforsøg, blev 7 bygpartier udvalgt til fodringsforsøg med grise. Et 8. bygparti af normal tørret kvalitet indgik i forsøget som kontrol. Foderblandingerne havde samme sammensætning som i de foregående forsøg (tabel 1.2). For at undgå yderligere forringelse af bygpartierne blev disse opbevaret på køl, og der blev kun blandet foder til ca. een uges forbrug ad gangen.

Tre gange i forsøget blev foderblandingerne kemiske sammensætning og kvalitet analyseret. 8 blokke af 8 kuldsøskende indgik i forsøget, således at alle foderblandinger blev repræsenteret inden for hver blok. I forsøgsperioden 4-10 uger blev grisene fodret efter ædelyst i enkeltstier. Fodringsforsøget blev gennemført på samme måde som de foregående forsøg.

Grisene i tre af de otte blokke blev slagtet og obduceret ved 10

ugers alderen, mens de resterende fem blokke blev fodret med normalt foder indtil slagtning. En lang række blod-, urin-, nyre- og tarmundersøgelser blev foretaget på de obducerede dyr.

#### 4.3. Resultater

På baggrund af de anvendte spørgeskemaer blev visse fællestræk for bygpartiernes behandling og lagring opstillet. Ligeledes blev besætningers problemer og generelle drift belyst. I tabel 4.1 og 4.2 ses, i meget skematisk form, vurderingerne af de forskellige forhold.

De fleste kornpartier blev ikke tørret ved høst, men blev lagret direkte enten på gulv eller i silo. Mange bygpartier var fra 1978 hvor høstperioden var meget fugtig. Disse partier blev således lagret i meget lang tid (næsten to år) med et højt vandindhold. Hovedparten af kornet lugtede muggent.

Flere besætninger var meget små, med et sohold på under 10 søer og/eller et slagtesvinehold på under 50 producerede grise pr. år. Kun to besætninger (16 og 17) kan betegnes som store og i begge tilfælde var kornet opbevaret i gastøtte siloer.

Tilsyneladende var der flest problemer i slagtesvinebesætningerne. Flere besætningsejere med både søer og slagtesvin havde observeret problemer i slagtesvineholdet, men ikke i soholdet. I besætninger med problemer hos søerne var det oftest brunstmangel og omløbning samt fodervægring, der blev observeret.

I slagtesvineholdet var det fodervægring, utrivelighed, tørst og kasserede slagtesvin, der var problemet. Kasserede slagtesvin med højt ochratoksinindhold i nyrene var den tydeligste indikation på fodringsproblemer. Mange besætninger havde fået over 10 slagtesvin kasseret af denne årsag.

Resultaterne af de kemiske analyser ses i tabel 4.3. I modsætning til de tidligere forsøg blev DBC og TVN i byg i forsøg 4 og 5 opgjort i forhold til totalkvælstoffet, som henholdsvis mmol pr. 16 g N og som N pct. af total N.

Tabel 4.1. Lagrings- og staldforhold i 19 besætninger med fodringsproblemer

Table 4.1. Conditions of storage and evaluation of housing in 19 herds with feed problems

| Kornbehandling                                                               |                           |                 | Lager              | Korn                      | Prod.retning  | Staldforhold      |                    |                 |                  |                                     |                                  |          |
|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|---------------|-------------------|--------------------|-----------------|------------------|-------------------------------------|----------------------------------|----------|
| Treatment of grain                                                           |                           |                 | Store              | Grain                     | Type of prod. | Score for housing |                    |                 |                  |                                     |                                  |          |
| Bygparti<br>Barley lot                                                       | Høstår<br>Year of harvest | Tørret<br>Dried | Gæstæt<br>Airtight | Planlager<br>Flat storage | Silo<br>Silo  | Gulv<br>Floor     | Lugtende<br>Smelly | Støvet<br>Dusty | Klumpet<br>Lumpy | Søer + smågrise*<br>Sows + piglets* | Slagtesvin**<br>Finishing pigs** | **<br>** |
| 1                                                                            | 79                        | -               |                    |                           |               | +                 | +                  |                 |                  | <150                                |                                  | 3        |
| 2                                                                            | 79                        | -               |                    |                           |               | +                 | +                  |                 |                  | <200                                |                                  | 2        |
| 3                                                                            | 78                        | -               |                    |                           |               | +                 | +                  |                 |                  | <150                                |                                  | 3        |
| 4                                                                            | 78                        | -               |                    |                           |               | +                 | +                  |                 |                  | <50                                 |                                  | 3        |
| 5IB                                                                          | 78                        | -               |                    |                           |               | +                 | +                  |                 |                  |                                     |                                  |          |
| 6                                                                            | 78                        | -               |                    | +                         |               |                   | +                  | +               |                  | <50                                 |                                  | 3        |
| 7                                                                            | 79                        | -               |                    |                           |               | +                 | +                  | +               |                  | <10                                 | <50                              | 2        |
| 8                                                                            | 78                        | -               |                    | +                         |               |                   | +                  | +               |                  | <10                                 | <150                             | 3        |
| 9                                                                            | 79                        | -               |                    | +                         |               |                   | -                  |                 | +                | <10                                 | <500                             | 2        |
| 10                                                                           | 78                        | -               |                    |                           | +             |                   | +                  | +               |                  | <10                                 |                                  | 3        |
| 11                                                                           | 78                        | -               |                    |                           |               | +                 | +                  | +               |                  | <10                                 | <200                             | 2        |
| 12                                                                           | 78                        | -               |                    |                           | +             |                   | +                  | +               |                  | <10                                 | <50                              | 2        |
| 13IB                                                                         | 79                        | +               |                    |                           |               | +                 |                    |                 |                  |                                     |                                  |          |
| 14IB                                                                         | 78                        | +               |                    |                           | +             |                   | +                  |                 |                  |                                     |                                  |          |
| 15IB                                                                         | 78                        | -               |                    |                           |               | +                 |                    |                 |                  |                                     |                                  |          |
| 16                                                                           | 79                        |                 | +                  |                           | +             |                   | -                  | -               | -                | <100                                | >500                             | 1        |
| 17                                                                           | 78                        |                 | +                  |                           | +             |                   | +                  | +               | +                | <200                                | >500                             | 3        |
| 18IB                                                                         | 79                        | -               |                    |                           | +             |                   |                    |                 |                  |                                     |                                  |          |
| 19                                                                           | 78                        | -               |                    |                           | +             |                   | +                  | +               |                  | <10                                 | >50                              | 3        |
| * Arssøer Sows per year IB: Ikke brugt til opfodring i besætningerne         |                           |                 |                    |                           |               |                   |                    |                 |                  |                                     |                                  |          |
| ** Leverede slagtesvin pr. år. Finishing pigs per year IB: Not used in herds |                           |                 |                    |                           |               |                   |                    |                 |                  |                                     |                                  |          |
| *** Skala Scale 1: gode 1: good 2: middel 2: fair 3: dårlige 3: poor         |                           |                 |                    |                           |               |                   |                    |                 |                  |                                     |                                  |          |

Tabel 4.2. Symptomer i 19 besætninger med fodringsproblemer

Table 4.2. Symptoms in 19 herds with feed problems

|                        | Søer<br>Sows                      | Smågrise<br>Piglets         | Slagtesvin<br>Finishing pigs |                        |                                     |                             |                       |                        |                 |                  |                        |                 |                  |                       |                            |
|------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------|------------------|------------------------|-----------------|------------------|-----------------------|----------------------------|
| Bygparti<br>Barley lot | Fareproblem<br>Farrowing problems | Fodervægring<br>No appetite | Mælkemangel<br>Agalactia     | Omløbninger<br>Returns | Brunstproblemer<br>Oestrus problems | Fodervægring<br>No appetite | Utrivelighed<br>Runts | Urinering<br>Urinating | Tørst<br>Thirst | Diarré<br>Scours | Urinering<br>Urinating | Tørst<br>Thirst | Diarré<br>Scours | Utrivelighed<br>Runts | Lyse nyrer<br>Pale kidneys |
| 1                      |                                   |                             |                              |                        |                                     |                             |                       |                        |                 |                  | +                      | +               | -                | +                     | 1                          |
| 2                      |                                   |                             |                              |                        |                                     |                             |                       |                        |                 |                  | +                      | +               | +                | -                     | 16                         |
| 3                      |                                   |                             |                              |                        |                                     |                             |                       |                        |                 |                  | +                      | +               | +                | +                     | 35                         |
| 4                      |                                   |                             |                              |                        |                                     |                             |                       |                        |                 |                  | +                      | +               | -                | -                     | 7                          |
| 5IB                    |                                   |                             |                              |                        |                                     |                             |                       |                        |                 |                  |                        |                 |                  |                       |                            |
| 6                      |                                   |                             |                              |                        |                                     |                             |                       |                        |                 |                  | +                      | +               | -                | +                     | 6                          |
| 7                      |                                   |                             | IP                           |                        |                                     |                             | IP                    |                        |                 |                  | +                      | +               | -                | +                     | 24                         |
| 8                      |                                   |                             | IP                           |                        |                                     |                             | IP                    |                        |                 |                  | +                      | +               | -                | +                     | 15                         |
| 9                      |                                   |                             |                              |                        |                                     |                             |                       |                        |                 |                  | +                      | +               | -                | +                     |                            |
| 10                     | +                                 | +                           | -                            | +                      | +                                   | +                           | -                     | -                      | -               | -                | -                      | -               | -                | +                     | 35                         |
| 11                     | -                                 | -                           | -                            | +                      | +                                   |                             | IP                    |                        |                 |                  | -                      | -               | -                | +                     | 15                         |
| 12                     |                                   | IP                          |                              |                        |                                     |                             | IP                    |                        |                 |                  | +                      | +               | -                | -                     |                            |
| 13IB                   |                                   |                             |                              |                        |                                     |                             |                       |                        |                 |                  |                        |                 |                  |                       |                            |
| 14IB                   |                                   |                             |                              |                        |                                     |                             |                       |                        |                 |                  |                        |                 |                  |                       |                            |
| 15IB                   |                                   |                             |                              |                        |                                     |                             |                       |                        |                 |                  |                        |                 |                  |                       |                            |
| 16                     | -                                 | -                           | -                            | -                      | +                                   | -                           | +                     | -                      | -               | +                | -                      | -               | +                | +                     |                            |
| 17                     | -                                 | +                           | -                            | -                      | -                                   |                             | IP                    |                        |                 |                  | -                      | -               | +                | +                     |                            |
| 18IB                   |                                   |                             |                              |                        |                                     |                             |                       |                        |                 |                  |                        |                 |                  |                       |                            |
| 19                     | +                                 | -                           | -                            | +                      | +                                   |                             | IP                    |                        |                 |                  | -                      | +               | -                | -                     | 10                         |

IB Ikke brugt til opfodring i besætninger IB Not used in herds

IP Ingen problemer IP No problems

**Tabel 4.3. Analyseresultater af byg fra besætninger med fodringsproblemer**

*Table 4.3. Results of analyses of barley from herds with feed problems*

| Bygparti<br>Barley<br>lot | Vand<br>Mois-<br>ture | Råprotein<br>Crude<br>protein | DBC  | TVN  | Råfedt<br>Crude<br>fat | FFA  | Peroxid  | E-vit. | Ochratoksin | Zearalenon  | Skimmel<br>x 1000 |
|---------------------------|-----------------------|-------------------------------|------|------|------------------------|------|----------|--------|-------------|-------------|-------------------|
|                           |                       |                               | DBC  | TVN  |                        | FFA  | Peroxide | Vit. E | Ochratoxin  | Zearalenone | Mould             |
| 1                         | 16.8                  | 12.0                          | 72.4 | 0.13 | 2.64                   | 6.4  | 13.2     | 4.2    | 0.41        | 0           | 3500              |
| 2                         | 16.4                  | 12.1                          | 73.7 | 0.13 | 2.51                   | 5.2  | 14.0     | 4.8    | 0.41        | 0           | 7000              |
| 3                         | 14.8                  | 17.0                          | 67.3 | 3.47 | 2.00                   | 13.5 | 2.9      | 5.0    | 0.81        | 0           | 5000              |
| 4                         | 18.1                  | 14.5                          | 63.2 | 1.81 | 1.95                   | 10.0 | 15.9     | 3.5    | 0.51        | 0           | 7000              |
| 5                         | 15.5                  | 14.0                          | 69.2 | 0.66 | 2.25                   | 8.4  | 5.2      | 4.9    | 1.30        | 0           | 5200              |
| 6                         | 16.8                  | 15.5                          | 62.0 | 0.48 | 2.16                   | 8.3  | 9.2      | 4.3    | 0.75        | 0           | 1500              |
| 7                         | 17.3                  | 13.9                          | 71.0 | 0.23 | 2.42                   | 10.5 | 29.4     | 4.0    | 3.99        | 0           | 2500              |
| 8                         | 15.8                  | 13.1                          | 71.3 | 1.31 | 2.02                   | 9.4  | 4.9      | 6.2    | 8.49        | 0           | 10000             |
| 9                         | 16.3                  | 10.8                          | 74.7 | 0.15 | 2.69                   | 3.7  | 15.5     | 5.7    | 0           | 0           | 15                |
| 10                        | 16.9                  | 12.3                          | 64.3 | 1.80 | 2.05                   | 16.5 | 34.3     | 2.3    | 0.17        | 0           | 1200              |
| 11                        | 16.5                  | 12.6                          | 70.1 | 1.79 | 1.92                   | 10.0 | 7.6      | 7.1    | 7.25        | 0           | 6800              |
| 12                        | 17.4                  | 13.2                          | 67.5 | 0.34 | 2.18                   | 7.2  | 23.6     | 6.5    | 1.33        | 0           | 1800              |
| 13                        | 15.8                  | 15.3                          | 63.3 | 0.35 | 2.55                   | 8.8  | 6.0      | 6.2    | 0.24        | 0           | 20000             |
| 14                        | 13.1                  | 15.0                          | 69.5 | 0.34 | 2.53                   | 6.4  | 5.0      | 8.4    | 0.04        | 0           | 140               |
| 15                        | 14.9                  | 13.4                          | 76.5 | 0.34 | 2.35                   | 10.0 | 4.6      | 5.3    | 0.12        | 0           | 270               |
| 16                        | 17.3                  | 12.3                          | 70.6 | 0.52 | 2.18                   | 12.2 | 19.2     | 4.0    | 0           | 0           | 250               |
| 17                        | 16.7                  | 15.6                          | 67.1 | 1.24 | 2.16                   | 14.4 | 5.8      | 7.9    | 0           | 0           | 21000             |
| 18                        | 18.3                  | 13.6                          | 65.9 | 0.23 | 2.33                   | 5.8  | 8.6      | 4.4    | 0.13        | 0           | 2500              |
| 19                        | 16.0                  | 12.1                          | 76.1 | 0.36 | 2.38                   | 6.0  | 6.4      | 3.6    | 0.20        | 0           | 280               |
| 20                        | 15.6                  | 11.4                          | 77.6 | 0.13 | 2.04                   | 28.8 | 23.2     | 1.5    | 0           | 0           | 2                 |

