

## Fraktionering af grønafgrøder ved udpresning af saft og konservering af pressede afgrøder og saft

### I. Ensilering af pressede afgrøder

*Fractionation of green crops and preservation of pressed crops and juice  
I. Ensiling of pressed crops*

E. J. Nørgaard Pedersen og Norman Witt

J. Mortensen og Chr. Sørensen

### INDHOLDSFORTEGNELSE

	Side
Forord .....	265
Resumé .....	268
Summary .....	269
Indledning .....	269
Forsøgsplaner .....	270
Teknik .....	270
Analyser .....	272
Resultater .....	274
Omsætning af kvælstofholdige forbindelser ved ensilering .....	279
Indledning .....	279
Resultater .....	281
Diskussion og konklusion .....	288
Litteratur .....	292

#### Forord

Den globale proteinmangel, der bl.a. har medført en stigende udnyttelse af planteprotein, især soyabønneprotein, til direkte human konsum, har medført risiko for mangel på protein til husdyrfoder.

Det bliver hermed rimeligt at undersøge, hvilke muligheder, der er for hel eller delvis selvforsyning med foderprotein. En nærliggende mulighed er dyrkning af, hvad der traditionelt kaldes proteinplanter, dvs. ærter, hestebønner, raps etc. Disse afgrøder er imidlertid ikke karakteriseret ved en høj

proteinproduktion, men blot ved at tørstoffet har en høj proteinkoncentration. En anden mulighed er at forøge traditionelle foderplanters proteinproducerende evne ved forædling, og med henblik herpå er udført et stort arbejde med byg, f.eks. ved Risø og ved Landbohøjskolens afdeling for plantekultur.

Som proteinproducenter ligger græsmarksafgrøder imidlertid i særklasse, idet en god kløvergræsafgrøde uden kvælstofgødskning kan producere over 2000 kg råprotein pr. år, og gødes med kvælstof, kan råproteinudbyttet forøges til over 2500 kg (*Nørgaard Pedersen & Møller, 1976*). Hvilken proteinproduktion, der under danske forhold kan opnås i rent græs, er uvist, idet der kun i tørkeårene 1975 og 1976 er udført forsøg med henblik på maksimering af råproteinudbyttet. I disse år blev råproteinudbyttet, ved tilførsel af 1000 kg kvælstof pr. ha, henholdsvis 2400 og 1950 kg pr. ha. Efter afslutningen af disse forsøg erkendtes det, at kvælstoffordelingen til slættene havde været meget uhensigtsmæssig, og det kan skønnes, at de samme udbytter kunne have været opnået ved tilførsel af 500–700 kg kvælstof pr. ha mere hensigtsmæssigt fordelt (*Nørgaard Pedersen & Witt, 1980*). Det synes ikke urealistisk at forvente, at der i mere normale år vil kunne opnås ca. 50 pct. højere udbytter, altså mellem 3000 og 4000 kg pr. ha. Råproteinudbytter på dette niveau er opnået i hollandske forsøg (*van Steenbergen, 1977*).

Der kan altså produceres meget store mængder protein i en græsmark. En effektiv udnyttelse af de store mængder protein er imidlertid et stort problem. Tilføres en græsmark den mængde kvælstofgødning, som er optimal vurderet blot ud fra foderenhedsproduktionen, vil afgrødens råproteinindhold oftest være højere end ønskeligt for den produktion, den er bestemt for (*Nørgaard Pedersen & Witt, 1980*). Et for højt råproteinindhold (af rationelt gødede græsmarker) er især et problem, hvis afgrøden høstes tidligt, som ved afgræsning. I lande, hvor kvægbruget væsentligst er baseret på græsproduktion, er proteinspildet meget stort. I Holland regnes således med, at en malkeko i græsningsperioden dagligt indtager 1,0–1,5 kg protein mere end nødvendigt, og overforbruget af protein ved afgræsning skønnes at være af samme størrelse som Hollands totale import af soyabønneprotein (*Kemp et al., 1979*).

Overforbruget af protein kan imødegås ved at supplere det proteinrige græs med proteinfattigt foder, roer, korn etc. En anden mulighed er at fjerne overskudsproteinet fra græsafgrøden før opføringen. Ved udpresning af saft kan græsafgrøden fraktioneres i en proteinrig saft og en mindre proteinrig presserest. Saften, der er praktisk taget træstoffri, kan udnyttes som proteinfoder til svin, høns eller kvæg. Presseresten vil være velegnet som grovfoder for kvæg, idet den vil have et mere passende råproteinindhold end den oprindelige afgrøde og – hvis afgrøden er af god kvalitet – et tilstrækkelig højt indhold af nettoenergi. Af den udpresede saft kan også vindes et proteinprodukt, som er så rent, at det vil være anvendeligt til direkte human konsum på samme måde som soyabønneprotein.

Forskningsarbejde med henblik på at udvinde protein af græsmarksplanter begyndte for mere end 50 år siden. I England blev der i de første krigsår, da faren for fødevaremangel var overhængende, startet et forskningsarbejde med henblik på at udvikle metoder til udvinding af protein til menneskeføde af grønne planter. Dette forskningsarbejde gik dog delvis i stå, da forsyningssituationen lettede. En oversigt over aspekterne ved og mulighederne for proteinudvinding ved udpresning af saft, som de på den tid vurderedes, er givet af *Pirie (1942)*.

I de sidste 10–15 år har forskningen inden for området nået et ret betydeligt omfang, navnlig i England. En oversigt over forskningen indtil 1971 er givet af *Pirie (1971)*. En vurdering af fremgangsmådens muligheder er givet i en rapport udarbejdet af en komite nedsat af Norges Landbrugshøgskole redigeret af *Kåre Rapp (Rapp, 1976)*. Ved et symposium i Harrogate 1976 blev næsten alle aspekter behandlet (*Wilkins, 1977*).

Også under danske forhold syntes fraktionering af græsafgrøder at kunne være af betydelig interesse. Med henblik på at bidrage til belysning af fraktioneringens muligheder i Danmark blev der derfor i 1975 iværksat et forskningsarbejde ved Ødum forsøgsstation i samarbejde med Statens Planteavlslaboratorium, Agrikulturkemisk Afdeling. Forskningsarbejdet blev organiseret som et forskningsprojekt med støtte fra EF (EF-projekt no. 461). Projektets administrative ledere var forstander *Kr. G.*

Mølle, Ødum forsøgsstation og forstander Aage Henriksen, Statens Planteavlslaboratorium. Forskningsarbejdet blev udført af afdelingsbestyrer E. J. Nørsgaard Pedersen (videnskabelig leder af forskningsprojektet) i samarbejde med vid. ass. Norman Witt, Ødum forsøgsstation samt afdelingsbestyrer Chr. Sørensen og vid. ass. J. Mortensen, Statens Planteavlslaboratorium, Agrikulturkemi Afdeling. Projektet indgik sammen med tilsvarende projekter i England, Skotland og flere andre lande i et fælles EF-forskningsprogram vedrørende fraktionering af grønafrøder. Med henblik på en vis koordinering af forsøgsarbejdet afholdtes en række møder for projektlederne. Den gensidige orientering om forsøgsplaner, resultater m.m. har været af stor værdi, måske især for os, idet vi herved meget effektivt og hurtigt kunne drage nytte af de mangeårige erfaringer, der var indhøstet i udlandet – især England og Skotland.

Mange forskellige betegnelser har været benyttet til at beskrive de produkter, der fremkommer ved fraktionering af grønafrøder. Med henblik på at nå frem til en vis standardisering blev der på det første møde nedsat et udvalg med det kommissorium at udarbejde forslag til hensigtsmæssig terminologi. På et møde (Harrogate, England 1976) blev det vedtaget, at den terminologi, som dette udvalg var nået frem til, skulle benyttes ved beskrivelse af forsøgsresultater inden for det fælles EF-program.

Terminologien, der er gengivet i »Green Crop Fractionation« (Wilkins, 1977), er anført nedenfor med vort forslag til dansk oversættelse.

*Juice – saft* – Cellesaft udpresset fra afgrøden uden yderligere separation. Kan specificeres, f.eks. lucernesaft.

*Pressed crop – presset afgrøde* – Resten, der bliver tilbage, efter at saftfraktionen mekanisk er udpresset af afgrøden.

*Leaf-protein concentrate – bladproteinkoncentrat*. Den proteinrige fraktion, der fremkommer ved fældning af saften ved opvarmning eller tilsætning af kemikalier. Bladproteinkoncentrat kan enten være vådt eller tørret, og vil som regel være udvundet af hele planten og ikke af bladene alene. Udtrykket kan specificeres, f.eks. tørret bladproteinkoncentrat, lucernebladproteinkoncentrat. Kan forkortes til LPC.

*Leaf protein isolate – bladproteinisolat*. Den proteinrige fraktion, der indeholder mindst 85 pct. råprotein, som fremkommer ved fældning af den supernatant, der bliver tilbage, når det klorofylholdige protein er fjernet.

*Deproteinised juice – deproteiniseret saft*. Den del af saften, der bliver tilbage, når bladproteinkoncentratet er udfældet og fraskilt. Udtrykket kan specificeres, f.eks. deproteiniseret lucernesaft. Kan forkortes til DPJ.

*Extraction ratio – ekstraktionsforhold*. Ekstraktionsforholdet er den del af afgrøden, der findes i saftfraktionen udtrykt i procent. Defineres ved tørstof, råprotein, etc., og refererer, hvis ikke andet anføres, til vægten af vedkommende komponent i saften i procent af vægten af komponenten i hele afgrøden, men kan specificeres til at referere til vægten af en komponent i en saftfraktion (f.eks. bladproteinkoncentrat) i procent af vægten af komponenten i hele afgrøden.

*Separation ratio – separationsforhold*. Den del af saften, som findes i bladproteinkoncentratet udtrykt i procent. Defineres ved tørstof, råprotein, etc.

Forsøgsarbejdet har væsentligst omfattet ensilering af presserest, konservering af pressesaft og undersøgelser af relationen mellem afgrødens og pressesaftens kemiske sammensætning. Tekniske problemer er kun studeret i det omfang, det er skønnet nødvendigt for løsning af de biologiske opgaver, og forsøgsarbejdet er navnlig udført med henblik på at belyse problemerne ved fraktionering under gærbrugsforhold, dels fordi det må forventes, at en virkelig effektiv udnyttelse af fraktioneringens muligheder kræver, at metoden kan anvendes på de enkelte gårde, dels fordi tilpasning af metoden under industrielle forhold falder uden for forsøgsvirksomhedens arbejdsområde.

Det er skønnet hensigtsmæssigt at publicere forsøgsresultaterne som tre selvstændige beretninger med fælles hovedtitel og undertitlerne:

- I. Ensilering af pressede afgrøder (nærværende beretning),
- II. Konservering af saft,
- III. Relationen mellem afgrødens og saftens kemiske sammensætning.

I den sidste beretning vil blive givet en vurdering af fraktioneringens aktuelle og potentielle muligheder.

### Resumé

I 9 forsøg er ensilering af rajgræs, lucerne og ærter, hvoraf var udpresset saft med henblik på anvendelse som proteinfoder for svin, sammenlignet med ensilering af upressede afgrøder.

Saftudpresningen foretoges med skruepresse, Bentall Protessor, og i de fleste forsøg anvendtes to pressegrader.

De udpressede mængder saft udgjorde fra 21,6 til 46,5 pct. af den friske afgrøde, og ekstraktionsforholdet for tørstof varierede fra 10,0 til 26,6, for organisk stof fra 8,9 til 20,6 og for råprotein fra 14,2 til 34,5.

Ved saftudpresningen formindskedes mængden af ensilagesaft, men gennemsnitlig kun med ca. 40 pct. af den udpressede mængde saft.

Saftudpresningen havde en lille positiv virkning på ensilagekvaliteten, men helt ubetydelig sammenlignet med den virkning, der opnås ved fortørring.

Ved saftudpresningen fjernes let fordøjeligt organisk stof fra afgrøden, hvilket må forventes at bevirke en formindskelse af fordøjeligheden af organisk stof. Imidlertid var fordøjeligheden af de upressede afgrøder meget høj – ca. 80 pct. – og de udpressede mængder organisk stof ret små, hvorfor den reduktion i fordøjeligheden af organisk stof, der måtte forventes var meget beskedne, ca. 1,5 enhed. I overensstemmelse hermed viste forsøgene ikke nogen signifikant ændring af fordøjeligheden af organisk stof (bestemt ved hjælp af får), hverken i afgrøde eller ensilage.

I forbindelse med forsøgene blev udført ret omfattende analyser af råproteinet (bestemmelse af renprotein, ammoniak, nitrat, aminosyrer og nogle aminer). Resultaterne viser en meget omfattende nedbrydning af renproteinet under ensileringen, idet indholdet af renprotein-N formindskedes fra 69–83 pct. af total-N i afgrøden til 28–52 pct. i ensilagen. Indholdet af aminosyre-N blev formindsket langt mindre nemlig fra 65–76 pct. af total-N i afgrøden til 56–68 pct. i ensilagen, hvoraf kan sluttes, at en betydelig del af proteinnedbrydningen er dannelse af frie aminosyrer ved proteolyse.

Ammoniak findes altid i betydelige mængder. En stor del dannes antagelig ved deaminering af asparagin og glutamin, men store mængder dannes også ved nedbrydning af arginin.

Aminer, som dannes ved decarboxylering af aminosyrer, forekom ligeledes altid i ensilagen, men oftest i beskedne mængder. I dårlig ensilage kunne indholdet imidlertid være højt – af samme størrelsesorden som ammoniakindholdet. Navnlig aminosyrer med polære grupper (carboxyl-, hydroxyl- og N-holdige grupper) i sidekæderne synes udsat for nedbrydning ved ensileringen.

Alle former for proteinnedbrydning er i næsten alle forsøg reduceret lidt ved saftudpresningen.

Proteinnedbrydningens betydning for råproteinets værdi som proteinkilde for drøvtyggere er diskuteret.

**Nøgleord:** Saftudpresning, ensilering, proteinnedbrydning.

## Summary

In 9 experiments the ensiling of pressed crops – residues from green crop fractionation – was compared to the ensiling of unpressed crops. A screw-press, Bentall Protessor, was used to extract the juice. In most experiments two degrees of extraction were applied. The extraction of juice varied from 21.6 to 46.5 per cent. The extraction ratios for DM, OM and CP respectively were 10.0–26.6, 8.9–20.6 and 14.2–34.5.

Extraction of juice caused a reduction of the amounts of effluent, however, the reduction amounted to only 40 per cent of the amounts of extracted juice.

The juice extraction showed a slight positive effect on silage quality. However, the effect was negligible in comparison with the effect of wilting.

With the juice easily digestible OM is removed from the crop and consequently a reduction of OMD must be expected. However, the OMD of the crops were very high (average 80 per cent) and the extracted amounts of OM relatively small for which reason the reduction in OMD which could be expected was small (only 1.5 per cent). In accordance with this no significant changes (determined by sheep) were observed in the experiments, neither in crops nor in silage.

In connection with the experiments rather extensive analyses of N-compounds were carried out. (Determination of true protein, ammonia, nitrate, amino acids and some amines). The results show a very extensive degradation of true protein during ensilage, the amounts reduced from 69–83 per cent of total-N in crops to 28–52 per cent in silage. The amounts of amino acid-N were reduced much less, namely from 65–76 per cent of total-N in crops to 56–68 per cent in the silages, which means that a considerable part of the protein degradation is the formation of free amino acids through proteolyses.

Ammonia is always present in considerable amounts in silage. A great part of the ammonia is probably formed by deamination of asparagin and glutamine but great quantities are also formed by degradation of arginine.

Amines, which are formed by decarboxylation of amino acids, were always present in the silage but in most cases in small amounts. In poor silages, however, the contents could be very high – of the same order as the content of ammonia.

In particular amino acids with polar groups in their side chains (carboxyl, hydroxyl or N-containing groups) were found to be liable to degradation during ensilage.

All forms of protein degradation are, in almost all experiments, reduced a little by juice extraction.

The significance of the protein degradation for the value of the crude protein as a source of protein for ruminants is discussed.

**Key words:** Juice-extraction, ensilage, protein degradation.

## Indledning

Fraktionering af grønafgrøder kan have flere forskellige formål:

1. Udvinning af størst mulig mængde protein til foder for enmavede dyr, kraftfoder for kvæg eller eventuelt til direkte human konsum. Ved fraktionering i industriel skala vil dette ofte være hovedformålet.

2. Energibesparelse ved tørring af grønafgrøder. Ved fraktionering i industriel skala kan dette være det eneste formål. Efter fraktioneringen tør-

res presserest og saft hver for sig, presseresten på sædvanlig måde ved hedlufttørring og saften i flertrins vacuumanlæg. Energibesparelsen opnås ved, at vacuuminddampning kræver langt mindre energi end hedlufttørring, og ved at en del af spildvarmen fra hedlufttørring af presseresten udnyttes til opvarmning af vacuumanlægget.

3. Reduktion af tab ved saftfløb ved ensilage, altså et alternativ til fortørring.

4. Fremstilling af en presset afgrøde med et mere passende proteinindhold end den oprindeli-

ge afgrøde, så proteinspild undgås. Ved fraktionering under gærbrugsforhold vil man sædvanligvis ikke tilstræbe at udpresse mere protein af afgrøden end, at den pressede afgrøde stadig har et tilstrækkelig højt proteinindhold som kvægfoder.

Når fraktionering sker under gærbrugsforhold vil en del af den pressede afgrøde kunne udnyttes som foder i frisk tilstand, men en betydelig del må konserveres. Ensilering er rimeligvis den mest hensigtsmæssige konserveringsmetode, om end skotske forsøg har vist, at den pressede afgrøde kan tørres med kold luft i et høtørringsanlæg (*Jones & Houseman, 1975*).

Ved saftudpresningen fjernes store mængder letopløseligt og dermed letfordøjeligt organisk stof fra afgrøden, og det må derfor forventes, at fordøjeligheden af organisk stof er lavere i den pressede end i den oprindelige afgrøde. *Raymond og Harris (1957)* fandt da også, at fordøjeligheden af organisk stof i den pressede afgrøde (2 passager gennem skruepresse) var 5,6 enheder lavere end i ubehandlet græs. *Houseman et al. (1975)* fandt ligeledes en vis reduktion i fordøjeligheden, men kun fra 73,8 pct. til 71,8 pct. Lignende ringe reduktion af fordøjeligheden blev fundet af *Greenhalgh og Reid (1975)* og – ved forsøg med vintergræs – af *Houseman et al. (1977)*.