Tabel 4.4. Resultater fra rotter fodret med byg fra besætninger med fodringsproblemer (gns.af 6)  
 Table 4.4. Results for rats, fed various quality barley (av. for 6 rats)

| Bygparti      | Udvalgt til<br>svineforsøg | Foderforbrug<br>g tørstof   | Tilvækst,<br>g | Tilvækst/foder<br>g/kg ts. | Vandoptagelse<br>ml/g foder | Nyrefarve*<br>(0-3)        |
|---------------|----------------------------|-----------------------------|----------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Barley<br>lot | Selected for<br>pig exp.   | Feed consump-<br>tion, g DM | Gain, g        | Gain/feed<br>g/kg DM       | Water consump.<br>ml/g feed | Colour of*<br>kidney (0-3) |
| 1             |                            | 290                         | 65.9           | 228                        | 1.9                         | 0.2                        |
| 2             |                            | 296                         | 68.5           | 232                        | 1.8                         | 1.0                        |
| 3             |                            | 307                         | 70.9           | 232                        | 1.6                         | 0.3                        |
| 4             | +                          | 299                         | 66.5           | 223                        | 1.5                         | 0.3                        |
| 5             |                            | 274                         | 61.5           | 224                        | 1.4                         | 0.5                        |
| 6             |                            | 286                         | 66.6           | 233                        | 1.5                         | 0.7                        |
| 7             | +                          | 284                         | 61.7           | 218                        | 1.8                         | 0.3                        |
| 8             | +                          | 214                         | 35.8           | 166                        | 2.4                         | 1.5                        |
| 9             | +                          | 297                         | 72.0           | 242                        | 1.5                         | 0.3                        |
| 10            | +                          | 259                         | 37.9           | 146                        | 1.2                         | 0.3                        |
| 11            |                            | 258                         | 45.4           | 177                        | 1.8                         | 0.3                        |
| 12            |                            | 278                         | 58.6           | 211                        | 1.8                         | 1.7                        |
| 13            |                            | 303                         | 76.0           | 251                        | 1.7                         | 0.0                        |
| 14            |                            | 309                         | 82.4           | 267                        | 1.5                         | 0.3                        |
| 15            |                            | 295                         | 73.1           | 248                        | 1.5                         | 0.0                        |
| 16            | +                          | 271                         | 49.8           | 184                        | 1.4                         | 0.3                        |
| 17            | +                          | 276                         | 62.0           | 225                        | 1.4                         | 0.2                        |
| 18            |                            | 282                         | 71.1           | 253                        | 1.6                         | 1.0                        |
| 19            |                            | 292                         | 69.0           | 239                        | 1.5                         | 0.0                        |
| 20            |                            | 262                         | 58.4           | 223                        | 1.3                         | 0.3                        |
| S.E., S.E.    |                            | 8                           | 2.4            | 6                          | 0.1                         |                            |

\* 0 = normal farve, normal colour      3 = meget lys, very pale

DBC- og TVN tallene er derfor ikke direkte sammenlignelige med de tidligere forsøg, hvor tallene er angivet i forhold til tørstoffet.

E-vitamin er angivet i mg/kg byg, ochratoksin i mg/kg byg og skimmelsvampe som 1000 stk/g. De øvrige resultater er angivet som i de tidligere forsøg.

Mange partier havde relativt højt vandindhold. De foregående forsøg viste at vandindholdet i våd byg faldt med lagringstiden, så det er sandsynligt, at de her anvendte partier havde haft et noget højere vandindhold ved høst og lagring.

Protein- og TVN-indholdet var meget højt i parti 3, fordi kornet var angrebet af snudebiller. FFA-tallet var relativt højt (over 5) i de fleste partier, hvorimod peroxidtallet i flere tilfælde var lavt (under 10).

Ochratoksinindholdet var i flere tilfælde meget højt. Der blev fundet ochratoksin i alle partier undtagen parti 9 og de to gæstet-opbevarede partier 16 og 17. Derimod blev der ikke fundet zearalenon i nogen af partierne.

Af tilstedeværelsen af skimmelsvampe ikke nødvendigvis medførte toksindannelse fremgår også af tabel 4.3. Parti 17 indeholdt således ikke toksin selv om byggen var meget angrebet af skimmel.

I tabel 4.4 ses resultaterne fra rotteforsøget. Der var tydelig forskel på de forskellige bygpartiernes værdi som rottefoder. Målt på foderforbrug, tilvækst, foderudnyttelse og vandoptagelse. Nyrefarven blev også påvirket af byggen.

I tabellen ses hvilke partier der blev udvalgt til forsøg med grise. En nærmere analyse af sammenhængen mellem analysetal og rotteresultater vil blive belyst i afsnit 6.

I tabel 4.5 ses resultaterne af analyser på foderblandingerne, og i tabel 4.6 svineforsøgets resultater.

Tabel 4.5. Foderblandingerne kvalitetstal (gns. af 3 analyser)

Table 4.5. Quality values for feed mixtures (av. of 3 analyses)

| Hold                          | 1       | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    |     |
|-------------------------------|---------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| Group                         |         |      |      |      |      |      |      |      |     |
| Bygparti                      | Kontrol | 4    | 7    | 8    | 9    | 10   | 16   | 17   | P   |
| Barley lot                    | Control |      |      |      |      |      |      |      |     |
| Vand, pct.                    | 12.6    | 13.8 | 13.1 | 13.0 | 13.1 | 13.2 | 13.3 | 12.5 | *   |
| Moisture, per cent            |         |      |      |      |      |      |      |      |     |
| Råfedt, pct. af ts.           | 2.7     | 2.2  | 2.8  | 2.3  | 2.6  | 2.3  | 2.5  | 2.4  | NS  |
| Crude fat, per cent of DM     |         |      |      |      |      |      |      |      |     |
| Råprotein, pct. af ts.        | 23.9    | 24.2 | 24.0 | 23.6 | 21.5 | 22.6 | 22.8 | 25.1 | *   |
| Crude protein, per cent of DM |         |      |      |      |      |      |      |      |     |
| FES/kg                        | 1.04    | 1.03 | 1.04 | 1.01 | 1.04 | 1.04 | 1.03 | 1.02 | NS  |
| FUp/kg                        |         |      |      |      |      |      |      |      |     |
| Ochratoksin, mg/kg ts.        | 0       | 0.37 | 0.81 | 1.83 | 0    | 0.33 | 0    | 0    | *** |
| Ochratoxin, mg/kg DM          |         |      |      |      |      |      |      |      |     |
| FFA, pct. af fedt             | 9       | 20   | 22   | 24   | 10   | 17   | 14   | 23   | *** |
| FFA, per cent of fat          |         |      |      |      |      |      |      |      |     |
| Peroxidtal, meq/kg fedt       | 4       | 8    | 3    | 5    | 4    | 13   | 4    | 4    | *** |
| Peroxide value, meq/kg of fat |         |      |      |      |      |      |      |      |     |
| DBC, mmol/kg ts.              | 197     | 200  | 195  | 198  | 186  | 192  | 196  | 204  | *   |
| DBC, mmol/kg DM               |         |      |      |      |      |      |      |      |     |
| TVN, mgN/100 g ts.            | 23      | 58   | 32   | 52   | 25   | 51   | 28   | 46   | *** |
| TVN, mgN/100 g DM             |         |      |      |      |      |      |      |      |     |

Tabel 4.6. Resultater for smågrise i perioden 4-10 uger

Table 4.6. Results for piglets from 4 to 10 weeks of age

| Hold                      | 1       | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    |     |
|---------------------------|---------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| Group                     |         |      |      |      |      |      |      |      |     |
| Bygparti                  | Kontrol | 4    | 7    | 8    | 9    | 10   | 16   | 17   | P   |
| Barley lot                | Control |      |      |      |      |      |      |      |     |
| Antal grise               | 8       | 8    | 8    | 8    | 8    | 8    | 8    | 8    |     |
| No. of pigs               |         |      |      |      |      |      |      |      |     |
| Vægt v. 4 uger, kg        | 7.0     | 6.9  | 7.0  | 6.9  | 6.9  | 7.0  | 6.9  | 7.0  | NS  |
| Weight at 4 weeks, kg     |         |      |      |      |      |      |      |      |     |
| Vægt v. 10 uger, kg       | 21.8    | 19.7 | 19.1 | 12.5 | 22.7 | 20.0 | 22.2 | 21.7 | *** |
| Weight at 10 weeks, kg    |         |      |      |      |      |      |      |      |     |
| Daglig tilvækst, g        | 354     | 305  | 290  | 133  | 375  | 310  | 362  | 352  | *** |
| Daily gain, g             |         |      |      |      |      |      |      |      |     |
| Foderoptagelse, kg        | 30.3    | 27.4 | 26.7 | 17.6 | 31.8 | 28.0 | 31.7 | 30.6 | *** |
| Feed consumption, kg      |         |      |      |      |      |      |      |      |     |
| FES pr. kg tilvækst       | 2.13    | 2.24 | 2.32 | 3.45 | 2.10 | 2.25 | 2.17 | 2.12 | *** |
| FUp per kg gain           |         |      |      |      |      |      |      |      |     |
| Gødningskarakter          | 0.19    | 0.11 | 0.14 | 0.11 | 0.12 | 0.14 | 0.14 | 0.13 | NS  |
| Faeces score              |         |      |      |      |      |      |      |      |     |
| Tilsv. rotte tilvækst, g  | -       | 66.5 | 61.7 | 35.8 | 72.0 | 37.9 | 49.8 | 62.0 | *** |
| Corresponding rat gain, g |         |      |      |      |      |      |      |      |     |

Sammenlignes analyseresultater fra foderblandinger med resultater på den hele byg (tabel 4.3) ses, at der tilsyneladende forsvandt en hel del ochratoksin ved formalingen. F.eks. indeholdt bygparti 8 ca. 8.50 mg toksin/kg. Der indgik ca. 65% byg i blandingerne, så man kunne forvente at finde ca. 5.50 mg/kg i blandingerne. Tabel 4.5 viser, at hold 4's foder der bestod af bygparti 8 indeholdt ca. 1.80 mg/kg, altså en difference på ca. 3.70 mg/kg.

For at undersøge om ochratoksin kunne forsvinde ved formaling, blev der iværksat en undersøgelse over, hvorledes ochratoksinindholdet var fordelt i bygkernerne. Resultaterne fra denne undersøgelse er vist i appendiks B. Konklusion på denne undersøgelse var, at ochratoksin hovedsagelig er koncentreret i kernerens yderste lag. Over 90 pct. af toksinet kan fjernes ved afskalning og fraseparering af 30 pct. af byggen. I støv og løse skaller, der udgjorde ca. 4 pct. af varen, blev der fundet ca. 13 pct. af toksinet. Dette kan være en del af forklaringen på ovennævnte forskel på ochratoksinkoncentrationen i byg og i foderblandinger.

I tabel 4.6 ses, at der var en tydelig forskel på grisenes resultater. Hold 4 havde en meget lav foderoptagelse og tilvækst og hold 2, 3 og 6 havde noget dårligere resultater end hold 1, 5, 7 og 8. De fire hold med de laveste resultater fik alle foder der indeholdt ochratoksin, især havde blanding 4 et meget højt indhold.

Det er bemærkelsesværdigt, at resultaterne for hold 5, 7 og 8 var ligeså gode som resultaterne for kontrolholdet. De to gastæt-opbevarede partier gav lige gode resultater for svin, men sammenlignes med rotteforsøget ses, at hold 7 (parti 16) medførte en lav tilvækst for rotter, mens hold 8 (parti 17) medførte noget højere tilvækst.

Dette kan skyldes at bygparti 16 indeholdt 12,3 pct. råprotein mod 15,6 pct, råprotein i parti 17. En forskel som har påvirket rotterne som kun fik byg, men som ikke har påvirket grisene, som fik en foderblanding med proteinsupplement. Hold 5 viste de bedste resultater for svin. Sammenlignes med de kemiske analyser på foderblandingerne ses også at dette bygparti (9) havde kvalitetstal, der ikke afveg meget fra kontrolbyggen. Yderligere gav dette bygparti den

højeste rottetilvækst. Dette kornparti fejlede tilsyneladende intet. Der var ingen signifikant forskel på grisenes gødningskarakter.

Da grisene fik vand gennem drikkeventiler var det af praktiske grunde ikke muligt at måle grisenes vandforbrug i forsøgsperioden, (4-10 uger), men vandforbruget blev målt i en efterfølgende 5-ugers kontrolperiode. I tabel 4.7 ses resultaterne.

Der var ingen forskel mellem holdene i total vandforbrug, men hold 4 havde en meget lav foderoptagelse. Derfor var vandforbruget pr. kg tørstof signifikant højere for hold 4 end for de øvrige hold. Hold 4 fik i forsøgsperioden foder med højt ochratoksinindhold, hvilket sandsynligvis var årsagen til det øgede vandforbrug. Denne virkning af ochratoksin er fundet af flere (Krogh et al. 1974, Madsen et al. 1982).

En nærmere analyse af sammenhæng mellem foderblandingerens kvalitetstal og grisenes produktionsresultater vil blive omtalt i afsnit 6.

Tabel 4.7. Vandforbrug i perioden 10-15 uger

Table 4.7. Water intake from 10 to 15 weeks of age

[illegible]

Resultaterne fra slagteundersøgelserne er vist i tabel 4.8.

Af tabellen ses, at en del fysiologiske funktioner blev påvirket af foderet. Især hold 4 afveg fra de øvrige hold. Af tabel 4.5 ses at ochratoksinindholdet i foderblanding 4 var væsentlig højere end i de øvrige blandinger.

Følgende egenskaber blev målt, men blev ikke signifikant påvirket af de 8 forsøgsbehandlinger.

Hæmoglobin, hæmatocrit, ELP, total leukocyter, granulocyter, lymfocyter, calcium, fosfor, magnesium, albumin og totalprotein i blod, nyrevægt samt laktase, mannase og sakkarase bestemt på væv udtaget tre forskellige steder i tarmen. ELP er et udtryk for erythrocytternes resistens mod oxidering.

Resultaterne viste, at foder med højt indhold af ochratoksin har medført nedsat vækst, her målt som lav kadavervægt. Højt ochratoksinindhold har også medført et forhøjet glucoseindhold i urinen samt karakteristiske histologiske forandringer i nyrerne.

Nyrefarve blev vurderet ved at opdele grisene indenfor et kuld i en rækkefølge fra 1 til 8, hvor grisen med de lyseste nyrer fik nr. 1, og grisen med de mørkeste nyrer fik nr. 8.

På baggrund af denne rækkefølge blev nyrernes farve fundet at være negativt korreleret med ochratoksinindholdet i nyrerne.

Der blev fundet en positiv sammenhæng mellem blodurinstof og mængden af basiske aminosyrer (DBC-tallet). Dette skyldes sandsynligvis at DBC var højt korreleret med foderets råproteinindhold, som påvirker blodets urinstofkoncentration.

Alkalisk fosfatase (AP) i serum var højere hos grise i hold 4 der blev fodret med det mest ochratoksinindholdige foder.