Som forventet synes presningen således at medføre en vis reduktion af fordøjeligheden af organisk stof. Man skulle herefter forvente, at presseresten har en lidt lavere foderværdi end den oprindelige afgrøde. Imidlertid fandt *Houseman et al. (1975)* ved forsøg med kvæg en noget højere foderværdi af presset end af ubehandlet græs, idet den daglige tilvækst var henholdsvis 0,84 kg og 0,73 kg, medens tørstofoptagelsen var henholdsvis 6,26 kg og 6,78 kg. Ved forsøg med får undersøgte *Greenhalgh og Reid (1975)*, hvilken indflydelse den stærke findeling, som presningen medfører, har på dyrenes ædelyst, og fandt at den daglige tørstofoptagelse for snittet græs var 1140 g, for presset græs, der havde passeret en skruepresse to gange, 1060 g, medens tørstofoptagelsen for presset græs blandet med den udpresede saft var 1660 g.

Som allerede nævnt kan saftudpresning er-

statte forørring med hensyn til reduktion af saft-afløb. Derimod kan det ikke forventes, at saftudpresningen har en lignende effekt på ensilagekvaliteten som forørring, eftersom ændringen af det osmotiske tryk må forventes at være ubetydelig. Det kan derfor ikke undre, at *Raymond og Harris (1957)*, *Vartha et al. (1973)* og *Connell og Foxell (1976)* havde vanskeligheder ved at ensilere presset lucerne, vanskeligheder der kunne imødegås ved tilsætning af syre eller melasse. Om presningens indflydelse på ensilagekvaliteten foreligger kun få undersøgelser, og her skal blot nævnes, at *Oelschlegel et al. (1969)* fandt, at presningen bevirkede en noget hurtigere pH-sænkning og en noget højere koncentration af mælkesyre og eddikesyre.

Fodringsforsøg med presset afgrøde – frisk eller konserveret – til malkekøer er ikke udført i Europa, men fra Amerika foreligger nogle få lovende resultater (*Hibbs et al. 1968*, *Stahman, 1974*).

I nærværende beretning redegøres for nogle resultater af ensileringsforsøg udført ved Ødum forsøgsstation i årene 1977–78.

### Forsøgsplaner

Der blev udført i alt 9 forsøg, hvor der blev ensileret i store forsøgssiloer. I 6 forsøg var forsøgsplanen:

1. Upresset afgrøde
2. Svagt presset afgrøde
3. Stærkere presset afgrøde

I de øvrige 3 forsøg var der kun to forsøgsled, upresset og presset afgrøde.

Nogle oplysninger vedrørende afgrøderne, gødskning af afgrøderne, slættidspunkt, slæt nr. og pressegrad er anført i tabel 1.

Ud over disse hovedforsøg er udført en del forsøg i laboratoriesiloer. I hovedtabellerne er resultaterne anført, men da de falder fuldstændigt sammen med resultaterne af hovedforsøgene skal de af pladshensyn ikke omtales i nærværende beretning.

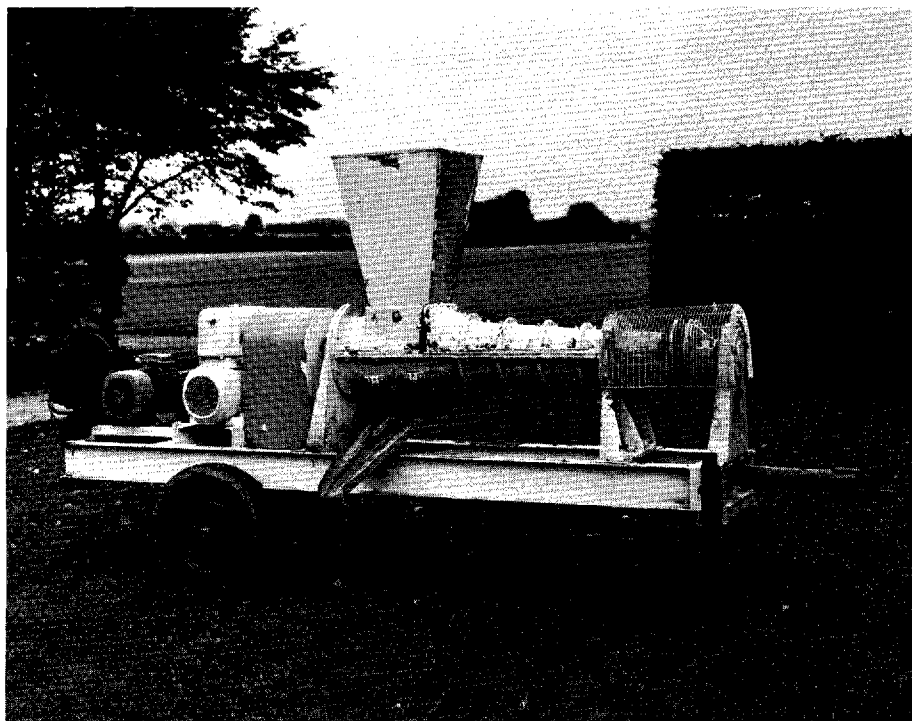
### Teknik

Afgrøderne blev høstet med finsnitter. Udpresning af saft blev foretaget med en enkel skrue-

**Tabel 1. Oversigt over forsøgene**  
*Outline of the experiments*

Forsøg nr.	Afgrøde	N-gødning		Slæt		Pressegrad* -led		
		udst. dato <i>N-fertilizer</i>	kg	dato <i>Cut</i>	nr.	1	2	3
<i>Exp.</i>						<i>Degree of extraction*</i>		
<i>No</i>	<i>Crop</i>	<i>Date of applic.</i>	<i>kg</i>	<i>date</i>	<i>No</i>	1	2	3
1	Alm. rajgræs	28/4	215	23/5 -77	1	-	54	35
2	Alm. rajgræs	28/4	215	31/5 -77	1	-	45	25
3	Alm. rajgræs	28/4	410	24/5 -77	1	-	45	30
4	Alm. rajgræs	28/4	410	1/6 -77	1	-	45	30
5	Alm. rajgræs	25/8	106	10/10-77	4	-	45	30
6	Ital. rajgræs	25/8	106	11/10-77	3	-	45	
7	Lucerne	-		18/7 -78	2	-	45	30
8	Ærter	-		6/7 -77		-	30	
9	Ærter	-		10/7 -78		-	30	

\*) Pressegrad. Led 1 uden presning, led 2 og 3: Afstand i mm mellem skruepressens modtryksplader  
*Degree of extraction: Treatment 1, no extraction, treatment 2 and 3, distance in mm between compression plates*



**Fig. 1. Skru Presse, Bentall Professor, der benyttes til saftudpresning.**  
*Screwpress, Bentall Professor, used for juice extraction.*

presse, Bentall Protessor. Pressegraden defineredes ved afstanden i mm mellem pressens modtryksplader. Pressens kapacitet var meget beskednen – i forsøgene mellem 950 og 1450 kg afgrøde pr. time, men ret uafhængig af pressegraden. Ensileringen skete i 3 m<sup>3</sup> lufttætte stålsiloer. For at sikre et jævnt saftafløb var der i bunden af siloerne anbragt en perforeret plade af 15 mm tyk plastic med samme diameter som siloen. Ensilage-

saften opsamledes i store plasticflasker lukket med en gummiprop med to gennemboringer, hvoraf den ene med en plasticslange var forbundet med siloens afløb og den anden med en studs i toppen af siloen. Herved udelukkedes muligheden for spild af saft ved overløb, og det sikredes, at aerobe omsætninger i saften begrænsedes stærkt. I siloens top var desuden anbragt en studs forbundet til en 660 l lungesæk af P.V.C.-folie.

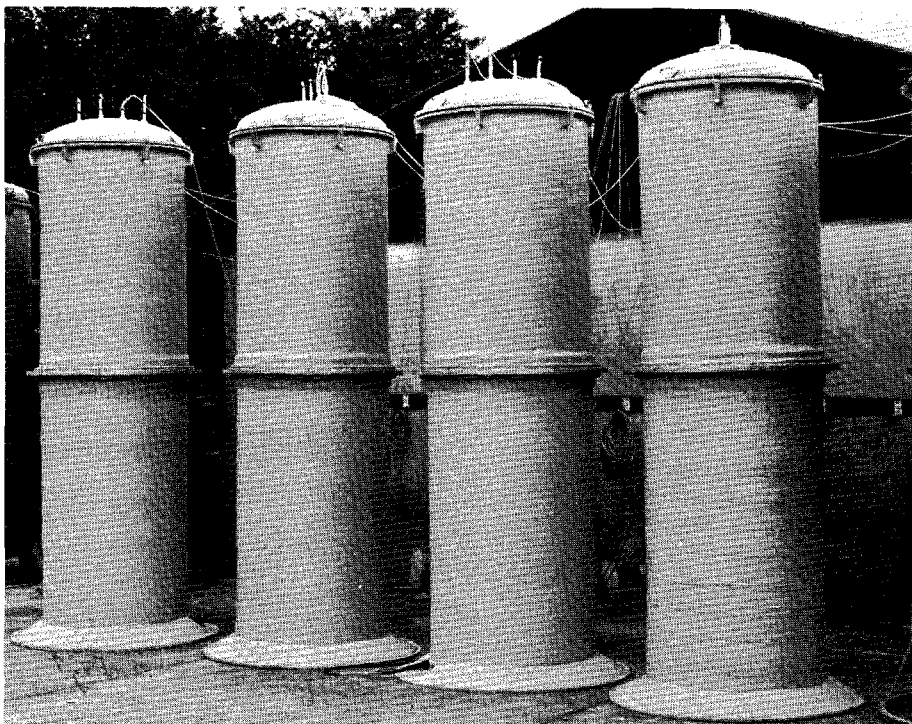


Fig. 2. Forsøgssiloer ved Ødum forsøgsstation.  
*Experimental silos used in the experiments.*

### Analyser

I afgrøde, presset afgrøde og ensilage blev bestemt tørstof, aske, sand, råprotein, renprotein, NO<sub>3</sub>-N, træstof og vandopløselige kulhydrater (vok). I saft og ensilagesaft blev foretaget de samme analyser bortset fra sand og træstof. I ensilage blev endvidere bestemt pH, ammoniak, flygtige syrer, mælkesyre og alkohol.

I 5 forsøg er der endvidere foretaget bestemmelse af aminosyrer, nogle vigtige aminer og nitrat i den ubehandlede afgrøde, den stærkest pressede afgrøde, den hertil svarende ensilage og ensilagesaft samt – med en enkelt undtagelse – saften.

Tørstofbestemmelse i afgrøde, presset afgrøde og ensilage er i alle tilfælde udført umiddelbart



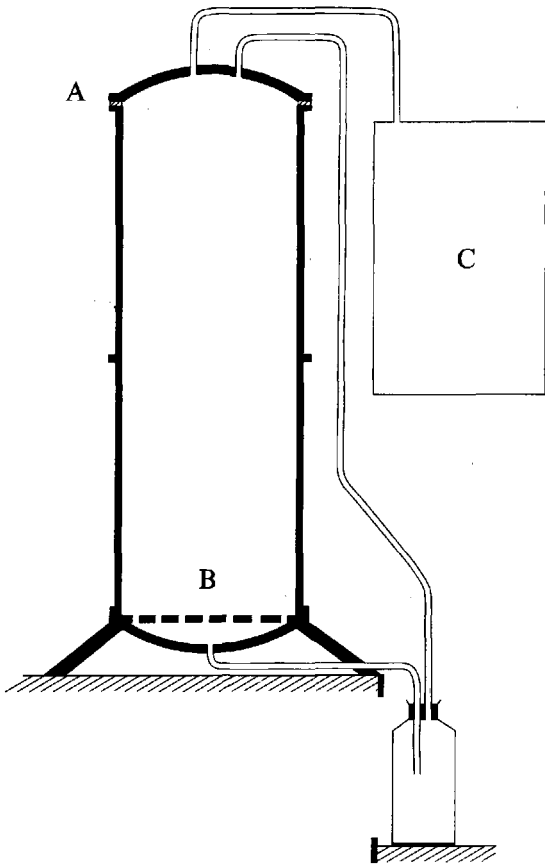


Fig. 3. Principskitse af forsøgssilo. A: Gummipakning.  
B: Bundrist. C: Lungesæk.  
*The principle of experimental silos. A: Rubber packing.  
B: Perforated plate. C: Breathing bag.*

efter prøveudtagning i prøver, der ikke blev findelt ud over, hvad forsøgsbehandlingen foreskrev. Træstof blev bestemt i de tørrede prøver efter formaling på hammermølle. Prøver til de øvrige analyser blev frosset ( $\pm 18^{\circ}\text{C}$ ) hurtigst muligt efter udtagning. De frosne prøver blev – uden optøning – yderligere findelt med lynhakker og sammenblandet og udvejet til analyse inden fuldstændig optøning. Til aminosyrebestemmelse blev de frosne prøver frysetørret inden udvejning til analyse.

Prøver af saft blev frosset. Udtagning til analyse blev foretaget snarest muligt efter optøning.

Den frasivede ensilagesaft blev vejet dagligt

eller med få dages mellemrum. Ved hver udvejning udtoges prøver, der straks blev frosset. Af de frosne prøver blev senere – forholdsmæssigt – sammenblandet prøver til analyse.

Aminosyreanalyserne foretoges på en Beckman 121 aminosyreanalysator forsynet med en Spectra Physic integrator.

Til bestemmelse af de ikke-svovlholdige aminosyrer blev prøverne hydrolyseret ved kogning under reflux med 6 M HCl i 24 timer, efterfulgt af inddampning til tørhed på rotationsfordamper og opløsning af inddampningsrest i natriumcitrat-buffer pH 2,9.

Hydrolysaterne analyseredes i et to-kolonne-system, de sure og neutrale aminosyrer på en lang kolonne ( $55 \times 0,9$  cm Beckman PA 28 resin) og de basiske aminosyrer på en kort kolonne ( $6,5 \times 0,9$  cm Beckman PA 35 resin).

De svovlholdige aminosyrer, cystin og methionin, oxideredes til cysteinsyre og methioninsulfon med permyresyre før hydrolysen. Adskillelse foretoges på den lange kolonne.

Prøver af ensilage og ensilagesaft, som forventedes at indeholde ornithin, blev yderligere analyseret efter en procedure, som gav adskillelse af lysin og ornithin, da de elueredes samtidig ved den normale procedure.

Til analyse for aminer ekstraheredes 1 g stof med 60 ml af en monofasisk blanding af methanol, cloroform og 0,25 M NaCl-opløsning i volumenforholdet 4:1:2, ved rystning i 1 time på rysteapparat.

Efter filtrering udtoges 30 ml, som adskiltes i 2 faser i skilletragt ved tilsætning af 10 ml vand og 10 ml cloroform. Vand-methanol-fasen isoleredes og inddampedes til tørhed på rotationsfordamper, og inddampningsresten opløstes i natriumcitrat-buffer, pH 2,9.

Ved ekstraktion af saft reduceredes den vandige del af ekstraktionsmediet.

Aminerne bestemtes på en kort kolonne (Beckman PA 35  $10 \times 0,9$  cm resin), idet aminosyrerne først elueredes med kaliumcitrat-buffer pH 5,25, 0,5 M  $\text{K}^+$ , hvorefter aminerne adskiltes ved eluering med en kaliumcitratborat-buffer pH 9,70, 1,0 M  $\text{K}^+$ . Regenerering af kolonnen foretoges med 0,2 M KOH.

**Tabel 2.** Afgrødens tørstofindhold og tørstoffets kemiske sammensætning  
*Contents of DM in crops, and chemical compositions of DM*

Forsøg nr.	Led	% tør- stof	% af tørstof							NO <sub>3</sub> -N	100 × PN/TN
			aske	sand	råpro- tein	renpro- tein % of DM	træ- stof	vok			
Exp. No	Treat- ment	% DM	ash	sand	CP	TP	CF	WSC	NO <sub>3</sub> -N	100 × PN/TN	
1	1	15,2	11,3	0,9	23,3	18,5	20,9	12,5	0,24	79,7	
	2	17,5	10,6	1,0	22,4	18,6	23,3	10,6	0,23	82,8	
	3	18,1	10,3	1,0	22,5	17,6	23,1	11,9	0,21	78,0	
2	1	16,2	10,5	1,1	17,6	13,7	24,4	16,7	0,17	77,7	
	2	19,9	8,7	1,2	17,3	13,2	26,9	14,8	0,11	76,5	
	3	22,3	8,7	1,4	15,6	12,3	27,7	12,9	0,13	79,1	
3	1	14,7	12,1	1,1	26,8	19,4	21,6	10,2	0,62	72,2	
	2	17,4	12,1	2,4	24,9	17,9	23,8	7,5	0,55	71,8	
	3	19,1	10,0	1,1	25,2	18,7	23,8	8,7	0,51	74,4	
4	1	15,7	11,1	1,3	22,3	15,4	23,4	12,7	0,50	68,8	
	2	19,2	9,2	1,0	20,3	14,0	26,0	11,7	0,40	69,0	
	3	20,7	8,9	1,1	19,1	14,7	25,9	12,1	0,40	77,0	
5	1	16,4	10,2	2,2	28,1	23,4	18,8	7,6	0,06	83,2	
	2	21,4	8,2	1,6	25,2	20,6	21,0	7,4	0,05	81,7	
	3	22,0	8,8	1,9	25,9	20,8	20,8	6,7	0,05	80,2	
6	1	17,0	10,8	2,7	31,9	25,8	16,0	12,2	0,18	81,0	
	2	20,4	10,3	3,0	31,5	24,6	17,5	10,4	0,15	78,3	
7	1	16,9	11,2	0,2	24,2	18,6	21,2	7,3	0,06	77,0	
	2	20,9	10,4	0,3	20,8	17,6	24,4	4,6	0,05	84,9	
	3	21,5	10,5	0,2	20,1	15,9	23,9	4,7	0,05	79,1	
8	1	15,3	11,2	1,3	17,6	13,6	21,9	17,2	0,04	77,0	
	2	21,1	9,2	1,1	15,4	11,8	28,9	12,1	0,03	76,6	
9	1	12,5	11,4	3,3	18,4	13,9	22,5	13,9	0,02	75,9	
	2	20,9	13,7	7,5	13,8	10,6	28,6	8,4	0,01	77,4	

Nitrat blev bestemt efter xylenolmetoden (Sørensen, 1956).