Tabel 4.8. Resultater fra undersøgelser ved slagtning ved 10 uger

Table 4.8. Results of examination at slaughter at 10 weeks of age

| Hold<br>Group                | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | LSD <sub>0.95</sub> |
|------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------------|
| Antal grise                  | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    |                     |
| No. of pigs                  |      |      |      |      |      |      |      |      |                     |
| Urinstof i plasma mmol/l     | 5.6  | 6.1  | 6.0  | 5.0  | 4.2  | 5.5  | 6.3  | 6.4  | 1.3                 |
| Plasma urea, mmol/l          |      |      |      |      |      |      |      |      |                     |
| Alkalisk fosfatase units/l   | 536  | 546  | 636  | 831  | 643  | 637  | 487  | 650  | 150                 |
| Alcaline phosphatase units/l |      |      |      |      |      |      |      |      |                     |
| Amylase units/l              | 2924 | 2904 | 2905 | 3797 | 2840 | 2646 | 2657 | 2745 | 455                 |
| Amylase units/l              |      |      |      |      |      |      |      |      |                     |
| Uringlucose mmol/l           | 0.3  | 8.1  | 4.0  | 7.6  | 0.1  | 4.7  | 1.1  | 0.1  | 24                  |
| Urine glucose mmol/l         |      |      |      |      |      |      |      |      |                     |
| Nyreoehratoksin, µg/kg       | 0    | 140  | 178  | 753  | 0    | 43   | 0    | 0    | 91                  |
| Kidney ochratorxin, µg/kg    |      |      |      |      |      |      |      |      |                     |
| Nyrefarve (fra 1 til 8)*     | 7.0  | 3.0  | 1.3  | 2.0  | 5.0  | 5.3  | 5.0  | 7.3  | 2.3                 |
| Kidney colour (from 1 to 8)  |      |      |      |      |      |      |      |      |                     |
| Kadavervægt, kg              | 21.3 | 19.1 | 18.2 | 11.4 | 23.3 | 18.4 | 18.1 | 22.4 | 3.4                 |
| Carcass weight, kg           |      |      |      |      |      |      |      |      |                     |

\* 1 = meget lys    very pale

8 = normal        normal

Årsagen til det forhøjede AP-niveau er ukendt, men analyser med hæmning af AP's tarmfraktion (1-fenylalaninhæmning) viste, at det ikke var denne fraktion, der gav anledning til det høje AP-niveau i blodet. Det må derfor formodes, at der er tale om et forhøjet indhold af lever-knoglevævsfraktionen af AP.

Højt ochratoksinindhold i foderet medførte ligeledes en øget amylaseaktivitet for hold 4. Hvorvidt dette skyldtes en øget frigørelse af amylase, eller der var tale om en sekundær effekt forårsaget af nyreskaderne, kan ikke afgøres. Den ændrede enzymaktivitet skyldtes ikke nødvendigvis ochratoksin men kunne meget vel være forårsaget af andre uheldige forhold ved foderet, hvor ochratoksin kun har været den kendte analyserbare faktor.

De 5 øvrige grise pr. hold, der ikke blev slagtet ved 10 uger, blev fodret på normalt foder indtil normal slagtevægt. Ingen grise blev kasseret ved slagtning, og kun nyrerne fra en enkelt gris blev betegnet som lyse. Ochratoksinindholdet i disse nyrer oversteg dog ikke de 25 µg/kg, som er kassationsgrænsen.

#### 4.4. Diskussion og konklusion

Da forsøg 4 og 5 er opbygget på samme måde, er resultaterne for disse forsøg bearbejdet sammen. Diskussion af resultater og konklusion af analysen ses i kap. 6.

### **FORSØG 5: OPFODRING MED BYG FRA BESÆTNINGER MED FODER-KVALITETSPROBLEMER, 1981.**

#### 5.1. Materiale og metoder

På basis af resultaterne fra forsøg 4 blev der udført et tilsvarende forsøg. 17 bygpartier blev i foråret 1981 indsamlet fra besætninger med fodringsproblemer. Yderligere 3 partier indgik i forsøget. Disse partier var af god kvalitet, blot var de to partier lagret med højt vandindhold i gastæt silo, mens det tredje var et tørret parti, som fungerede som kontrolparti.

På baggrund af rotteforsøg og kemiske analyser blev 8 bygpartier udvalgt og sammen med kontrolpartiet blev de anvendt til fodringsforsøg med grise i alderen 5 til 10 uger.

## 5.2. Resultater

Indtrykkene fra besætningsbesøgene var de samme som i forsøg 4. Problembesættningerne var generelt mindre ejendomme uden tilstrækkelige lagringsfaciliteter. Kornet var lagret med for højt vandindhold, og i de fleste tilfælde var temperaturen i kornet ikke blevet kontrolleret i lagringsperioden.

Resultaterne fra de kemiske analyser af byggen ses i tabel 5.1.

Partierne 18, 19 og 20 var ikke indkøbt fra problembesættninger. Parti 18 var tørret og indgik i forsøget som kontrolparti. 19 og 20 var høstet sammen med parti 18, men lagret med to forskellige vandindhold i gastætte siloer. Vandindholdet var generelt højt. I visse tilfælde over 20 pct. I gennemsnit var vandindholdet ca. 1.5 pct. højere end i forsøg 4. Parti 3 var propionsyrebehandlet, hvilket sandsynligvis var årsagen til de høje FFA, peroxidtal og anisidintal.

Råfedtet og FFA-tallene var på samme niveau som i forsøg 4, hvorimod peroxid-tallene var ca. dobbelt så høje. Indholdet af råprotein og TVN var på samme niveau som i forsøg 4, mens DBC-tallet var højere. Indholdet af ochratoksin og mængden af skimmelsvampe var lavere end i forsøg 4, selvom den store variation var årsag til, at forskellen ikke var signifikant for ochratoksins vedkommende. I modsætning til tidligere forsøg blev der i dette forsøg fundet et andet mycotoksin, zearalenon i to partier. Zearalenon og ochratoksin er angivet i mg pr. kg. De øvrige resultater er angivet som i forsøg 4.

Resultaterne fra rotteforsøget ses i tabel 5.2. Rotternes gennemsnitlige tilvækst var ikke forskellig fra forsøg 4. Som i forsøg 4 var der også her signifikante forskelle mellem bygpartiernes værdi som foder til rotter. Rotternes tilvækst varierede fra 51.0 g (parti 20) til 76.7 g (parti 18, kontrolpartiet).

Tabel 5.1. Analyseresultater af byg fra besætninger med fodringsproblemer

Table 5.1. Results of analyses of barley from herds with feed problems

| Bygparti<br>Barley<br>lot | Vand<br>Mois-<br>ture | Råprotein<br>Crude<br>protein | DBC  | TVN  | Råfedt<br>Crude<br>fat | FFA  | Peroxid  | E-vit. | Ochratoksin | Zearalenon  | Skimmel<br>x 1000 |
|---------------------------|-----------------------|-------------------------------|------|------|------------------------|------|----------|--------|-------------|-------------|-------------------|
|                           |                       |                               | DBC  | TVN  | fat                    | FFA  | Peroxide | Vit.E  | Ochratoxin  | Zearalenone | Mould             |
| 1                         | 16.3                  | 12.8                          | 80.4 | 0.73 | 2.27                   | 7.1  | 8.6      | 7.4    | 0           | 0           | 27                |
| 2                         | 17.9                  | 12.5                          | 79.6 | 0.14 | 2.56                   | 7.0  | 14.8     | 4.5    | 0           | 0           | 56                |
| 3                         | 22.5                  | 15.9                          | 75.8 | 0.31 | 2.19                   | 74.9 | 13.4     | 3.0    | 0           | 0           | 0                 |
| 4                         | 14.4                  | 10.3                          | 82.1 | 0.13 | 2.57                   | 5.6  | 4.6      | 5.5    | 0           | 0           | 15                |
| 5                         | 15.4                  | 13.9                          | 76.4 | 0.24 | 2.36                   | 7.7  | 8.1      | 3.4    | 0.49        | 0           | 1000              |
| 6                         | 16.1                  | 15.0                          | 73.0 | 0.19 | 2.26                   | 9.3  | 11.3     | 4.5    | 0.26        | 0           | 290               |
| 7                         | 17.7                  | 10.7                          | 81.1 | 0.32 | 2.55                   | 8.2  | 13.3     | 4.0    | 4.30        | 0           | 1400              |
| 8                         | 16.0                  | 14.9                          | 79.0 | 0.23 | 2.26                   | 8.3  | 13.1     | 4.4    | 0.52        | 0           | 380               |
| 9                         | 17.2                  | 12.7                          | 78.6 | 0.19 | 2.29                   | 6.4  | 83.2     | 5.4    | 1.40        | 0           | 1200              |
| 10                        | 16.3                  | 11.7                          | 76.7 | 1.27 | 2.03                   | 12.0 | 8.0      | 2.8    | 3.00        | 0           | 2500              |
| 11                        | 20.7                  | 12.7                          | 76.7 | 0.53 | 2.02                   | 17.8 | 88.8     | 2.1    | 2.60        | 0           | 3400              |
| 12                        | 20.0                  | 14.8                          | 72.2 | 0.35 | 2.13                   | 8.7  | 71.8     | 3.6    | 1.60        | 0           | 4600              |
| 13                        | 19.0                  | 15.9                          | 67.8 | 2.18 | 1.98                   | 12.6 | 28.3     | 0      | 0.27        | 1.80        | 7000              |
| 14                        | 18.2                  | 13.6                          | 75.5 | 0.13 | 2.44                   | 5.7  | 12.1     | 2.9    | 0           | 0           | 480               |
| 15                        | 17.6                  | 11.5                          | 81.5 | 0.14 | 2.31                   | 6.4  | 10.4     | 5.2    | 0.04        | 0           | 410               |
| 16                        | 22.3                  | 15.6                          | 76.0 | 0.10 | 2.45                   | 6.7  | 62.5     | 3.5    | 0           | 3.20        | 4700              |
| 17                        | 17.0                  | 11.7                          | 82.1 | 0.80 | 2.29                   | 6.0  | 10.4     | 6.0    | 0           | 0           | 380               |
| 18                        | 14.5                  | 13.9                          | 75.6 | 0.13 | 2.22                   | 4.8  | 10.1     | 6.9    | 0           | 0           | 140               |
| 19                        | 20.7                  | 12.5                          | 80.8 | 0.15 | 2.27                   | 6.1  | 9.0      | 5.6    | 0           | 0           | 32                |
| 20                        | 25.4                  | 12.9                          | 76.0 | 0.34 | 2.28                   | 6.7  | 13.7     | 1.9    | 0           | 0           | 28                |
| Gns., Av.                 | 18.0                  | 13.1                          | 77.4 | 0.44 | 2.29                   | 8.1  | 25.4     | 4.2    | 760         | 95          | 1475              |

Tabel 5.2. Resultater fra rotter fodret med byg fra besætninger med fodringsproblemer

Table 5.2. Results of trials with rats fed barley of various quality

| Bygparti      | Udvalgt til<br>svineforsøg | Foderforbrug<br>g tørstof   | Tilvækst,<br>g | Tilvækst/foder<br>g/kg ts. | Vandoptagelse<br>ml/g foder | Nyrefarve*<br>(0-3)       |
|---------------|----------------------------|-----------------------------|----------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Barley<br>lot | Selected for<br>pigs exp.  | Feed consump-<br>tion, g DM | Gain,<br>g     | Gain/feed<br>g/kg DM       | Water intake<br>ml/g feed   | Colour of*<br>kidney(0-3) |
| 1             |                            | 281                         | 66.9           | 243                        | 1.1                         | 0                         |
| 2             |                            | 271                         | 69.3           | 255                        | 1.2                         | 2                         |
| 3             |                            | 230                         | 58.9           | 257                        | 1.3                         | 1                         |
| 4             |                            | 271                         | 59.7           | 221                        | 1.2                         | 2                         |
| 5             |                            | 282                         | 70.6           | 251                        | 1.2                         | 2                         |
| 6             | +                          | 279                         | 69.6           | 250                        | 1.3                         | 3                         |
| 7             |                            | 263                         | 55.3           | 210                        | 1.4                         | 3                         |
| 8             |                            | 272                         | 70.0           | 258                        | 1.3                         | 3                         |
| 9             | +                          | 277                         | 65.8           | 238                        | 1.3                         | 2                         |
| 10            | +                          | 280                         | 57.4           | 206                        | 1.1                         | 2                         |
| 11            | +                          | 256                         | 57.6           | 225                        | 1.4                         | 1                         |
| 12            | +                          | 264                         | 61.7           | 235                        | 1.5                         | 1                         |
| 13            | +                          | 275                         | 58.4           | 212                        | 1.2                         | 1                         |
| 14            |                            | 276                         | 72.1           | 261                        | 1.2                         | 1                         |
| 15            |                            | 263                         | 61.2           | 234                        | 1.3                         | 1                         |
| 16            | +                          | 240                         | 61.3           | 256                        | 1.2                         | 1                         |
| 17            | +                          | 275                         | 63.7           | 232                        | 1.3                         | 1                         |
| 18            | +                          | 287                         | 76.7           | 269                        | 1.1                         | 0                         |
| 19            |                            | 281                         | 60.6           | 223                        | 1.1                         | 0                         |
| 20            |                            | 231                         | 51.0           | 218                        | 1.2                         | 0                         |
| Gns., Av.     |                            | 269                         | 63.6           | 237                        | 1.2                         |                           |
| S.E., S.E.    |                            | 11                          | 2.5            | 9                          | 0.1                         |                           |

Tabel 5.3. Foderblandingerne's kvalitetstal (gns. af 3 analyser)

Table 5.3. Quality values for feed mixtures (ave. of 3 analyses)

| Hold                       | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | P   |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| Group                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| Bygparti                   | 18   | 16   | 17   | 6    | 13   | 9    | 12   | 11   | 10   |     |
| Barley lot                 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| Vand, pct.                 | 11.6 | 14.1 | 13.3 | 12.9 | 13.4 | 13.5 | 14.7 | 15.0 | 13.2 | **  |
| Moisture, per cent         |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| Råfedt, pct. af ts.        | 2.2  | 1.6  | 2.0  | 2.1  | 1.8  | 2.1  | 2.0  | 1.8  | 1.8  | *** |
| Crude fat, per cent of DM  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| Råprotein, pct. af ts.     | 23.2 | 27.0 | 23.4 | 25.8 | 26.2 | 24.1 | 26.0 | 25.0 | 23.6 | **  |
| Crude protein, pct of DM   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| FES/kg                     | 1.05 | 0.98 | 1.01 | 1.02 | 0.98 | 1.03 | 0.99 | 0.99 | 1.00 | *** |
| FUp/kg                     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| Ochratoxin, mg/kg ts.      | 0    | 0    | 0.01 | 0    | 0.01 | 0.14 | 0.36 | 0.58 | 0.32 | *** |
| Ochratoxin, mg/kg DM       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| Zearalenon, mg/kg ts.      | 0    | 1.20 | 0    | 0    | 0.13 | 0    | 0    | 0    | 0    | *** |
| Zearalenone, mg/kg DM      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| FFA, pct. af fedt          | 8    | 33   | 13   | 15   | 23   | 13   | 20   | 32   | 22   | *** |
| FFA, per cent of fat       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| Peroxidtal, meq/kg fedt    | 6    | 10   | 7    | 7    | 12   | 6    | 7    | 8    | 7    | *   |
| Peroxide value, meq/kg fat |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| DBC, mmol/kg ts.           | 202  | 222  | 204  | 215  | 209  | 200  | 210  | 207  | 194  | **  |
| DBC, mmol/kg DM            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| TVN, mgN/100 g ts.         | 21   | 48   | 27   | 36   | 83   | 28   | 43   | 36   | 47   | *** |
| TVN, mgN/100 g DM          |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |

Tabel 5.4. Resultater for smågrise i perioden 5-10 uger

Table 5.4. Results for piglets from 5-10 weeks of age

| Hold                             | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | P   |
|----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| Group                            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| Bygparti                         | 18   | 16   | 17   | 6    | 13   | 9    | 12   | 11   | 10   |     |
| Barley lot                       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| Antal grise                      | 10   | 10   | 9    | 10   | 10   | 10   | 8    | 10   | 10   |     |
| No. of pigs                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| Vægt v. 5 uger, kg               | 8.4  | 8.4  | 8.4  | 8.4  | 8.4  | 8.4  | 8.4  | 8.4  | 8.4  | NS  |
| Weight at 5 weeks, kg            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| Vægt v. 10 uger, kg              | 21.7 | 19.4 | 22.2 | 21.9 | 20.8 | 21.6 | 18.5 | 17.7 | 17.5 | *** |
| Weight at 10 weeks, kg           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| Daglig tilvækst, g               | 379  | 314  | 393  | 386  | 354  | 378  | 289  | 265  | 260  | *** |
| Daily gain, g                    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| Foderoptagelse, kg               | 28.6 | 24.8 | 29.1 | 26.6 | 27.0 | 28.4 | 23.3 | 21.4 | 22.2 | *** |
| Feed consumption, kg             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| FES pr. kg tilvækst              | 2.27 | 2.23 | 2.13 | 2.04 | 2.14 | 2.23 | 2.29 | 2.30 | 2.50 | *   |
| FUp per kg gain                  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| Gødningskarakter                 | 0.23 | 0.11 | 0.09 | 0.16 | 0.09 | 0.19 | 0.27 | 0.17 | 0.23 | *   |
| Faeces score                     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| Skedehævelse, stk.               | 0    | 6    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |     |
| Enlargement of vagina, no        |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| Tilsvarende rotte<br>tilvækst, g | 76.7 | 61.3 | 63.7 | 69.6 | 58.4 | 65.8 | 61.7 | 57.6 | 57.4 | *** |
| Corresponding rat<br>gain, g     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |

Foderforbruget og vandforbruget var noget mindre i dette forsøg end i forsøg 4. En nærmere analyse af sammenhængen mellem resultater fra rotteforsøget og byggens kvalitetstal vil blive belyst i afsnit 6.

I tabel 5.3 ses resultaterne af de kemiske analyser på foderblandingerne i svineforsøget. Som i forsøg 4 var indholdet af ochratoksin i foderblandingerne væsentligt lavere end det forventede på baggrund af byggens indhold.

I to af blandingerne blev der fundet zearalenon. I lighed med resultaterne fra forsøg 4 var der også i dette forsøg stor forskel på blandingerens kvalitetstal.

I tabel 5.4 ses resultaterne af smågriseforsøget. Resultaterne viste, at foderblandingerne med det højeste ochratoksinindhold generelt gav den laveste tilvækst. Hold 2 havde noget lavere tilvækst end kontrolholdet (parti 18), hvilket sandsynligvis skyldtes det høje zearalenonindhold i bygparti 16.

I hold 2 blev der observeret 6 sogrise med hævede kønsorganer, hvilket er et karakteristisk symptom på zearalenon-forgiftning. Der blev ikke fundet skedehævelse på andre hold.

Bedømmelsen af gødningskonsistensen viste, at der ikke var flere diarretilfælde hos forsøgsholdene end hos kontrolholdet. Dette blev også påvist i forsøg 4.

Til belysning af kvalitetstallenes effekt på produktionstallene, blev der opstillet en multipel regressionsmodel, hvor resultaterne fra både forsøg 4 og 5 indgik. Denne model omtales i kap. 6.

### 5.3. Diskussion og konklusion

Da forsøg 4 og 5 er opbygget på samme måde, er resultaterne for disse forsøg bearbejdet sammen. Diskussion af resultater og konklusion af analysen ses i kap.6.

## 6. SAMMENHÆNG MELLEM FODERETS KVALITETSTAL OG FORSØGSDYRENES VÆKST OG FODERUDNYTTELSE

### 6.1. Materiale og metoder

Til vurdering af sammenhængen mellem de kemiske kvalitetsmål og de biologiske resultater, blev resultaterne fra forsøg 4 og 5 anvendt, og analyseret samlet.

For at vurdere de enkelte analyser metoders betydning i relation til forsøgsdyrenes resultater, blev der foretaget a) en korrelationsanalyse og b) en multipel trinvis regressionsanalyse.

Den trinvis regressionsprocedure medtager een uafhængig variabel (kvalitetstal) ad gangen, således at den størst mulige del af variationen i den afhængige variabel (f.eks. tilvækst, foderoptagelse) forklares (Goodnight 1979, Gill 1978).

Følgende model blev anvendt

$$Y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_k x_k + \epsilon$$

hvor Y er den afhængige variabel (f.eks. tilvækst)

$b_0$  er intercept

$b_1 - b_k$  er regressionskoefficienter

$x_1 - x_k$  er kvalitetsmål (f.eks. FFA, peroxid o.s.v.)

$\epsilon$  er en uafhængig og normalfordelt rest

For rotteforsøgene blev resultaterne anvendt som gennemsnit af 6 rotter pr. bygparti. Således udgjorde hvert bygparti med tilhørende gennemsnit af 6 rotter een observation.

Der var således 19 observationer for rotteforsøgene i både forsøg 4 og 5, idet parti 20 i forsøg 4 og parti 3 i forsøg 5 ikke blev medtaget i analysen, da partierne var propionsyrebehandlede og derfor havde urealistiske høje FFA-tal.

I smågriseforsøgene blev der også anvendt gennemsnit af grisene på et hold. Et hold blev betragtet som een observation. I forsøg 4 var der således 8 observationer, og i forsøg 5 var der 9 observationer.

## 6.2 Resultater

For at belyse hvilke sammenhænge mellem analyseresultater og dyreresultater der havde størst betydning i forsøgsmaterialet blev der udført en korrelationsanalyse. Korrelationskoefficienter og signifikansniveau for rotteforsøgene er angivet i tabel 6.1.

Tabel 6.1. Korrelationer mellem rotteresultater og kemiske analyser af byg

Table 6.1. Correlations between rat results and chemical analyses for barley

|                                    | Råprotein<br>Crude protein | DBC<br>DBC  | TVN<br>TVN  | Råfedt<br>Crude fat | FFA<br>FFA   | Peroxidtal<br>Peroxide value | Ochratoksin<br>Ochratoxin |
|------------------------------------|----------------------------|-------------|-------------|---------------------|--------------|------------------------------|---------------------------|
| Tilvækst<br>Gain                   | 0.31<br>NS                 | 0.06<br>NS  | -0.33<br>*  | 0.49<br>**          | -0.45<br>**  | -0.17<br>NS                  | -0.58<br>***              |
| Foderoptagelse<br>Feed consumption | 0.18<br>NS                 | -0.23<br>NS | 0.03<br>NS  | 0.28<br>NS          | -0.15<br>NS  | -0.30<br>NS                  | -0.48<br>**               |
| Foderudnyttelse<br>Feed efficiency | 0.30<br>NS                 | 0.25<br>NS  | -0.48<br>** | 0.51<br>**          | -0.53<br>*** | -0.03<br>NS                  | -0.56<br>***              |

I tabellen fremgår, at der var signifikante korrelationer mellem tilvækst og analyserne: TVN, råfedt, FFA og ochratoksin. Det samme var tilfældet for foderudnyttelse.

Foderoptagelsen var kun korreleret til ochratoksin. Disse korrela-

tioner siger intet om årsagssammenhænge, men kan være et udtryk for hvilke egenskaber der bør undersøges nærmere. En trinvis multipel regressionsanalyse blev udført for nærmere at vurdere de forskellige sammenhænge. Da forsøgene var udført over to år, blev der anvendt en "årsvariabel", en såkaldt dummy-variabel, som beskriver forskellen mellem de to forsøg. Forsøg 4 blev sat lig 0, og forsøg 5 sat lig 1.

Rotternes tilvækst i forsøgsperioden, kunne beskrives således:

$$\begin{aligned} \text{Tilvækst, g} &= 45.6 - 2.1 \text{ ochratoksin (mg/kg ts)} \\ &(\text{SE, standarderror}) \quad (0.60) \\ + 2.4 \text{ råprotein (g/kg ts)} &- 1.4 \text{ FFA (pct af fedt)} \\ &(0.75) \quad (0.38) \end{aligned}$$

Der blev fundet en negativ effekt af ochratoksin i byg. Ligeledes blev tilvæksten negativt påvirket af FFA-tallet, mens byggets råproteinindhold viste positiv sammenhæng med rotternes tilvækst. Modellen kunne forklare 57 pct. af variationen i rotternes tilvækst. På basis af regressionskoefficienterne og variationsområderne for ochratoksin, råprotein og FFA ses, at disse variable forklarer henholdsvis 18, 16 og 20 grams variation imellem rotternes tilvækst på de forskellige bygpartier. Hvis modellen indskrænkes til ochratoksin som eneste uafhængige variabel, kan 34 pct af variationen i tilvækst forklares.

Der var ingen forskel mellem de to forsøgsår.

Rotternes foderoptagelse kunne beskrives som:

$$\begin{aligned} \text{Foderopt., g t.s.} &= 290 - 5.4 \text{ ochratoksin (mg/kg ts)} - 16.3 \text{ dummy} \\ &(\text{S.E.}) \quad (1.3) \quad (5.1) \end{aligned}$$

Af kvalitetsmålene var det kun ochratoksin der påvirkede foderoptagelsen. Årseffekten, som er udtrykt som "dummy" var negativ, d.v.s. at foderoptagelsen i gennemsnit var 16.3 g lavere i forsøg 5 end i forsøg 4. Modellen dækkede 40 pct af variationen i forsøgsmaterialet.

Foderudnyttelsen målt som gram tilvækst pr kg foder kunne beskrives som:

$$\text{Foderudn. (g tilv/kg foder)} = \text{(SE)}$$

$$131 - 3.5 \text{ ochratoksin (mg/kg ts)} + 39.7 \text{ råfedt (pct. af ts)} \\ (1.3) \qquad (15.8)$$

$$+ 11.8 \text{ råprotein (pct af ts)} - 2.6 \text{ FFA (pct af fedt)} + 1.9 \text{ DBC (mmol/16g N)} \\ (1.8) \qquad (1.0) \qquad (0.5)$$

Modellen dækkede 73 pct. af variationen.

At både råprotein og råfedt kan have positiv effekt på resultatet skyldes, at rotterne udelukkende blev fodret med byg, og derved kom i både protein og energimangel. Muligvis er dette også årsag til, at DBC-tallet (som udtrykker mængden af basiske aminosyrer i forhold til kvælstofindholdet) har positiv virkning, da rotterne var i underskud for aminosyrer og specielt lysin.

På basis af regressionskoefficienterne og variationsområderne for ochratoksin og FFA kan disse kvalitetsanalyser forklare variationer på henholdsvis 30 og 37 g tilv./kg foder mellem rotternes foderudnyttelse på de forskellige bygpartier.

Af de foregående regressionsligninger ses, at både ochratoksin og FFA havde negativ virkning på rotteresultaterne. En nærmere analyse af ochratoksins negative effekt på rotterne blev foretaget på de bygpartier, der indeholdt toksinet. Herved blev materialet reduceret fra 38 partier til 26 partier.

I figur 6.1 ses sammenhængen mellem ochratoksin og rotternes tilvækst. Det fremgår klart, at bygpartier med højt indhold af ochratoksin har givet reduceret tilvækst, men også at specielt et parti med lavt indhold af toksinet har givet lige så lav tilvækst.

Sammenhængen mellem toksin og rottetilvækst kan beskrives som:

Tilvækst, g =  $68.3 - 3.4$  ochratoksin (mg/kg ts)

(SE) (0.7)

Modellen dækker 47 pct. af variationen ( $R^2 = 0.47$ )

Lignende regressionsanalyser af ochratoksins effekt gav følgende udtryk for:

Foderoptagelse (g ts) =  $288 - 6.3$  ochratoksin (mg/kg ts)

(S.E.) (1.3)

med  $R^2 = 0.48$

og for Foderudnyttelse (g tilv./kg foder) =

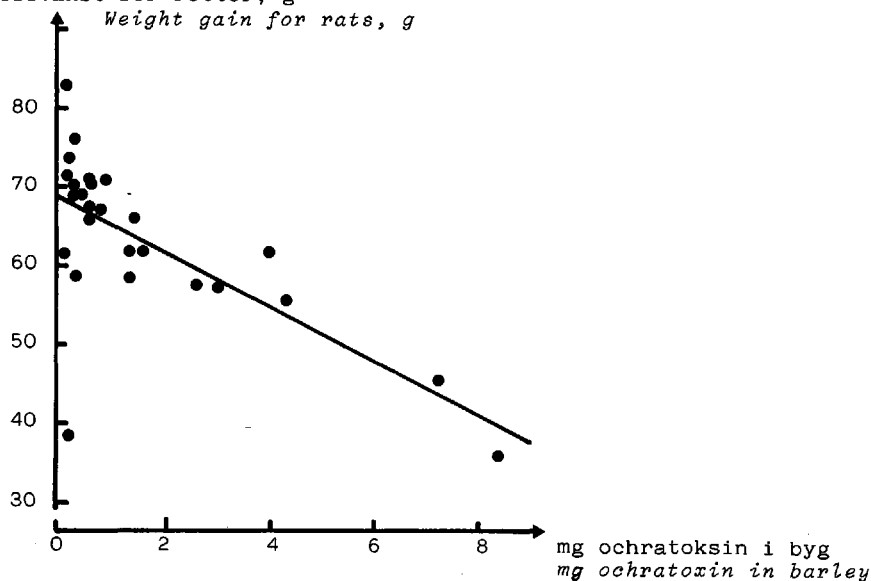
$238 - 7.9$  ochratoksin (mg/kg ts)

(S.E.) (2.1)

med  $R^2 = 0.38$

Tilvækst for rotter, g

*Weight gain for rats, g*



Figur 6.1. Sammenhæng mellem ochratoksin i byg og tilvækst for rotter (kun toksinholdige partier)

Figure 6.1. Relationship between ochratoxin in barley and weight/gain in rats  
(only toxin contaminated lots of barley)

I svineforsøgene indgik der 17 forskellige foderblandinger, 8 fra forsøg 4 og 9 fra forsøg 5. I forsøg 4 blev grisene fravænnet og indgik i forsøget ved 4-ugers alderen, mens grisene i forsøg 5 først blev fravænnet og indgik i forsøget ved 5-ugers alderen. For at kunne anvende resultaterne fra de to forsøg i en samlet analyse har det været nødvendigt kun at betragte perioden fra 5 til 10 uger som forsøgsperiode i begge forsøg. Da den første uge efter fravænnings som regel er en periode hvor grisene vokser langsomt, vil det betyde at grisene i forsøg 4 havde en væsentlig større tilvækst og foderoptagelse i perioden 5-6 uger end grisene i forsøg 5. Denne forskel udjævnedes dog i løbet af hele forsøgsperioden.

I tabel 6.2 ses forskellene på produktionsresultaterne fra de to forsøg.

Tabel 6.2. Produktionsresultater for griseforsøgene  
i perioden 5-10 uger

Table 6.2. Production results for pigs experiments in  
5-10 weeks period

|                        | Forsøg<br>Experiment |      | Sign.<br>Sign. |
|------------------------|----------------------|------|----------------|
|                        | 4                    | 5    |                |
| Vægt v. 10 uger, kg    | 20.0                 | 20.2 | NS             |
| Weight at 10 weeks, kg |                      |      |                |
| Dgl. tilvækst, g       | 365                  | 336  | NS             |
| Daily gain, g          |                      |      |                |
| FES/gris               | 27.6                 | 25.9 | NS             |
| FUp/pig                |                      |      |                |
| FES/kg tilv.           | 2.27                 | 2.23 | NS             |
| FUp/kg gain            |                      |      |                |

Der var ikke signifikant forskel mellem de to forsøg trods den omtalte forskel i forsøgsmetodikken. I de efterfølgende regressionsanalyser vil der dog blive anvendt en "dummy" variabel som udtryk for forsøgsforskellen i lighed med rotteforsøgene.