I 6 forsøg blev desuden bestemt fordøjelighed i de ubehandlede og de pressede afgrøder samt de tilsvarende ensilager ved forsøg med får. (2 får pr. foderprøve).

### Resultater

I tabel 2 er de ubehandlede og pressede afgrøders tørstofprocent og kemiske sammensætning vist.

Presningen har, som det måtte forventes, forøget tørstofprocenten betydeligt. Indholdet af de opløselige stoffer, aske, råprotein, renprotein og vandopløselige kulhydrater er tydeligt reduceret, medens træstofindholdet er forøget. Forholdet mellem renprotein-N og råprotein-N (PN/TN) er ikke entydigt påvirket.

Tabel 3 viser ensilagens tørstofindhold og kemiske sammensætning. Saftudpresningen ses at have givet en antydning af en kvalitetsforbedring,

**Tabel 3.** Ensilagens tørstofindhold, tørstoffets kemiske sammensætning samt ensilagens kvalitet  
*Contents of DM in silage, chemical composition of DM, and the quality of silage*

Forsøg	Led	% af tørstof						Ensilagens kvalitet											
		% tørstof	aske	sand	råproteïn	renproteïn	NO <sub>3</sub> -N	100 × PN/TN	pH	At	% af tørstof								
															<i>Quality of silage</i>				
Forsøg	Treatment	% of DM						100 × PN/TN	pH	NH <sub>3</sub> -N as % of total-N	% of DM								
		% DM	ash	sand	CP	TP	NO <sub>3</sub> -N				lact. acid	acet. acid	but. acid	ethanol	WSC				
1	18,7	9,7	1,4	22,6	8,2	0,13	36,5	4,05	11,0	13,0	3,4	0,11	0,8	0,4					
2	20,1	9,7	1,6	21,6	8,7	0,15	40,3	4,01	10,5	12,3	3,9	0,10	1,1	0,4					
3	20,3	9,6	1,6	21,5	9,6	0,14	44,7	3,90	10,1	12,8	3,4	0,00	0,7	0,4					
1	18,0	9,5	1,1	19,0	7,5	0,09	39,2	3,88	8,5	13,9	4,5	0,17	0,9	1,4					
2	20,8	8,7	1,1	17,0	6,7	0,07	39,3	3,75	8,7	13,3	4,0	0,43	1,0	0,2					
3	22,4	8,4	1,3	17,2	7,7	0,11	44,7	3,65	7,5	12,4	2,7	0,36	0,6	1,1					
1	18,2	10,2	1,5	26,2	8,9	0,23	34,0	4,75	13,1	8,0	5,8	0,33	0,8	0,5					
2	19,8	11,7	3,3	24,6	8,9	0,23	36,1	4,78	15,7	6,8	6,0	0,71	0,8	0,5					
3	21,6	9,4	1,6	24,6	10,3	0,19	41,7	4,48	12,5	8,4	5,1	0,23	0,5	0,1					
1	18,1	9,4	1,1	21,8	7,8	0,40	35,8	3,97	7,2	12,9	3,8	0,06	0,8	0,4					
2	20,8	8,5	0,9	20,0	7,6	0,37	38,0	3,80	6,6	11,9	2,8	0,00	0,5	0,7					
3	21,9	8,4	1,2	20,0	8,4	0,39	41,9	3,83	7,1	12,3	2,6	0,00	0,6	1,5					
1	17,4	10,2	2,8	29,1	14,9	0,02	51,3	4,30	8,9	15,1	3,7	0,06	0,9	3,9					
2	21,2	10,4	3,5	26,0	13,2	0,02	50,8	4,20	8,9	13,6	3,5	0,09	0,8	3,7					
3	22,0	10,4	3,5	26,6	13,9	0,02	52,4	4,32	9,0	11,8	3,6	0,14	0,8	3,7					
1	19,4	10,2	2,7	30,5	17,0	0,13	55,5	4,17	6,5	11,6	1,7	0,41	0,3	2,7					
2	21,7	10,5	3,4	27,4	15,4	0,10	56,2	4,19	7,8	12,4	3,2	0,41	0,6	1,4					
1	18,8	11,6	0,5	23,3	6,4	0,01	27,8	5,05	16,9	8,7	6,8	0,32	1,0	1,2					
2	22,0	10,5	0,2	21,2	6,3	0,02	29,7	4,95	15,7	9,1	5,7	0,14	0,8	0,7					
3	22,4	10,4	0,2	20,3	6,2	0,02	30,5	4,88	15,4	9,1	5,4	0,31	0,7	1,2					
1	17,5	10,8	1,8	17,2	6,6	0,02	38,4	3,95	8,1	13,4	2,9	0,23	0,7	0,2					
2	21,4	9,2	1,2	15,0	6,7	0,02	44,9	3,90	7,6	11,6	2,3	0,09	0,6	1,3					
1	16,1	8,2	1,6	18,0	6,6	0,02	36,9	3,90	10,8	15,9	2,9	0,12	0,9	0,4					
2	20,5	14,2	8,6	14,9	5,8	0,01	38,6	3,90	9,6	11,7	2,6	0,14	0,7	0,6					

idet pH, At (NH<sub>3</sub>-N i pct. af total-N) og indholdet af eddikesyre gennemgående er sænket lidt. Virkningen er helt ubetydelig og langt mindre end den virkning, der opnås ved fortørring.

Ensilagekvaliteten må betegnes som god i alle

forsøg undtagen i forsøg nr. 3, hvor der er ensileret stærkt gødet tidligt høstet rajgræs og forsøg nr. 7, hvor afgrøden var lucerne.

Under ensileringen er sket en stærk nedbrydning af renprotein (sml. tabel 2), men i alle forsøg

**Tabel 4.** Saftens og ensilagesaftens tørstofindhold og tørstoffets kemiske sammensætning  
*Contents of DM in juice and effluent and chemical composition of DM*

For- søg nr.	Led	Pressesaft						Ensilagesaft					Pressesaft + ensilage- saft, % af afgrøde
		Saft i % af afgr.	% tør- stof	% af tørstof				Saft i % af nedl. grønt	% tør- stof	% af tørstof			
				aske <i>Juice</i>	rå- prot.	ren- prot.	vok			aske <i>Effluent</i>	rå- prot.	vok	
Exp. No	Treat- ment	Juice as % of crop	% DM	ash	CP	TP	WSC	Effl. as % of ens. crop	% DM	ash	CP	WSC	Juice + effluent as % of crop
1	1							29,0	6,9	23,2	33,1	5,3	29,0
	2	21,6	7,0	20,6	34,5	25,5	26,5	24,3	7,6	22,1	33,2	4,2	40,7
	3	22,9	6,7	21,1	32,9	23,3	26,4	22,9	7,9	21,5	32,2	11,0	40,6
2	1							19,3	7,1	22,1	28,0	5,8	19,3
	2	27,7	7,4	19,0	28,7	19,7	32,0	9,7	8,5	20,8	28,3	3,4	34,7
	3	37,8	7,1	20,4	28,5	20,0	20,3	6,0	6,8	21,8	31,4	7,8	41,5
3	1							30,1	6,6	23,0	35,8	6,8	30,1
	2	24,6	6,7	21,3	38,2	25,7	19,2	23,0	7,5	21,4	36,9	7,8	41,9
	3	31,6	6,3	20,8	36,7	24,0	17,9	17,2	7,9	21,4	35,9	6,0	43,4
4	1							24,1	8,8	19,4	28,2	6,0	24,1
	2	27,1	7,3	18,9	33,2	23,4	24,8	13,8	8,2	18,8	32,5	6,8	37,2
	3	34,5	6,7	20,0	31,9	19,8	29,9	8,6	8,8	18,5	31,9	3,6	40,1
5	1							17,0	5,9	20,5	36,2	4,6	17,0
	2	33,2	5,7	16,8	38,9	25,3	20,2	1,0	9,1	20,4	27,2	1,4	33,9
	3	37,8	5,2	17,7	36,1	24,4	16,9	0,7	9,2	18,9	38,6	2,0	38,2
6	1							24,0	7,0	18,8	34,0	14,7	24,0
	2	24,7	7,0	17,0	46,5	28,6	18,0	9,1	8,4	18,1	34,5	4,4	31,6
7	1							21,6	7,0	20,2	35,9	4,3	21,6
	2	32,3	9,3	17,2	34,2	22,9	4,5	9,9	9,1	19,5	36,5	3,7	39,0
	3	34,2	9,4	17,6	33,3	23,5	4,7	9,0	9,2	19,4	35,9	2,9	40,1
8	1							19,5	7,0	20,6	26,5	8,1	19,5
	2	44,2	7,7	17,9	27,4	18,1	31,7	0,3	7,5	28,2	25,6	4,6	44,4
9	1							36,0	5,0	17,8	29,4	16,6	36,0
	2	46,5	6,4	24,1	25,9	15,6	26,0	6,3	5,6	17,1	30,3	2,0	49,9

er PN/TN lidt højere i ensilage af presset afgrøde end i ensilage af ubehandlet afgrøde.

Den udpressede mængde saft i pct. af afgrøde, ensilagesaft i pct. af ensileret afgrøde og saftens og ensilagesaftens kemiske sammensætning er vist i tabel 4.

De udpressede mængder saft udgør i forsøgene

fra 21,6 pct. til 46,5 pct. af afgrøden, men i intet tilfælde er der udpresset så meget saft, at saftafløb ved ensileringen er helt undgået. Saftudpresningen har bevirket en reduktion af saftafløbet, men langt mindre end det kunne forventes, og som det ses af tabellens sidste kolonne, har presningen i alle forsøg bevirket en stærk forøgelse af den

**Tabel 5.** Vægttab og tabene af organisk stof samt råprotein ved ensilering  
*Losses of weight, OM and CP during ensilage*

Forsøg nr.	Led	Vægt- tab %	Tab af org. stof i % ved			Tab af råprotein i % ved		
			saft- afløb	gær- ring	i alt	saft- afløb	gær- ring	i alt
			<i>Losses of OM as % by</i>			<i>Losses of CP as % by</i>		
<i>Exp.</i> No	<i>Treat-</i> <i>ment</i>	<i>Weight-</i> <i>loss %</i>	<i>see-</i> <i>page</i>	<i>fermen-</i> <i>tation</i>	<i>total</i>	<i>see-</i> <i>page</i>	<i>fermen-</i> <i>tation</i>	<i>total</i>
1	1	1,4	11,3	1,5	12,8	18,6	±1,8	16,8
	2	1,8	9,2	4,9	14,1	15,7	2,6	18,3
	3	1,7	8,8	6,0	14,8	14,3	4,9	19,2
2	1	1,9	7,3	4,2	11,6	13,4	±8,1	5,3
	2	1,8	3,6	4,1	7,7	6,8	2,3	9,1
	3	0,9	1,6	4,5	6,0	4,4	±7,8	±3,4
3	1	1,7	11,8	2,0	13,7	18,0	±0,5	17,5
	2	0,8	8,9	3,5	12,4	14,7	±0,8	13,8
	3	2,3	6,2	2,0	8,2	10,1	0,6	10,7
4	1	2,2	12,3	1,0	13,3	17,1	±0,2	16,9
	2	2,0	5,2	2,8	8,0	9,4	0,9	10,2
	3	1,3	3,3	1,1	4,3	6,1	±5,6	0,5
5	1	1,3	5,4	7,9	13,3	7,9	2,4	10,3
	2	1,0	0,4	4,8	5,2	0,4	±0,7	±0,3
	3	0,9	0,3	3,2	3,4	0,5	±1,3	±0,9
6	1	0,9	8,9	5,0	13,9	10,5	7,7	18,1
	2	1,0	3,4	1,3	4,7	4,1	12,6	16,7
7	1	0,8	8,0	6,3	14,3	13,3	3,9	17,1
	2	±0,7	3,9	0,8	4,6	7,6	±5,0	2,6
	3	3,6	3,5	5,4	8,9	6,9	1,3	8,2
8	1	2,7	8,0	2,5	10,5	13,5	±0,3	13,2
	2	1,9	0,1	0,4	0,5	0,2	2,7	2,9
9	1	0,2	13,4	1,4	14,7	23,1	±3,7	19,4
	2	1,1	1,6	8,1	9,7	3,7	±2,2	1,6

samlede mængde saft, hvilket er udtryk for, at den stærke findeling, som presningen medfører, bevirker en stærk forringelse af ensilagens evne til at tilbageholde saft.

Saften har et meget højt råproteinindhold, men også et højt askeindhold og i de fleste forsøg er også indholdet af vandopløseligt kulhydrat højt.

Hverken med hensyn til tørstofindhold eller kemisk sammensætning afviger ensilagesaften

stærkt fra den udpressede saft, blot er indholdet af vandopløselige kulhydrater – p.g.a. gæringen – langt lavere. Det samme gælder renprotein, men da renproteinindholdet er stærkt afhængig af hvor lang tid, der er forløbet fra ensileringen til saftudløbet, er gennemsnitstal skønnet uden interesse.

Tabene ved ensilering fremgår af tabel 5. Ved saftudpresning er opnået en betydelig reduktion

af tabene af organisk stof og råprotein, men der må anvendes en væsentlig højere presningsgrad, hvis tabene helt skal undgås. Gæringstabene, hvis bestemmelse er behæftet med en relativt stor usikkerhed, synes ikke påvirket af saftudpresningen.

Ekstraktionsforhold for tørstof, organisk stof, og råprotein er vist i tabel 6.

**Tabel 6.** Ekstraktionsforhold  
*Extraction ratios*

Forsøg nr.	Led	Ekstraktionsforhold		
		tørstof	org. stof	råprotein
		<i>Extraction ratios</i>		
<i>Exp. No</i>	<i>Treatment</i>	<i>DM</i>	<i>OM</i>	<i>CP</i>
1	2	10,0	8,9	14,8
	3	10,0	8,9	14,2
2	2	12,7	11,4	20,7
	3	16,5	14,6	26,6
3	2	11,1	10,0	15,9
	3	13,6	12,3	18,6
4	2	12,5	11,4	18,6
	3	14,7	13,2	21,0
5	2	11,4	10,6	15,8
	3	12,0	11,0	15,4
6	2	10,1	9,4	14,7
7	2	17,7	16,5	25,0
	3	19,1	17,7	26,3
8	2	22,2	20,6	34,5
9	2	26,6	20,3	33,3

Det er forholdsvis beskedne mængder stof, der er udpresset med saften. Ekstraktionsforholdet for råprotein er 50–80 pct. højere end ekstraktionsforholdet for organisk stof.

I forbindelse med forsøgene 1–6 blev fordøjeligheden af organisk stof bestemt. Resultaterne ses af tabel 7.

**Tabel 7.** Fordøjelighedskoefficienter for organisk stof i grønt og ensilage  
*OMD in herbage and silages*

Forsøg nr.	Led	Fk for organisk stof i	
		grønt	ensilage
		<i>OMD in</i>	
<i>Exp. No</i>	<i>Treatment</i>	<i>herbage</i>	<i>silage</i>
1	1	83,6	81,5
	2	83,9	83,5
	3	82,3	81,5
2	1	78,6	75,1
	2	76,6	77,9
	3	76,4	76,4
3	1	83,1	79,2
	2	83,4	80,5
	3	80,8	80,7
4	1	81,3	80,2
	2	76,9	77,7
	3	77,5	78,6
5	1	75,9	78,0
	2	77,4	77,4
	3	78,6	78,0
6	1	79,4	81,1
	2	80,3	84,8

Da der i de seks forsøg gennemsnitlig er udpresset ca. 10 pct. af det organiske stof (sml. tabel 6) og fordøjelighedskoefficienter for den udpressede afgrøde gennemsnitlig er ca. 80, må det, hvis fordøjeligheden af organisk stof i den udpressede saft er 95 pct., forventes, at saftudpresningen gennemsnitlig vil formindske fordøjeligheden med lidt over 1,5 enhed. Som gennemsnit er fordøjeligheden formindsket med 0,86 enheder, hvilket resultat ikke afviger signifikant fra det forventede, men heller ikke signifikant fra 0.

For ensilagens vedkommende måtte det også forventes, at saftudpresningen bevirker en reduktion af fordøjeligheden, men langt mindre da forskellen på organisk stof fjernet fra afgrøden – ved udspreddning og/eller saftafløb – er ringe. I forsøgene er fordøjeligheden imidlertid forøget

med gennemsnitlig 0,54 enheder, hvilket resultat ikke er signifikant forskelligt fra 0.

I forbindelse med forsøgene nr. 2, 4, 5, 7 og 8 er bestemt aminosyrer og nogle vigtige aminer i den ubehandlede og den stærkest pressede afgrøde, de tilsvarende ensilager og ensilagesaft samt i pressesaften. Der er hermed mulighed for en langt mere indgående beskrivelse af de kvælstofholdige stoffers omsætning, end det er sædvanligt ved ensileringsforsøg, hvorfor det er skønnet hensigtsmæssigt at omtale disse stoffers omsætning i et særligt afsnit.

## Omsætning af kvælstofholdige forbindelser ved ensilering

### Indledning

Som mål for proteinnedbrydning ved ensilering benyttes sædvanligvis At. Dette forenkede udtryk giver imidlertid ikke noget fuldstændigt billede af, hvilke omsætninger af afgrødens kvælstofholdige stoffer der finder sted ved ensileringen.

I reviews omhandlende ensileringsmikrobiologi og biokemi (Jensen, 1965, Whittenbury et al., 1967, Woolford, 1972, McDonald & Whittenbury, 1973, Ohshima & McDonald, 1978) behandles forskellige aspekter vedrørende ændringer i de kvælstofholdige stoffer ved høst og ensilering.

Straks efter høst og eventuel sønderdeling af afgrøden begynder en proteolyse af proteinstofferne. Proteolysen, der antagelig væsentligst sker under indvirkning af planternes egne enzymer, standser først, når der er opnået et lavt pH eller et højt tørstofindhold (udtørring).

Planternes enzymer synes også at kunne forårsage omdannelser af visse aminosyrer f.eks. decarboxylering af glutaminsyre til  $\gamma$ -aminosmørsyre. Prolin er fundet at kunne akkumulere i rajgræs under udtørring i langt større mængder end svarende til frigørelse ved proteolyse (Kemble & Macpherson, 1954). Planteenzymernes aktivitet standser, efterhånden som den mikrobielle aktivitet forstærkes.