Som indledende undersøgelse af sammenhængene mellem produktionsresultater og analyser på foderblandinger, blev der foretaget en korrelationsanalyse, (tabel 6.3).

Tabel 6.3. Korrelationer mellem griseresultater og kemiske analyser på foderblandinger

Table 6.3. Correlations between pig results and chemical analyses for barley

|                    | Råprotein<br>Crude protein | DBC<br>DBC | TVN<br>TVN | Råfedt<br>Crude fat | FFA<br>FFA | Peroxidtal<br>Peroxide value | Ochratoksin<br>Ochratoxin |
|--------------------|----------------------------|------------|------------|---------------------|------------|------------------------------|---------------------------|
| Vægt v. 10 uger    | -0.12                      | -0.02      | -0.38      | 0.24                | -0.60      | -0.07                        | -0.90                     |
| Weight at 10 weeks | NS                         | NS         | NS         | NS                  | *          | NS                           | ***                       |
| Dgl. tilvækst      | -0.26                      | -0.18      | -0.38      | 0.42                | -0.64      | -0.14                        | -0.82                     |
| Daily gain         | NS                         | NS         | NS         | NS                  | **         | NS                           | ***                       |
| FES/gris           | -0.37                      | -0.27      | -0.44      | 0.47                | -0.72      | -0.19                        | -0.77                     |
| FUp/pig            | NS                         | NS         | NS         | NS                  | **         | NS                           | ***                       |
| FES/kg tilvækst    | -0.08                      | -0.11      | 0.21       | -0.11               | 0.33       | -0.12                        | 0.90                      |
| FUp/kg gain        | NS                         | NS         | NS         | NS                  | NS         | NS                           | ***                       |

Det ses af tabellen, at ochratoksin havde en stærk signifikant negativ indvirkning på grisenes produktionsresultater. FFA-tallet havde også negativ indflydelse på resultaterne om end noget mindre signifikant end ochratoksin. Der blev ikke fundet signifikante korrelationer mellem de øvrige analyser og produktionsresultaterne. En nærmere analyse af sammenhængene blev foretaget ved en multipel trinvis regressionsanalyse.

Følgende uafhængige variable indgik i modellen:

Ochratoksin (mg/kg tørstof), FFA (pct af fedt), peroxidtal (meq/kg fedt), DBC (mmol/kg tørstof) og TVN (mgN/100 g tørstof) samt en "dummy" variabel der angav forskellen mellem forsøg 4 og 5.

Regressionsanalysen gav følgende sammenhæng mellem produktionsegenskaber hos grisene og kemiske kvalitetsmål.

- 1) Vægt ved 10 uger, kg =  $23.3 - 4.3 \text{ ochratoksin} - 0.11 \text{ FFA}$   
 (S.E.) (0.5) (0.03)  
 med  $R^2 = 0.90$
- 2) FEs/gris =  $33.8 - 6.4 \text{ ochratoksin} - 0.20 \text{ FFA} - 2.9 \text{ dummy}$   
 (S.E.) (0.8) (0.05) (0.7)  
 med  $R^2 = 0.92$
- 3) Daglig tilvækst, g =  $464 - 131 \text{ ochratoksin} - 2.55 \text{ FFA} - 56.9 \text{ dummy}$   
 (S.E.) (13) (0.8) (12)  
 med  $R^2 = 0.93$
- 4) FEs/kg tilvækst =  $2.10 + 0.54 \text{ ochratoksin}$   
 (S.E.) (0.07)  
 med  $R^2 = 0.81$

Op til 93 pct. af variationen i materialet kunne forklares med en model, der indeholdt effekten af ochratoksin og FFA, samt en variabel der udtrykte forsøgsforskellen.

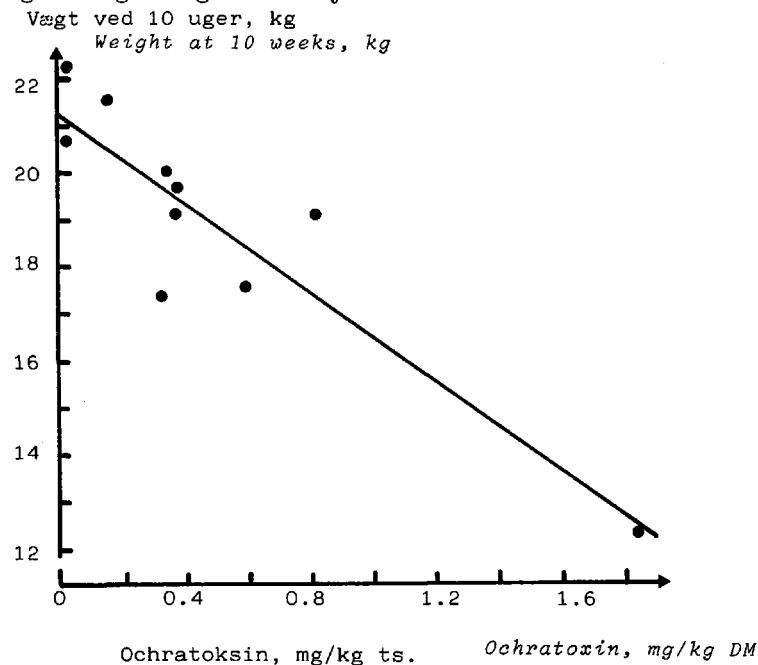
Forskellen i de to forsøg var signifikant for foderoptagelsen og for den daglige tilvækst, mens den ikke havde betydning for 10-ugers vægten og foderudnyttelsen.

Dette kan som tidligere nævnt være forårsaget af den forskellige fravænningsalder. Der blev ikke fundet vekselvirkning mellem "dummy" variablen og de øvrige, hvilket er et udtryk for at effekten af f.eks. ochratoksin er den samme i begge forsøg og forsøgsforskellen således kun er en niveau-forskel.

Ochratoksin havde meget tydelig negativ effekt på resultaterne. Indgik ochratoksin alene i modellerne 1, 2, 3 og 4 blev der dækket henholdsvis 82, 60, 67 og 81 pct. af totalvariationen.

Stigende FFA-tal havde negativ effekt på 10-ugers vægten, foderoptagelsen og tilvæksten mens foderudnyttelsen ikke blev signifikant påvirket.

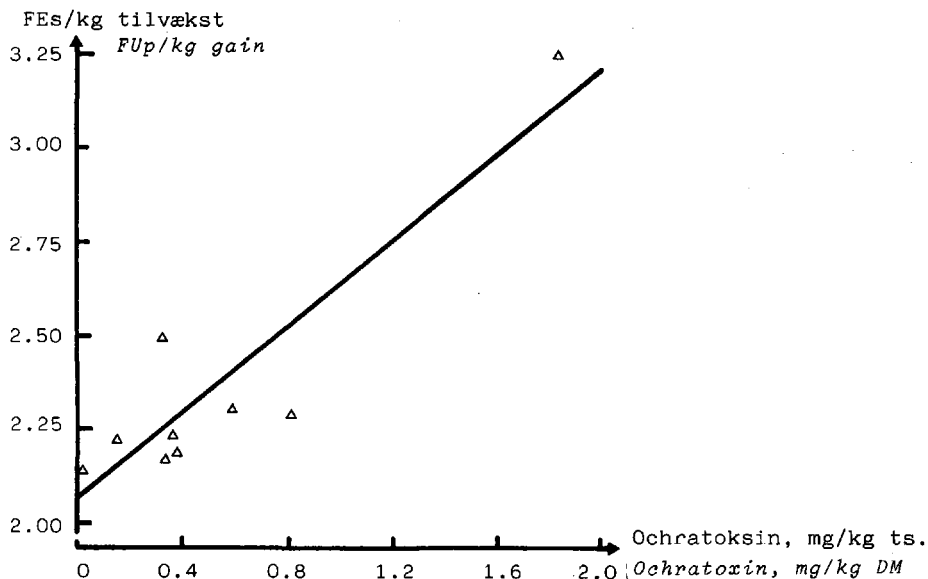
I figur 6.2 og 6.3 ses effekten af ochratoksin på henholdsvis 10-ugers vægten og foderudnyttelsen.



Figur 6.2. Effekt af ochratoksin i foder på grises 10 ugers vægt

Figure 6.2. Effect of ochratoxin in diet on weight at 10 weeks for piglets

I figurerne er kun vist de blandinger der indeholdt toksin. Derved blev materialet reduceret til 10 observationer imod 17 i totalmaterialet.



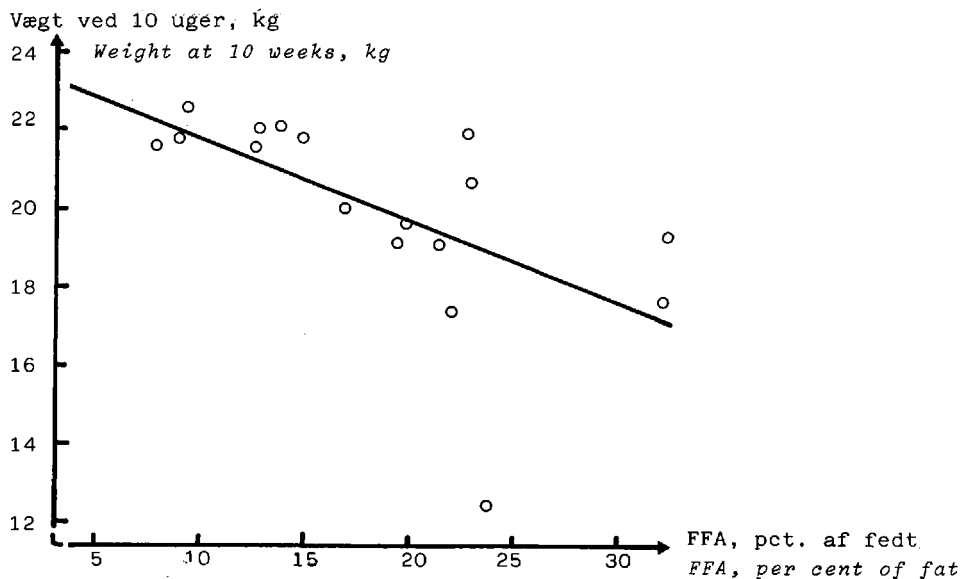
Figur 6.3. Effect af ochratoksin på grises foderudnyttelse

Figure 6.3. Effect of ochratoxin

Af de øvrige kvalitetstal havde kun FFA-tallet signifikant effekt på grisenes produktionsresultater i regressionsanalysen.

Sammenhængen mellem FFA-tallet og grisenes 10-ugers vægt er vist i figur 6.4.

Visse observationer afviger meget fra regressionslinien, f.eks den observation der med et FFA-tal på 24 giver en 10-ugers vægt på kun 12.5 kg. Dette skyldes dog det høje ochratoksinindhold i denne foderblanding.

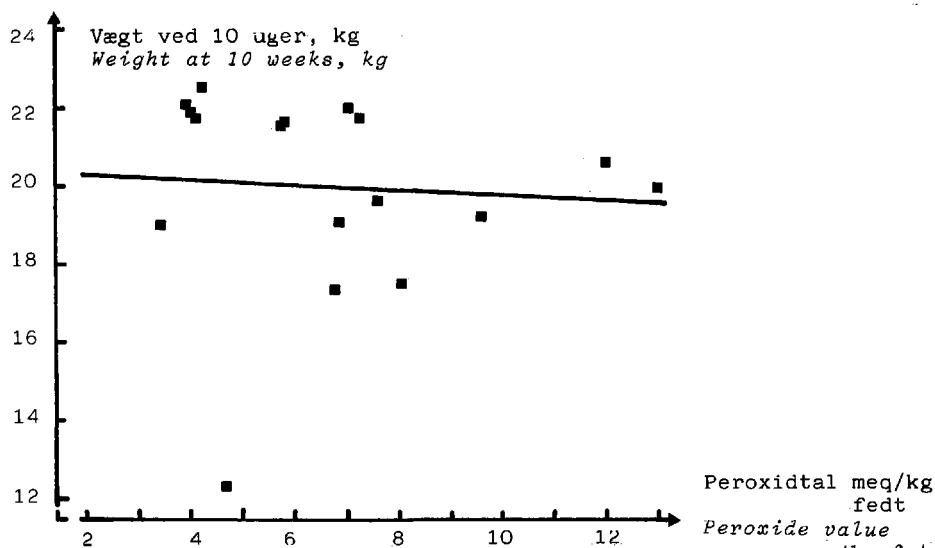


Figur 6.4. Effekt af FFA på grises 10-ugers vægt

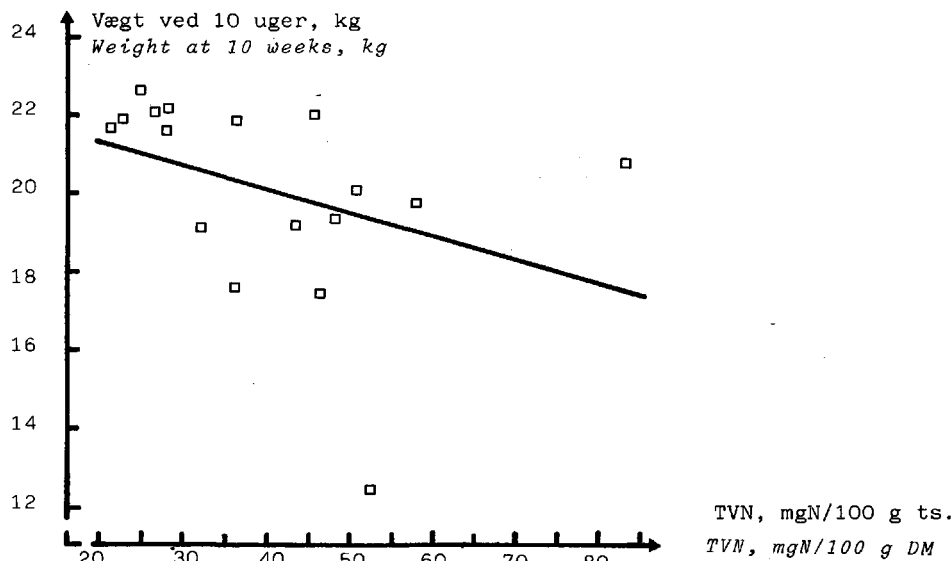
Figure 6.4. Effect of FFA on weight at 10 weeks for pigs

Ingen af de øvrige kvalitetstal havde signifikant sammenhæng med produktionsresultaterne.

I figur 6.5 ses sammenhængen mellem peroxidtallet og grisenes 10-ugers vægt. Regressionslinien er svagt faldende med stigende peroxidtal, men variationen omkring linien er for stor til at regressionen er signifikant. Det samme er tilfældet for TVN-tallet i figur 6.6.