Den mikrobielle aktivitet medfører en mere eller mindre omfattende nedbrydning af de frigjorte aminosyrer. Forskellige muligheder for aminosyrenedbrydning er gengivet i tabel 8 (efter Ohshima & McDonald, 1978). Enkelte aminosyrer som arginin og serin kan antagelig nedbrydes af mælkesyrebakterier, men den overvejende aminosyrenedbrydning skyldes aktiviteten af forskellige *Clostridium*-arter.

Da de forskellige arter har forskellig specificitet over for forskellige aminosyrer (Barker, 1961, Ohshima & McDonald, 1978), er det sandsynligt, at omfanget af nedbrydningen af de forskellige aminosyrer kan variere afhængig af, hvilke arter der bliver dominerende i de enkelte tilfælde. Antagelig er det ikke alle de nævnte processer, der har et omfang af betydning ved ensileringen under normale omstændigheder.

Omfanget af aminosyrenedbrydning kan nedsættes ved, at der hurtigst muligt under ensileringen opnås forhold, der begrænser clostridiernes aktivitet, f.eks. et lavt pH, der kan opnås ved en stærk mælkesyregæring eller eventuelt ved syretilsætning. Også et højt osmotisk tryk, opnået f.eks. ved forvejring af afgrøden, virker hæmmende på clostridiernes aktivitet (Wieringa, 1958, Marsh, 1979). Forvejring af afgrøden har også vist sig at kunne give mindre aminosyrenedbrydning ved ensilering (Drepper & Kedenburg, 1971).

Om den samme effekt kan opnås ved afpresning af saft fra afgrøden, er måske tvivlsomt. Saftafpresningen medfører ganske vist en højere tørstofprocent i presseresten, men de opløste stoffer, som er bestemmende for det osmotiske tryks størrelse, følger med saften.

Formålet med nærværende analyser har været at undersøge omfanget af nedbrydningen af kvælstofholdige forbindelser ved ensilering og specielt, om saftafpresningen øvede indflydelse herpå. De foretagne analyser for aminosyrer, aminer, nitrat, ammoniak og renprotein gør det muligt i nogen grad at få et indtryk af omfanget af ændringerne og arten af processer under ensileringen. Analyserne omfatter imidlertid kun et lille antal af de mulige dannelsesprodukter fra aminosyreomsætningen (se tabel 8), hvorfor det ikke er

**Table 8.** Katabolisme af aminosyrer og amider af proteolytiske clostridier. (Efter *Ohshima & McDonald, 1978*)  
*Katabolisme of aminoacids and amids of proteolytic clostridies. (After Ohshima & McDonald, 1978)*

1. Deaminering

Arginin	→ NH <sub>3</sub>
Asparagin	→ citrullin → ornithin + NH <sub>3</sub> + CO <sub>2</sub>
Asparaginsyre	→ asparaginsyre + NH <sub>3</sub>
Asparaginsyre	→ NH <sub>3</sub>
Glutamin	→ fumarisyre → eddikesyre + pyrodruesyre
Glutaminsyre	→ glutaminsyre + NH <sub>3</sub>
Glutaminsyre	→ NH <sub>3</sub>
Glutaminsyre	→ mesaconsyre → eddikesyre + pyrodruesyre
Histidin	→ NH <sub>3</sub>
Histidin	→ urocansyre → glutaminsyre + formamid
Lysin	→ eddikesyre + smørsyre + 2 NH <sub>3</sub>
Methionin	→ α-ketosmørsyre + methylmercaptan + NH <sub>3</sub>
Phenylalanin	→ phenylpropionsyre + NH <sub>3</sub>
Serin	→ pyrodruesyre + NH <sub>3</sub>
Threonin	→ α-ketosmørsyre + NH <sub>3</sub>
Tryptophan	→ indolpropionsyre + NH <sub>3</sub>
Tyrosin	→ p-hydroxyphenylpropionsyre + NH <sub>3</sub>

2. Decarboxylering

Arginin	→ ornithin → putrescin + CO <sub>2</sub>
Asparaginsyre	→ alanin + CO <sub>2</sub>
Glutaminsyre	→ γ-aminosmørsyre + CO <sub>2</sub>
Histidin	→ histamin + CO <sub>2</sub>
Lysin	→ cadaverin + CO <sub>2</sub>
Phenylalanin	→ β-phenetylamin + CO <sub>2</sub>
Serin	→ ethanolamin + CO <sub>2</sub>
Tryptophan	→ tryptamin + CO <sub>2</sub>
Tyrosin	→ tyramin + CO <sub>2</sub>

3. Oxidation/Reduktion\*) (nogle eksempler)

a) Oxidation

Alanin	+ 2 H <sub>2</sub> O	$\xrightarrow{-4 H}$	→ eddikesyre + NH <sub>3</sub> + CO <sub>2</sub>
Leucin	+ 2 H <sub>2</sub> O	$\xrightarrow{-4 H}$	→ isovalerianesyre + NH <sub>3</sub> + CO <sub>2</sub>
Isoleucin	+ 2 H <sub>2</sub> O	$\xrightarrow{-4 H}$	→ α-methylsmørsyre + NH <sub>3</sub> + CO <sub>2</sub>
Valin	+ 2 H <sub>2</sub> O	$\xrightarrow{-4 H}$	→ isosmørsyre + NH <sub>3</sub> + CO <sub>2</sub>

b) Reduktion

Glycin	$\xrightarrow{+2 H}$	→ eddikesyre + NH <sub>3</sub>
Prolin	$\xrightarrow{+2 H}$	→ δ-aminovalerianesyre
Ornithin	$\xrightarrow{+2 H}$	→ δ-aminovalerianesyre + NH <sub>3</sub>

\*) Kobles i såkaldte Stickland-reaktioner.



muligt i alle tilfælde at gøre fuldstændigt rede for omsætningsernes art.

### Resultater

I tabel 9–13 er vist resultaterne af analyserne for aminosyrer, aminer, nitrat, ammoniak og renprotein med angivelse af forbindelsernes indhold af kvælstof i pct. af totalkvælstof.

Resultaterne omfatter såvel frisk afgrøde (upresset og presset) som ensilage og ensilagesaft hidrørende herfra samt pressesaft. Hver tabel dækker en afgrødetype eller -art, tabel 9–10 forårsslæt af rajgræs ved 2 N-mængder, tabel 11 efterårsslæt af rajgræs, tabel 12 lucerne og tabel 13 ært.

Med hensyn til saftafpresningens betydning for afgrødens indhold af kvælstofholdige forbindelser kan følgende bemærkes. Den pressede afgrøde havde et lavere kvælstofindhold, i gennemsnit svarende til 2,5 pct. råprotein. Der var ikke entydige forskelle med hensyn til indholdet af renproteinkvælstoffets andel af totalkvælstoffet. Derimod var aminosyrekvælstoffets andel af totalkvælstof entydigt lidt højere i den pressede afgrøde, i gennemsnit 1,1 procentenheder.

Indholdet af aminosyrekvælstof var mindre end indholdet af renproteinkvælstof. Der kan være flere årsager til forskelle mellem disse størrelser. Aminosyrekvælstoffet indbefatter ikke amidkvælstoffet fra asparagin og glutamin, da dette fraspaltet ved hydrolysen og ej heller kvælstof i tryptophan, som ikke bestemtes, medens disse fraktioner, for så vidt de indgår i proteinstoffer, vil være indbefattet i renproteinkvælstof. På den anden side indgår kvælstoffet fra de frie aminosyrer ( $\div$  amidkvælstof) i aminosyrekvælstoffet, men ikke i renproteinkvælstoffet.

Målt på basis af foreliggende afgrøde var indholdet af nitratkvælstof mindst i den pressede afgrøde, hvilket måtte forventes, da det findes opløst i saften. Målt på basis af totalkvælstof var forskellene dog ikke store, fordi dette indhold også var mindre i presset afgrøde. Derimod var nitratkvælstoffets andel betydelig større i saften. Nitratindholdet var som forventet lavt i lucerne og ærter, men også i efterårsslættet af rajgræs til trods for et højt indhold af totalkvælstof.

Der var ikke nævneværdig forskel mellem presset og upresset afgrøde med hensyn til aminosyresammensætning eller mellem afgrøde og saft.

Generelt indeholdt afgrøderne kun spor af aminer, men enkelte undtagelser forekommer, hvilket antagelig skyldes en begyndende aminosyresomsætning inden nedfrysning af prøverne.

Det fremgår tydeligt af resultaterne for ensilagen og ensilagesaften, at der er sket betydelige ændringer i kvælstofsammensætningen ved ensileringen.

Fra at udgøre 69–83 pct. af totalkvælstoffet i den friske afgrøde er renproteinkvælstoffets andel sunket til 28–52 pct. i ensilagen, lavest for lucerne. Uden undtagelse er andelen højest i ensilagen fra den pressede afgrøde, i gennemsnit 4,4 procentenheder højere. Aminosyrekvælstoffets andel af totalkvælstof i ensilagen var mindre variabelt fra afgrøde til afgrøde (56–68 pct.). Det højere indhold af aminosyre- end af renproteinkvælstof viser, at der har været et betydeligt indhold af frie aminosyrer eller lavmolekylære peptider.

I tabellerne er også anført indholdet af enkelte ikke-proteinaminosyrer i prøverne af ensilage og ensilagesaft samt i nogle prøver af afgrøde og saft. Den normale aminosyreanalyse tillod bestemmelse af  $\alpha$ -aminosmørsyre, som imidlertid ikke fandtes i afgrøde- eller saftprøverne, men derimod i alle prøver af ensilage og ensilagesaft, hvor dens kvælstofindhold udgjorde 0,2–2,9 pct. af totalkvælstof.