Figur 6.5. Effekt af peroxidtal på grises 10-ugers vægt  
Figure 6.5. Effect of peroxid value on weight at 10 weeks for pigs



Figur 6.6. Effekt af TVN-tal på grises 10-ugers vægt  
Figure 6.6. Effect of TVN-value on weight at 10 weeks for pigs

### 6.3. Diskussion og konklusion af forsøg 4 og 5

I forsøg 4 og 5 blev der fundet tydelige forskelle på bygpartiernes kvalitet, både målt ved kemiske analyser og biologiske forsøg.

Da partierne var indsamlet fra besætninger, var det begrænset, hvor meget information der var tilgængelig angående byggens lagringsforhold. Det var dog et generelt indtryk, at partierne kom fra mindre besætninger med utilstrækkelige tørrings- og lagringsforhold.

De kemiske analyser antydede da også, at lagringsforholdene generelt havde været for dårlige. Der er god grund til at antage, at hovedårsagen til kvalitetsproblemerne var, at byggen var lagret med for højt vandindhold. I modsætning til de tidligere forsøg blev der i disse forsøg fundet toksiner i størstedelen af de anvendte partier.

Forsøgene med rotter og smågrise viste samstemmende, at der var store forskelle mellem de forskellige bygkvaliteter.

Slagteundersøgelserne på 10-ugers-grise viste, at en del fysiologiske og anatomiske forhold hos grisene blev påvirket af foderet. Hovedsagelig ochratoksin havde stor effekt.

Det blev fundet, at selvom smågrise blev fodret med toksinholdigt foder indtil 10 ugers alderen, var toksinet udskilt ved normal slagtevegt, hvis grisene blev fodret med normalt foder fra 10 uger til slagtning.

Sammenlignes beskrivelserne af fodringsproblemerne i besætningerne med resultaterne fra forsøgsstationen ses det, at de fleste bygpartier, der havde medført problemer i praksis, også gav dårlige resultater i rotte- og smågriseforsøget.

En multiple regressionsanalyse af sammenhængen mellem byggens kvalitetstal og rotternes vækstresultater viste, at ochratoksinindholdet i byggen havde en væsentlig virkning på resultaterne. Tilvæksten blev hæmmet på grund af lavere foderoptagelse med en dårligere foderudnyttelse til følge. Der blev observeret tydelige tegn på

nyreskader, og vandforbruget blev øget. Af de øvrige kvalitetsmål havde FFA-tallet en signifikant negativ virkning på tilvækst og foderudnyttelse.

Råprotein og råfedt havde positiv effekt på tilvækst, og DBC-tallet havde positiv virkning på foderudnyttelsen.

At råprotein, fedt og DBC-tallet viste sig at have positiv effekt på resultaterne, er formentlig fordi rotterne var fodret udelukkende med byg og derfor underforsynet med energi og protein. En stigning af fedt og protein i foderet medførte derfor en stigende vækst.

Resultaterne fra smågriseforsøgene viste i lighed med rotteforsøgene en meget stærk negativ effekt af ochratoksin på grisenes vækst.

Ochratoksins indflydelse på slagtesvin er påvist af flere (Krogh, 1979, Madsen 1980, Elling 1981), men smågriseforsøgene antydede, at effekten på smågrise tilsyneladende er væsentlig større end på slagtesvin. Vækstdepressionen og koncentrationen af ochratoksin i nyrerne var væsentlig større hos smågrisene end hvad der tidligere er fundet for slagtesvin, i relation til foderets indhold af toksin.

Af de øvrige kvalitetsmål havde kun FFA-tallet signifikant effekt på smågriseresultaterne. FFA-tallet var negativt korreleret med råfedt-indholdet ( $r = -0.52$ ). Hvis variabelen "råfedt" indgik i den multiple regressionsanalyse blev effekten af råfedt signifikant mens effekten af FFA forsvandt. Dette skyldes formentlig den høje korrelation mellem FFA og råfedt. Dette vanskeliggør fortolkningen af resultaterne, idet effekten på produktionsresultaterne således kan være forårsaget af både kvalitetsforhold og forhold der kan henføres til foderets sammensætning. F.eks. foderets energikoncentration.

Den mindre signifikans af FFA i smågriseforsøgene i forhold til rotteforsøgene kan muligvis også skyldes at smågrisene er mere optimalt fodret end rotterne, der ikke fik proteintilskud.

Da FFA principielt ikke i sig selv er skadelig, men mere udtrykker uheldige opøveforhold, kan det kun konkluderes, at der er

fundet negativ sammenhæng mellem FFA-tallet og smågriseresultaterne uden at årsagsforholdene har kunnet afklares.

TVN-tal og peroxidtal viste ikke signifikant effekt på produktionsresultaterne når resultaterne blev analyseret ved en multipel regressionsmetode.

Det skal dog tages i betragtning at det kan være vanskeligt på et så forholdsvis lille forsøgsmateriale at påvise små effekter af disse kvalitetsmål ved denne metode, især da et kvalitetsmål som ochratoksin dækker op til ca. 80 pct. af totalvariationen. Endvidere bør det nævnes at peroxidtallene generelt var relativt lave. Derfor kan det kun konkluderes at peroxidtallet i dette forsøgsmateriale, og i det fundne interval ikke har påvirket produktionsresultaterne signifikant.

Det er generelt vanskeligt at vurdere kvalitetsmålene ved hjælp af en statistisk analyse som regressionsanalysen, idet de fremkomne nedbrydningsstoffer hurtigt kan viderenedbrydes, det vil sige at lav værdi af kvalitetstallene godt kan betyde, at foderet er meget nedbrudt.

At lave værdier kan være udtryk for både god og dårlig kvalitet, medfører selvfølgelig, at der vil være en meget stor variation omkring regressionlinien, hvorved en eventuel sammenhæng mellem kvalitetsmål og produktionsresultatet skal være meget stor for at være signifikant

Det må dog være et krav til en kvalitetsanalyse, at det er muligt at skelne mellem effekten af store og små kvalitetstal. Derfor er det i den statistiske analyse, nødvendigt at se bort fra, at lave tal også kan være udtryk for dårlig kvalitet og det kan være rimeligt at opdele forsøgsmaterialet i to grupper med henholdsvis lave og høje tal. I et forsøg på at uddybe en eventuel effekt af TVN-tal, er der foretaget en sådan opdeling.

Grænsen mellem lave og høje værdier er valgt således at gennemsnittene af de to grupperes respons er så forskelligt som muligt, det vil

sige at der er så stor forskel i produktionsresultatet for de to grupper som muligt. En sådan fremgangsmåde kan diskuteres, idet grænseværdien burde vælges ud fra teoretiske betragtninger og ikke ud fra forsøgsmaterialets beskaffenhed.

Derfor er den valgte grænseværdi heller ikke udtryk for en generel biologisk norm, men kun for den bedst mulige opdeling i dette materiale. For TVN-tallet blev grænsen mellem lave og høje værdier sat til 40 mg N/100 g tørstof. Af figur 6.6 ses at 8 observationer havde høje TVN-værdier, mens 9 havde lave værdier.

Resultaterne blev korrigeret for ochratoksinindholdet ved at lade ochratoksin indgå som kovariat i en variansanalyse hvor forskellen i produktionsresultatet mellem de to grupper med lave og høje TVN-tal blev undersøgt.

I tabel 6.4 ses resultaterne vurderet efter denne metode.

Det ses at der ved denne metode blev fundet en signifikant forskel på grisenes 10-ugers vægt, mens der ikke blev fundet forskel på de øvrige egenskaber på 5 pct. niveauet.

Fortolkningen af denne analyse vanskeliggøres af at TVN-tallet og FFA-tallet er positivt korreleret ( $r = 0.57$ ). Det er derfor sandsynligt at dette er årsagen til, at TVN-tallet ikke havde nogen effekt i regressionsmetoden, hvor FFA-tallet også indgik i analysen, mens TVN-tallet ved denne metode viser signifikant effekt på 10-uger vægten.

Hvis FFA-tallet indgår som kovariat i variansanalysen i lighed med ochratoksin, forsvinder effekten af TVN-tallet. Det er derfor ikke muligt at afgøre årsagssammenhængen, men det kan blot konstateres at der kan skelnes mellem produktionsresultater fra grupper med henholdsvis lave og høje TVN-tal.

Det skal dog bemærkes, at denne metode bygger på valget af en grænseværdi som ikke nødvendigvis er af generel gyldighed.

Tabel 6.4. Produktionsresultater for grise grupperet efter  
TVN-værdi, korrigerede for ochratoxineffekt  
Table 6.4. Production results for pigs grouped according to  
TVN-value, corrected for the effect of ochratoxin

| Gruppe<br><i>Group</i>                                | TVN < 40 | TVN > 40 | P*   |
|-------------------------------------------------------|----------|----------|------|
| Antal observationer<br><i>No. of observations</i>     | 9        | 8        |      |
| TVN-tal, gns<br><i>TVN-value, av.</i>                 | 28.4     | 53.5     |      |
| Korrigerede gns.:<br><i>Corrected av.:</i>            |          |          |      |
| Vægt ved 10 uger, kg<br><i>Weight at 10 weeks, kg</i> | 20.7     | 19.4     | 0.02 |
| FES/gris<br><i>FUp/pig</i>                            | 27.8     | 25.5     | 0.09 |
| Daglig tilvækst, g<br><i>Daily gain, g</i>            | 367      | 330      | 0.10 |
| FES/kg tilvækst<br><i>FUp/kg gain</i>                 | 2.22     | 2.28     | 0.37 |

\*P = sandsynlighed for at grupperne er ens

P = probability for equal results

Sammenlignes resultater af rotteforsøgene med smågrise-forsøgene ses, at de fleste af de bygpartier, der gav rotterne problemer, også medførte lavere vækst hos smågrise. Korrelationen mellem rottetilvækst og smågrisenes 10-ugers-vægt var 0.66. I betragtning af at rotterne blev opfodret med ren byg og grisene med en foderblanding, og at rotteforsøget blev afsluttet 4-5 måneder før smågrise-forsøget, må en korrelation på 0.66 siges at være rimelig stor.

Der er næppe tvivl om, at de sammenfaldende resultater i rotte- og griseforsøg hovedsagelig skyldtes ochratoksin. Derfor vil ochratoksinanalysen ofte være relevant at foretage ved mistanke om foderproblemer med byg.

Analysen er imidlertid relativt dyr, så det blev undersøgt, om der var nogen sammenhæng mellem ochratoksin i foderet og de øvrige kvalitetsanalyser, som er noget billigere.

I de anvendte partier af byg og i de anvendte foderblandinger blev der ikke fundet signifikante korrelationer mellem ochratoksin og de øvrige mål.

Konklusionen på forsøg 4 og 5 er således, at hovedproblemet med bygkvalitet i smågriseforsøg var indholdet af ochratoksin.

FFA-tallet viste nogen negativ sammenhæng med smågriseresultaterne. Dette kvalitetskriterium er vanskeligt at anvende i praksis, fordi det endnu aldrig er påvist, at frie fedtsyrer skulle have nogen negativ effekt på foderværdien. Et højt FFA-tal kan derfor ikke tjene som bevis for dårlig foderkvalitet, men kan bestyrke en mistanke til foderet.

TVN-tallet viste kun ved en speciel følsom analyse sammenhæng med grisenes 10-ugers vægt. Det var ikke på baggrund af materialet muligt at påvise årsagssammenhænge.

Der er næppe tvivl om, at toksinproblemet bør tillægges den største vægt ved vurdering af korn-kvalitet i praksis, og der er god grund til at antage, at de fleste problemer i praksis skyldes toksiner.

Det er dog væsentligt at vurdere resultaterne ud fra den kendsgerning, at bygpartierne blev indsamlet på grundlag af problemer i praksis. Problemer forårsaget af ochratoksin er væsentligt nemmere at diagnosticere end problemer, der måtte være forårsaget af andre kvalitetsmål.

Symptomer som tørst, forøget uriner, fodervægning og utrivelighed

er tydelige tegn på ochratoksinforgiftning. Det tydeligste bevis for ochratoksinskader er dog misfarvning af nyrerne, hvilket kan medføre kassering af slagtekroppe.

Til trods for utrivelige grise i besætningerne blev mange besætningsejere først opmærksomme på problemerne, når de fik kasseret grise på slagteriet. Det er derfor tænkeligt, at mindre udtalte symptomer, som evt. kunne være opstået på grund af en ringe fedtkvalitet, er blevet overset.

Det er derfor vanskeligt at vurdere, om det indsamlede bygmateriale udgjorde et repræsentativt udsnit af dårlige kornkvaliteter.

Det er muligt, at de øvrige kvalitetsmål var blevet bedre belyst, hvis der havde været flere bygpartier uden ochratoksin til rådighed.

### KAPITEL III

#### 1. GENEREL DISKUSSION OG KONKLUSION

I forsøg 1, 2 og 3 blev effekten af byggen vandindhold undersøgt i kombination med bygsort, høstforhold og lagringstid. I forsøg 1 blev byggen lagret med højt vandindhold i en 8 ugers periode og i de 2 øvrige forsøg blev vandindholdt øget og lagringsperioden forlænget. Trods dette lykkedes det ikke at frembringe produktionsmæssige resultater i griseforsøgene, der afveg væsentligt fra det nedtørrede byg.

Adskillige kemiske analysemetoder blev anvendt for at belyse den kemiske nedbrydning af næringsstofferne i byg og foderblandinger. Både analyser af næringsstofsammensætningen og af nedbrydningsprodukter viste at lagring af byg med højt vandindhold fremmer den kemiske nedbrydning af kornet.

Jo højere vandindhold i byggen og jo længere lagringstid jo større forskelle mellem forsøgsbyggen og det tørrede kontrolbyg. Bygsort og høstforhold påvirkede ikke resultaterne. Analyse af kornets fedtsyre- og aminosyreindhold viste at lagring med højt vandindhold nedsatte indholdet af essentielle stoffer i kornet.

Der var en tendens til, at de umættede essentielle fedtsyrer linol- og linolensyre blev nedbrudt ved lagring. Principielt er dette uheldigt, da nedbrydningen af essentielle næringsstoffer medfører et foder af ringere værdi. Det er dog tvivlsomt, om den fundne tendens har nogen biologisk betydning. Kruse et al. (1977) påviste, at en reduktion i foderets linolsyreindhold til ca. 60% af indholdet i normale foderblandinger ikke havde nogen effekt på smågrisenes foderoptagelse og tilvækst.

Den fundne effekt af lagring og højt vandindhold på byggen indhold af essentielle fedtsyrer anses derfor ikke for at være af en væsentlig størrelsesorden.

Ved lagring af byg med højt vandindhold faldt lysinindholdet. Lysin er den først begrænsende aminosyre for grise, så en nedbrydning af denne aminosyre er meget uheldig.

Fordøjelighedsforsøg med grise i forsøg 3 viste da også, at byg med lavt lysinindhold gav lavere proteinaflejring end kontrolbyggen. Smågriseforsøget i forsøg 3 viste derimod ikke denne tendens, hvilket formentlig skyldes at grisene blev fodret efter ædelyst med en blanding med højt proteinindhold.

E-vitamin var meget følsom overfor lagringsforhold. E-vitaminindholdet faldt meget hurtigt i byg lagret med højt vandindhold. E-vitamin er et antioxidant som beskytter de umættede fedtsyrer mod nedbrydning. I normale foderblandinger tilsættes der E-vitamin i form af en vitaminblanding. Normalt indeholder denne blanding tilstrækkeligt E-vitamin til at dække dyrenes behov, således at byggen indhold af E-vitamin ikke tillægges afgørende betydning. I de omtalte forsøg var der ikke noget der tydede på mangel hos grisene forårsaget af nedbrydning af byggen E-vitamin.

De anvendte analysemetoder til vurdering af fedtkvaliteten (FFA- og peroxidtal) viste, at lagring af fugtig korn medførte høje FFA- og peroxidtal. I forsøg 1 med den 8 ugers lagringsperiode var denne effekt dog ikke særlig tydelig, men i forsøg 2, hvor lagringstiden var noget længere end i forsøg 1 var der tydelig forskel på FFA i henholdsvis tør og fugtig byg, mens der ikke var nogen stor forskel på peroxidtallet i tør og fugtig byg. I forsøg 3 var peroxidtallet meget højt i det meget fugtige bygparti. Også FFA-tallet var i dette parti højere end kontrolpartiet.

I dette forsøg var der også en stor forskel i bygpartiernes TVN-tal, med meget høj TVN-tal i partiet med højest vandindhold.

De tre første forsøg viste således at en række kemiske analysemetoder, som anvendes til måling af næringsstofindholdet i foderet og til kvalitetsvurdering, var i stand til at vise, hvilke partier der var lagret dårligt. Overraskende nok var størrelsen af

de anvendte kvalitetsmål kun væsentlig forskellig fra kontrolbyggen ved lagring med meget højt vandindhold.

I forbindelse med kvalitetsmålene blev der i indledningen omtalt anisidintallet. I de omtalte forsøg er anisidintallet ikke vist. I alle fem forsøg blev anisidintallet målt, men på grund af de meget svingende resultater for denne metode er resultaterne udeladt i tabellerne. Metoden anses således for ikke at være egnet til måling af fedtnedbrydningen i byg.

I forsøg 1, 2 og 3 blev der ikke fundet nogen effekt af de fundne forskelle i bygpartierne på smågrisenes produktionsresultater, der kunne tillægges en sundhedsmæssig kvalitetsforringelse.

Derimod var der en tendens til at grisene foretrak byg med et vandindhold på ca. 18-20%. Om dette skyldes det højere vandindhold i foderet, eller om der ved lagring med dette vandindhold fremkom nedbrydningsprodukter der stimulerede sødelysten, kan ikke afgøres.

I fodringsforsøgene blev der også påvist en negativ effekt af antioxidant (ethoxyquin) i foderblandingerne på grisenes foderoptagelse. Denne effekt er omtalt nærmere af Kjeldsen et al. (1982).

I forsøg 4 og 5 blev der i modsætning til de tre første forsøg fundet mycotoksiner. 26 ud af 39 undersøgte bygpartier indeholdt ochratoksin og 2 indeholdt zearalenon.

I fodringsforsøg med rotter og grise blev de indsamlede partier undersøgt.

Der blev påvist en signifikant negativ effekt af både højt indhold af ochratoksin og højt FFA-tal på produktionsresultaterne hos både rotter og smågrise. Virkningen af FFA var stor hos rotterne, som blev fodret med ren byg, mens virkningen var betydelig mindre hos smågrisene. Produktionsresultaterne for smågrise var i langt højere grad påvirket af foderets indhold af ochratoksin.

Højt ochratoksinindhold i byggen medførte en nedsat foderoptagelse og nedsat tilvækst kombineret med høj vandoptagelse. Forhold der tidligere er påvist af Madsen et al. (1982), Krogh et al. (1974). Slagteundersøgelser af 10-ugers grise viste at grise som blev fodret med højt ochratoksinindhold i foderet havde meget lyse nyrer. Ochratoksinkoncentrationen i nyrerne og vækstdepressionen hos smågrisene var noget større i relation til foderkoncentrationen, end hvad der tidligere er fundet for slagtesvin. (Krogh et al., 1974).

Fodring med normal byg fra 10 uger til slagtning viste, at nyrerne udskilte ochratoksinet og nyrefarven blev normal inden slagtning.

Ved analyse af en lang række biologiske undersøgelser på de slagtede dyr, blev der ikke fundet nogen væsentlig sammenhæng mellem de biologiske målinger og foderets øvrige kvalitetstal.

I to partier blev der fundet zearalenon og kun det ene parti indeholdt mængder af betydning. Dette bygparti medførte tydelige skedehævelser hos sogrisene. Dette er ligeledes fundet af Young et al. (1981) i forsøg med muggen majs.

Generelt kan det af de fem forsøg konkluderes, at der især i forsøg 4 og 5, hvor byggen indeholdt mycotoksiner var produktionsmæssige problemer hos smågrisene. FFA-tallet viste i disse tilfælde også negativ sammenhæng med produktionsresultaterne. I de øvrige forsøg hvor byggen ikke indeholdt toksiner, blev der ikke fundet nogen entydig effekt af FFA, peroxidtal og TVN.

Dette kan muligvis skyldes, at der var forskelle på det hjemmeavlede byg (forsøg 1, 2 og 3) og det indkøbte (forsøg 4 og 5), som medførte forskellige reaktioner hos forsøgsdyrene i de fem forsøg. F.eks. oversteg FFA-tallet i bygpartierne i de tre første forsøg ikke 10, mens en trediedel af partierne i de to sidste forsøg var 10-75.

Der var dog ikke væsentlige forskelle på foderblandingerne mellem de forskellige forsøg.

De højeste FFA og peroxidtal der blev fundet i smågriseblandingerne

var henholdsvis ca. 25-30 og 10-13. Værdier på disse niveauer blev fundet i alle forsøgene. Det vil sige at foderblandingerne i de 3 første forsøg ikke har adskilt sig væsentligt fra foderblandingerne i forsøg 4 og 5, hvis FFA-tallet og peroxidtallet anvendes som vurderingsgrundlag. Der var således ingen grund til at antage at foderet i forsøg 1, 2 og 3 har været for godt, og at dette skulle være årsagen til de udeblevne effekter.

Den største forskel på de tre første forsøg og de to sidste forsøg var således især ochratoksinindholdet i foderet, og det er rimeligt at konkludere at dette er den væsentligste årsag til forskelle i produktionsresultaterne.

FFA- og tildels TVN-tallet viste nogen sammenhæng med produktionsresultaterne i de to sidste forsøg, og det kan diskuteres hvorfor der ikke var nogen tydelig effekt af disse kvalitetsmål i de første tre forsøg, hvor der ikke forekom ochratoksin.

Dette kan skyldes, at tallene ikke i sig selv er udtryk for specifikke toksiske stoffer (som f.eks. ochratoksinanalysen er). Der forekommer også ofte korrelationer til andre kvalitetsmål, hvilket komplicerer fortolkningen.

Sammenhænge mellem sådanne kvalitetstal og biologiske resultater kan således være meget afhængig af det anvendte materiale og derfor kan konklusionerne være meget vanskelige.

Flere undersøgelser har da også vist, at det kan være vanskeligt at finde generelle sammenhænge mellem kvalitetsmål og fodringsresultater.

Wulff og Hansen (1970) udførte et forsøg med slagtesvin hvor foderet indeholdt forskellige mængder frisk og harsk fedt fra kødbenmel. Det harske fedt havde peroxidtal på 314. Der blev ikke fundet nogen negativ effekt af det harske fedt. Thode Jensen et al. (1983) undersøgte effekten af foder, indeholdende stærkt oxideret fedt, på smågrise og fandt heller ingen negativ virkning af det oxiderede fedt. Gjefsen og Lysø (1979) undersøgte effekten af foder,

indeholdende fiskeolier med højt FFA-tal uden at kunne påvirke grisenes produktionsresultater. L'Estrange et al. (1967) anvendte stærkt oxideret kødbenmel i foderblandinger til smågrise uden effekt til trods for meget høje peroxidtal i foderet. Petterson (1973) lagrede foderblandinger i op til 4 måneder, men til trods for høje FFA-tal fandtes der ingen effekt på slagtesvin.

De anvendte metoder til måling af fedtkvaliteten (FFA- og peroxid-tal) er således vanskelige generelt at forbinde med biologiske resultater i svineforsøg.

Landsudvalget for Svineavl og Produktion har i tre undersøgelser forsøgt at finde sammenhæng mellem foderets kvalitet og produktionsresultater i en række svinebesætninger.

I den første undersøgelse (Landsudvalget, 1977) blev der fundet en sammenhæng mellem foderets FFA-tal og smågrisedødeligheden. FFA-tallet havde også negativ virkning på udsætningsprocenten hos slagtesvin. Stigende TVN-tal i foderet blev påvist at nedsætte slagtesvins tilvækst. Peroxidtallet indgik ikke i denne undersøgelse.

I den anden tilsvarende undersøgelse (Landsudvalget, 1978) blev der fundet tendenser til at stigende FFA-tal nedsatte slagtesvins tilvækst, forringede foderudnyttelsen og øgede udsætterprocenten. Peroxidtal og TVN-tal blev ikke målt.

I den sidste undersøgelse (Landsudvalget, 1980) blev der ikke fundet nogen effekt af FFA-, peroxid-, anisidin- og TVN-tal på smågriseresultaterne. Der blev konkluderet at årsagen til dette var den stigende udbredning af tilsætning af antioxidant i foderet, hvorved harskningsprocesserne blokeres.

Det er vanskeligt at sammenligne undersøgelser af fabriksfremstillet foder med forsøg med ren byg, idet der under den tekniske forarbejdning af foderet muligvis kan forekomme processer i foderet der ikke forekommer i byg.

Årsagen til at der i Landsudvalgets tre undersøgelser blev fundet

visse sammenhænge mellem kvalitetsmål og produktionsresultater kan være at der ved disse forarbejdningsprocesser fremkommer skadelige nedbrydningsprodukter sideløbende med de stoffer der måles ved de anvendte målemetoder. Det er blot ikke disse skadelige produkter man måler ved de anvendte metoder. Hvis korrelationen mellem disse skadelige stoffer og de aktuelle kvalitetsmål var tilstrækkelig høj, gjorde det heller ikke noget at metoderne ikke måler de skadelige stoffer. De omtalte forsøg med oxiderede fodermidler, og de nærværende forsøg med byg viser imidlertid at sådanne korrelationer ikke er generelt forekommende. Det er derfor ikke muligt ved hjælp af disse kvalitetsanalyser at få et entydigt billede af foderets sundhedsmæssige værdi. Ved vurdering af bygkvaliteten er det især mycotoksinanalyser der må anses for at være relevant ved vurdering af den sundhedsmæssige kvalitet.

Bygforsøgene har imidlertid vist, at FFA, peroxidtal og TVN kan anvendes ved vurdering af lagringsforholdene. Forsøgene viste, at kvalitetsanalyserne kan anvendes til bedømmelse af foderets behandling, mens den direkte kvalitetsmæssige vurdering af smågrisefoder ved hjælp af disse metoder er vanskelig.

Metoderne bør således især anvendes til styring af foderproduktionen.

LITTERATUR

- Eggum, B.O., 1973. A study of certain factors influencing protein utilization in rats and pigs. 406. Beretning. Statens Husdyrbrugsforsøg.
- Elling, F., 1981. Ochratoxin A -induced porcine nephropathy: Structural changes and pathogenesis. DSR Forlag. København. pp 32.
- Gjefsen, T. and A. Lysø, 1979. Hydrogenated marine fat with high content of free fatty acids in feed mixtures for growing - finishing pigs. Acta Agric Scand. 29, 65-70.
- Jacobsen, E.E. 1979. Kemiske metoder til kontrol af foderkvalitet. Tidsskrift for landøkonomi 166, 105-115.
- Just, A., H. Jørgensen, J.A. Fernandez, S. Bech-Andersen & N. Enggård Hansen 1983. Forskellige foderstoffers kemiske sammensætning, fordøjelighed, energi- og proteinværdi til svin. 556. Beretning. Statens Husdyrbrugsforsøg.
- Kjeldsen, N., V. Danielsen & H.E. Nielsen, 1982. Antioxidanters indflydelse på ædelyst og tilvækst hos smågrise. 417. Medd. Statens Husdyrbrugsforsøg.
- Krogh, P. 1978. Causal associations of mycotoxic nephropathy. Acta. Path. Mikr. Scand. Sec. A Supl. no. 269.
- Krogh, P., 1979. Ochratoxin, Kontamination af foderstoffer, porcine nefropati. Veje til begrænsning af tab. Dansk Vet. Tidsskr. 62, 617-625.
- Krogh, P., N.H. Axelsen, F. Elling, N. Gyrd-Hansen, B. Hald, J. Hyldgård-Jensen, A.E. Larsen, A. Madsen, H.P. Mortensen, T. Møller, O.K. Pedersen, U. Ravnkov, M. Rostgård & O. Ålund. 1974. Experimental porcine nephropathy. Acta Path. Mikr. Scand. Sec. A. Supl. no. 246.

- Kruse, P.E., V. Danielsen, H.E. Nielsen & K. Christensen, 1977. The influence of different dietary levels of linoleic acid on reproductive performance and fatty acid composition of milk fat and plasma lipids in pigs. *Acta Agric. Scand.* 27. 289-296.
- Landsudvalget, 1977. Foderets sundhedsmæssige kvalitet og svineproduktion. Landsudvalget for Svineavl og -Produktion. København pp 63.
- Landsudvalget, 1978. Rapport II om foderkvalitet og svineproduktion. Landsudvalget for Svineavl og -Produktion. København, pp 37.
- Landsudvalget, 1980. Rapport III om foderkvalitet og svineproduktion. Landsudvalget for Svineavl og -Produktion. København, pp 20.
- L'Estrange, J.L., K.J. Carpenter, C.H. Lea & Z.J. Parr., 1967, Nutritional effects of antioxidized fats in animal diets. *Br. J.Nutr.* 21, 377-390.
- Madsen, A. 1980. Ochratoxin A. A mycotoxin in feeds and pigs. *Pigs News and Information.* 1, 335-338.
- Madsen, A., H.P. Mortensen & B. Hald. 1982. Feeding experiments with ochratoxin A contaminated barley for bacon pigs. *Acta Agric. Scand.* 32, 225-239.
- Nielsen, H.E., V. Danielsen, B. Laursen, F. Linnemann & V. Ruby. 1976. Fodringsforsøg med tidligt fravænnede grise. 433. Beretning. Statens Husdyrbrugsforsøg.
- Pettersson, A. 1973. Effect of storage on value of feed mixtures containing animal fat for bacon pigs. *Swedish J. Agric. Res.* 3, 31-33.

Skovmand-Rasmussen, P. 1978. Fedt i foder -en oversigt. 86. Beretning. Bioteknisk Institut, Kolding.

Szebiotko, K. m.fl., 1980: Investigations on methods of detoxification of food and feed products containing mycotoxins (ochratoxins). Final technical report, Division of food biochemistry and technology, Department of agricultural and food technology, Agricultural University of Poznan, Poland, 98 sider, ill.

Thode Jensen, P., H.E. Nielsen, V. Danielsen & T. Leth, 1983. Effect of dietary fat quality and vitamin E on the antioxidant potential of pigs. Acta Vet. Scand. 24, 135-147.

Wulff J. & V. Hansen, 1970. Stigende mængder frisk eller harsk fedt i kødbenmel. Landøkonomisk Forsøgslaboratoriums årbog 58-64.

Young, L.G., R.F. Vesonder, H.S. Funnell, I. Simons & B. Wilcoek 1981. Moldy corn in diets on swine. Jour. of Anim. Sci. 52, 1312-1318.

## APPENDIX A

### METODER

#### Vand

Vandbestemmelsen er foretaget efter FHI-metoden, der adskiller sig fra andre metoder til vandbestemmelse i korn og foderstoffer ved, at prøven først formales efter afvejning. Herved indgår eventuelt vandtab ved formalingen i analyseresultatet som normal vandafdamning i tørreskab (Jacobsen, 1975).

#### Råprotein

Råproteinindhold blev bestemt ved analyse på Kjelfoss (AACC, 1969a). Råprotein ( $N \times 6,25$ ) fortæller imidlertid ikke noget om kornets proteinkvalitet. Som mål for proteinkvaliteten er der anvendt farvebindingskapacitet (DBC) og indhold af flygtige kvælstofforbindelser (TVN).

#### Farvebindingskapacitet (DBC)

Ved farvebindingskapacitet forstås den mængde af farvestoffet "acid orange 12", som prøven, hovedsagelig de basiske aminosyrer, lysin, arginin og histidin, binder og bundfælder under standardiserede reaktionsbetingelser.

Metoden måler i princippet indholdet af tilgængelige, basiske aminosyrer i intakt protein. Da det mængdemæssige forhold mellem basiske aminosyrer og andre aminosyrer i sunde fodermidlers protein er nogenlunde konstant, fås der et udtryk for foderets indhold af fordøjeligt renprotein. DBC-metoden måler ikke de frie aminosyrer, herunder syntetiske aminosyrer, og vil derfor have en tendens til at undervurdere proteinindholdet.

Når DBC, som i de her udførte analyser, udtrykkes i forhold til råproteinindholdet (farvebindingskapacitet  $\text{mMol}/16 \text{ g N}$ ), bliver det et kvalitetsmål for proteinet. DBC ( $\text{mMol}/16 \text{ g N}$ ), er således lavere for byg end for foderblandingerne iblandet sojaskrå, der har et højt indhold af lysin (Jacobsen, 1976).

### Flygtige kvælstofforbindelser (TVN)

Flygtige kvælstofforbindelser er bestemt ved ekstraktion og mikrodifusion efter modificeret EF-metode, (EF, 1971). Til forskel fra EF-metoden foretages titreringen som en pH-måling i stedet for ved titrering. Det giver en mere nøjagtig bestemmelse af TVN, når der som ved foderstoffer kun er et lille indhold. Ved nedbrydning øges proteinets indhold af flygtige kvælstofforbindelser (TVN, N % af total N). Det ønskes lavest muligt, og ligger for gode, sunde råvarer på et meget lavt niveau.

### Råfedt

Feddets ekstraheres med perchlorethylen i en Foss-let reaktor, og fedtprocenten måles i et Foss-let apparat (AOAC 1976).

### Frie fedtsyrer (FFA % af fedt)

Vegetabilsk fedt består hovedsagelig af triglycerider og kun en mindre mængde frie fedtsyrer af forskellig kædelængde.

De til glycerin forestrede fedtsyrer kan via enzymatiske processer eller oxidation fraspaltes som frie fedtsyrer. Disse frie fedtsyrer og øvrige lipider ekstraheres med et organisk opløsningsmiddel, og mængden af FFA i ekstraktet bestemmes ved titrering med NaOH. Den fundne mængde frie fedtsyrer beregnes som oliesyre og udtrykkes som procent af den ekstraherede råfedtmængde. Ved ekstraktion ekstraheres propionsyre også, og analysen giver derfor meget høje værdier for propionsyrebehandlet korn (Jacobsen, 1976 a).

### Peroxidtal, Ferro-metode

Peroxidtallet angiver mængden af hydroperoxider i foderets fedtfraktion. Det er hovedsagelig umættede frie fedtsyrer, der er udsat for oxidation, men også triglycerider kan oxideres. Enheden er meq O /kg fedt. Milli-ækvivalenterne henviser til mængden af oxiderede ferro-til ferri-ioner af tilstedeværende hydroperoxidgrupper.

Grundet peroxidernes reaktivitet kan en prøve, der er kraftigt oxideret, godt have et lavt eller normalt peroxidtal, fordi hydroperoxiderne har reageret videre. De nedbrydes også hurtigt i dagslys, og analysen gennemføres derfor i laboratorier oplyst af Na-lamper og

beskyttet mod UV-lys. Ved måling af hydroperoxiderne udnytter man deres oxiderende egenskaber, dvs. oxidation af Fe (2) fulgt af spektrofotometrisk bestemmelse af  $\text{Fe}(\text{SCN})_3$  (Stine et al., 1954).

#### Anisidintal

Nogle af hydroperoxidernes nedbrydningsprodukter er aldehydforbindelser. Disse danner sammen med p-anisidin et gult farvestof. Farveintensiteten afhænger af aldehydernes struktur og er således 4-5 gange større, hvis nabokulstofatomet til aldehydkulstofatomet har en dobbeltbinding. Ligesom ved peroxidtallet kan lyspåvirkning forstyrre analysen, idet peroxidnedbrydningen giver flere aldehydforbindelser. Anisidintallet i olie eller fedt defineres som 100 gange absorptionsen målt i 1 cm kuvette af den opløsning, der fremkommer ved reaktion med 1 g olie i 100 ml af en blanding af opløsningsmiddel og reagens (List et al., 1974).

Før alle fedtkvalitetsanalyserne gælder det, at der i januar 1981 har været et skift af ekstraktionsmiddel til toluen. Før januar 1981 blev der som ekstraktionsmiddel anvendt perchlorethylen til FFA-, benzen til peroxid- og isooktan ved anisidinanalyse. Endringen blev gennemført bl.a. for at fjerne det kræftfremkaldende benzen fra laboratoriemiljøet. En større undersøgelse (Blaabjerg og Skov Larsen, 1980) viste, at analyseresultaterne var næsten upåvirkede af ændringen.

#### E-vitamin (Alfa-tokoferol)

E-vitamin-bestemmelsen foretages ved højtrykssvæskrokromatografi (HPLC). Fremgangsmåden er, at fedtet ekstraheres med perchlorethylen. Efter inddampning opløses fedtet i methanol og bestemmes ved højtrykssvæskrokromatografi (HPLC = High-pressure-liquid-chromatografi). Analysen gælder kun alfa-tokoferol og omfatter ikke de øvrige tokoferoler og tokotrienoler.

## Toksiner

### Ochratoksin og zearalenon

Ved bestemmelse foretages der først en ekstraktion med methanol/vand. Adskillelse og identifikation af toksinerne foretages derefter ved tyndtlagskromatografi. Mængderne bestemmes ved vurdering af TLC-pladen i ultraviolet lys. Pletternes størrelse og intensitet sammenlignes med pletter fra rene toksiner og kendte mængder.

### Kimtal

Bakterieantal. Total kim på kød-pepton-agar pr. g prøve blev bestemt efter NMKL (1972).

Gær- og skimmelsvampeantal pr. g prøve blev bestemt efter AACC (1969 b).

Hæmolyserende bakterier og bacillus cereus, total kim på blodagar pr. g prøve blev bestemt efter NMKL (1968).

## Litteratur vedr. Appendix A

AACC, 1969 a: Crude protein-automated Kjeld-foss method. Approved Methods of the American Association of the Cereal Chemists Method 46-08.

AACC, 1969 b: Mould and yeast counts. Approved Methods of the American Association of the Cereal Chemists Method 42-50.

Jacobsen, E.E., 1975 a: The FHI-method for moisture determination in cereals and feedstuffs. Cereal Chemistry 52 (5): 740-741.

Jacobsen, E.E., 1976 a: Hurtig metode til bestemmelse af frie fedtsyrer i foderstoffer. Ugeskrift for agronomer, hortonomer, forstkandidater og licentiater, 1976 nr. 30/31: 610-612.

Jacobsen, E.E., 1976 b: Farvebindingsmetoden, om analysemetodens egnethed til måling af foderstoffers proteinværdi. Ugeskrift for agronomer, hortonomer, forstkandidater og licentiater (2): 474-479.

EF, 1971: Kommissionens andet direktiv af november 1971 om fastsættelse af fællesskabsanalysemetoder til officiel kontrol af foderstoffer (71(393/EØF). De europæiske fællesskabers tidende nr. L 279/7: 861-863.

List, G.R. et al., 1974: Oxidation and quality of soybean oil: A preliminary study of the anisidine test. Journal of the American oil chemist's society 51: 17-21.

Stine, C.M. et al., 1954: A modified peroxide test for detection of lipid oxidation in dairy products. Journal of dairy science 37: 202-208.

AOAC, 1976: Changes in Official Methods of Analysis. Apparatur and Reagents, Journ. Association of Official Analytical Chemists, vol. 59, nr. 2: 469.

NMKL, 1968: Bestemmelse av bacillus cereus i naringsmidler. Nordisk Metodik-komite for Livsmedel, blad nr. 67, 4 sider.

NMKL, 1972: Totalantalet bakterier. Bedomning i kott og kottvaror som icke behandlats genom saltning, rokning eller dylikt. Nordisk Metodik-komit` for Livsmedel, blad nr. 86.

Blaabjerg, J. og Skov Larsen, Chr., 1980: Analysemetoder for fedtharskning. Meddelelse fra Afd. for Foderstofteknologi, Bioteknisk Institut, nr. 2: 39-54.

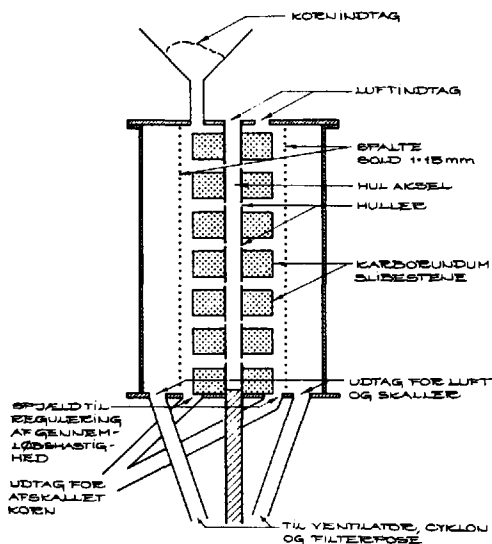
## APPENDIX B

### Ochratoksin i byg - rensning, afskalning

Som supplement til forsøgsprogrammet 1981 blev der gennemført en mindre undersøgelse over fordelingen af ochratoksin i byg. Det praktiske formål med undersøgelsen var at anvise en metode til afgiftning af byg ved mekanisk frasortering af urenheder og skaller m.m., forudsat ochratoksin var koncentreret i de ydre dele af bygkernerne.

Forsøgsmaterialet var begrænset til to bygprøver (nr. 6 og 11) fra forsøg nr. 4, 1980. Ochratoksinindholdet var henholdsvis 0,7 og 7,0 mg/kg. De to prøver blev først rensset effektivt på en vindsigte, som gav tre fraktioner - støv og skaller, små lette kerner og renvare. De to renvarer blev derefter afskallet og poleret på en vertikal afskaller hos Schule GmbH i Hamborg (se figur 1). Renvaren blev kørt gennem afskalleren to gange, således at hver renvare blev separeret i tre fraktioner - to skalfraktioner og polerede kerner. Hver prøve blev således delt i fem fraktioner, som alle blev analyseret for ochratoksin.

Resultaterne ses i tabel 1, som viser fraktionernes størrelse kumuleret, koncentrationen af ochratoksin i hver fraktion samt frasepareret ochratoksin kumuleret og angivet i procent af mængden i den oprindelige prøve. De to første fraktioner, frarensningen, udgjorde henholdsvis 7.8 og 3.6 procent af prøvernes vægt, men indeholdt ca. 17 procent af ochratoksinet. Koncentrationen af ochratoksin var betydeligt højere i frarensningen end i renvaren. De to bygprøver var meget forskellige. Byg 6 var ret normal af udseende og havde hårde, pæne kerner, mens kernerne i byg 11 var svampede og porøse. Den mekaniske behandling i afskalleren fjernede derfor mere materiale fra byg 11 end fra byg 6. Efter første afskalning var kernerne i begge prøver dog stadig gullige, mens de efter anden afskalning var næsten hvide. Både skal og aleuronceller var fjernet.



Figur 1. Vertikal afskaller til afskalning og polering af byg.

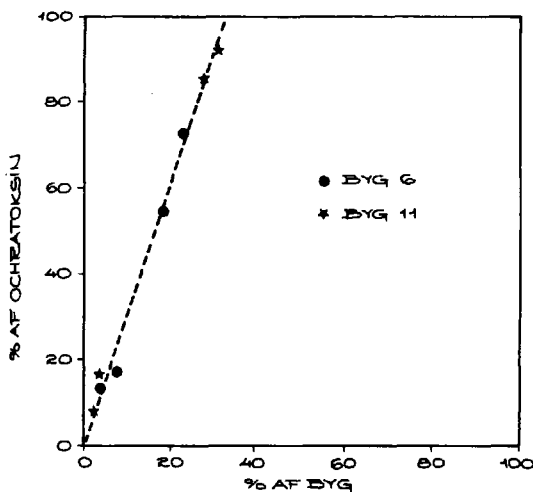
Figure 1. Vertical decorticator for decortivating and polishing barley

Tabel 1. Fordeling af ochratoksin i forskellige lag af bygkernen.

Table 1. Distribution of ochratoxin in differing layers of the barley grain

|                      | Byg 6    |             |          | Byg 11   |             |          |
|----------------------|----------|-------------|----------|----------|-------------|----------|
|                      | Vare     | Ochratoksin |          | Vare     | Ochratoksin |          |
|                      | % kumul. | mg/kg       | % kumul. | % kumul. | mg/kg       | % kumul. |
| Støv og løse skaller | 3,7      | 3,7         | 13,1     | 2,2      | 20,6        | 8,0      |
| Små kerner           | 7,8      | 1,0         | 17,0     | 3,6      | 34,4        | 16,5     |
| 1. afskalning        | 18,3     | 3,7         | 54,2     | 27,2     | 16,5        | 85,2     |
| 2. afskalning        | 22,9     | 4,1         | 72,4     | 30,6     | 11,0        | 91,8     |
| Polerede kerner      | 100,0    | 0,3         | 100,0    | 100,0    | 0,7         | 100,0    |
| Råvare               |          | 0,7         |          |          | 7,0         |          |

Analyseresultaterne viser tydeligt, at ochratoksinet er koncentreret i de ydre lag af kernerne. Figur 2 viser de kumulerede procenter af fjernet ochratoksin som funktion af afskalningsprocenterne. Den viser for begge prøver, at over 90 procent af ochratoksinet kan fjernes ved afskalning og fraseparation af 30 procent af byggen. Dette resultat er i god overensstemmelse med tidligere undersøgelser (Szebiotko m.fl., 1980), som angiver, at 70-90 procent af ochratoksin i byg kan fjernes ved polering af kernerne.



Figur 2. Kumuleret procent af ochratoksin som funktion af afskalningsprocenten

Figure 2. Cumulated per cent of ochratoxin as a function of per cent of decortication

Procesomkostningerne vil dog sandsynligvis være for store til at afgiftning af byg ved afskalning og polering vil være økonomisk attraktiv. Desuden vil restkoncentrationen af ochratoksin i den polerede byg ofte blive højere end acceptabelt i svinefoder. Bygpartier med ochratoksin kan sikkert med større fordel anvendes til indblanding i små mængder i foder til fedekvæg. Ochratoksin A omdannes i vommen til det langt mindre giftige ochratoksin  $\alpha$  og skader tilsyneladende ikke dyrene.