Ornithin-N udgjorde op til 2,6 pct. af total-N i ensilage og ensilagesaft, men fandtes kun i minimale koncentrationer i de fleste af de analyserede afgrøde- og saftprøver. I lucernesaft fandtes dog et betydeligt indhold, formentlig hidrørende fra nedbrydning af arginin, hvoraf koncentrationen var lav. Indholdet af  $\gamma$ -aminosmørsyre-N udgjorde op til 5,9 pct. af total-N i ensilage og ensilagesaft. Selv om denne aminosyre normalt også findes i målelige koncentrationer i grønne planter, ses der i lucerne, hvor afgrøden er analyseret, at have været en betydelig dannelse ved ensileringen.

I alle tilfælde er der dannet aminer ved ensileringen, især i lucerne og ært, hvor amin-N udgjor-

**Tabel 9.** Indhold af kvælstof i forskellige forbindelser i procent af totalkvælstof i afgrøde, saft, ensilage og ensilagesaft fra upresset og presset rajgræs (forsøg 2, 215 kg N/ha, 1. slæt 31/5-1977)  
*Nitrogen content in different compounds as percentage of total nitrogen in crop, juice, silage and effluent from unpressed and pressed ryegrass (experiment 2, 215 kg N/ha, 1. cut 31/5-1977)*

	Upresset afgrøde			Presset afgrøde			
	afgrøde	ensilage	ensilagesaft	presset afgrøde	saft	ensilage	ensilagesaft
	<i>Unpressed crop</i>			<i>Pressed crop</i>			
	<i>crop</i>	<i>si-lage</i>	<i>ef-fluent</i>	<i>pressed crop</i>	<i>juice</i>	<i>si-lage</i>	<i>ef-fluent</i>
Lysin .....	6,24	4,17	4,62	6,55	6,13	4,92	5,96
Histidin .....	2,98	3,16	3,00	3,12	2,94	3,21	3,12
Arginin .....	10,21	3,88	2,22	10,84	10,19	4,69	4,31
Asparaginsyre .....	6,57	4,26	5,08	6,65	7,19	4,67	4,53
Threonin .....	3,02	1,49	2,17	3,07	3,01	1,92	1,85
Serin .....	3,44	1,60	2,36	3,57	3,42	2,09	1,99
Glutaminsyre .....	6,18	5,18	5,05	6,40	6,45	5,37	5,25
Prolin .....	4,03	4,06	4,47	3,95	3,73	3,75	4,17
Glycin .....	5,45	5,97	5,26	5,65	5,31	5,89	5,37
Alanin .....	6,72	11,65	11,71	6,58	5,71	10,67	12,41
Valin .....	3,57	4,14	4,09	3,83	3,69	3,95	4,04
Isoleucin .....	2,54	2,85	2,76	2,62	2,51	2,70	2,69
Leucin .....	4,63	4,88	4,42	4,86	4,54	4,65	4,27
Tyrosin .....	1,60	1,30	1,08	1,65	1,57	1,28	0,98
Phenylalanin .....	2,35	2,48	1,86	2,45	2,29	2,36	1,86
Cystin .....	0,75	0,79	0,60	0,74	0,73	0,59	0,44
Methionin .....	1,02	1,03	0,63	1,07	0,98	1,02	0,66
Σ aminosyrer .....	71,4	62,9	61,5	73,7	70,8	63,8	64,0
Ornithin .....	-	1,76	2,24	-	-	2,14	2,33
α-aminosmørsyre .....	0,00	1,50	0,89	0,00	0,00	1,19	1,32
γ-aminosmørsyre .....	-	3,29	5,79	-	-	2,45	3,84
Σ andre aminosyrer .....	-	6,6	8,9	-	-	5,8	7,5
Histamin .....	0,00	0,07	0,05	0,02	-	0,07	0,05
Putrescin .....	0,09	1,01	1,56	0,07	-	0,59	0,86
Tyramin .....	0,02	0,23	0,24	0,02	-	0,23	0,38
Cadaverin .....	0,11	1,33	1,90	0,07	-	0,64	0,87
Σ aminer .....	0,2	2,6	3,8	0,2	-	1,5	2,2
NH <sub>3</sub> .....	-	8,5	-	-	-	7,5	-
NO <sub>3</sub> .....	5,2	2,1	4,9	5,1	8,5	4,1	6,1
Renprotein .....	77,7	39,4	-	79,1	70,4	44,7	-
Total-N (% af tørstof) .....	2,88	2,94	4,36	2,50	4,68	2,65	6,25

- = Ikke bestemt. *Not determined.*

**Tabel 10.** Indhold af kvælstof i forskellige forbindelser i procent af totalkvælstof i afgrøde, saft, ensilage og ensilagesaft fra upresset og presset rajgræs (forsøg 4, 410 kg N/ha, 1. slæt 1/6-1977)  
*Nitrogen content in different compounds as percentage of total nitrogen in crop, juice, silage and effluent from unpressed and pressed ryegrass (experiment 4, 410 kg N/ha, 1. cut 1/6-1977)*

	Upresset afgrøde			Presset afgrøde			
	af- grøde	ensi- lage	ensila- gesaft	presset afgrøde	saft	ensi- lage	ensila- gesaft
	<i>Unpressed crop</i>			<i>Pressed crop</i>			
	<i>crop</i>	<i>si- lage</i>	<i>ef- fluent</i>	<i>pressed crop</i>	<i>juice</i>	<i>si- lage</i>	<i>ef- fluent</i>
Lysin .....	5,56	4,42	4,01	5,72	5,03	4,24	4,87
Histidin .....	2,71	2,77	2,52	2,71	2,45	3,03	2,61
Arginin .....	9,11	3,71	2,16	9,60	8,23	4,34	3,77
Asparaginsyre .....	6,82	4,50	5,94	6,62	7,48	5,19	5,08
Threonin .....	2,69	1,26	1,83	2,77	2,51	1,79	1,52
Serin .....	3,02	1,36	2,10	3,09	2,90	1,94	1,61
Glutaminsyre .....	5,81	5,19	4,56	6,00	5,97	5,39	4,67
Prolin .....	3,52	3,77	3,64	3,75	3,25	3,71	3,44
Glycin .....	4,76	5,31	4,15	5,04	4,31	5,47	4,29
Alanin .....	6,27	10,55	9,53	6,20	4,68	9,82	10,21
Valin .....	3,34	3,68	3,25	3,41	2,97	3,68	3,21
Isoleucin .....	2,21	2,54	2,17	2,33	2,04	2,52	2,11
Leucin .....	4,05	4,39	3,51	4,27	3,65	4,28	3,40
Tyrosin .....	1,41	1,33	1,08	1,48	1,27	1,17	0,81
Phenylalanin .....	2,08	2,33	1,53	2,15	1,90	2,17	1,49
Cystin .....	0,66	0,63	0,46	0,70	0,56	0,56	0,35
Methionin .....	0,88	0,88	0,52	0,89	0,81	0,94	1,42
Σ aminosyrer .....	65,0	58,7	53,0	66,8	60,0	60,3	54,1
Ornithin .....	—	1,80	2,22	—	—	1,39	2,03
α-aminosmørsyre .....	0,00	1,45	0,67	0,00	0,00	1,10	1,14
γ-aminosmørsyre .....	—	2,54	4,16	—	—	2,22	3,12
Σ andre aminosyrer .....	—	5,8	7,1	—	—	4,7	6,3
Histamin .....	0,02	0,52	0,03	0,00	—	0,04	0,24
Putrescin .....	0,04	1,19	0,74	0,02	—	1,15	0,55
Tyramin .....	0,01	0,29	0,05	0,00	—	0,25	0,26
Cadaverin .....	0,04	1,94	1,14	0,01	—	1,32	0,61
Σ aminer .....	-0,1	3,9	2,0	0,0	—	2,8	1,7
NH <sub>3</sub> .....	—	7,2	—	—	—	7,1	—
NO <sub>3</sub> .....	12,6	11,7	20,9	12,0	18,9	10,7	17,8
Renprotein .....	68,8	35,8	—	77,0	62,2	41,9	—
Total-N (% af tørstof) .....	3,86	3,70	4,61	3,31	5,92	3,36	6,05

— = Ikke bestemt. *Not determined.*

**Tabel 11.** Indhold af kvælstof i forskellige forbindelser i procent af totalkvælstof i afgrøde, saft, ensilage og ensilagesaft fra upresset og presset rajgræs (forsøg 5, 106 kg N/ha, 4. slæt 10/10-1977)  
*Nitrogen content in different compounds as percentage of total nitrogen in crop, juice, silage and effluent from unpressed and pressed ryegrass (experiment 5, 106 kg N/ha, 4. cut 10/10-1977)*

	Upresset afgrøde			Presset afgrøde			
	af- grøde	ensi- lage	ensila- gesaft	presset afgrøde	saft	ensi- lage	ensila- gesaft
	<i>Unpressed crop</i>			<i>Pressed crop</i>			
	<i>crop</i>	<i>si- lage</i>	<i>ef- fluent</i>	<i>pressed crop</i>	<i>juice</i>	<i>si- lage</i>	<i>ef- fluent</i>
Lysin .....	6,20	3,66	2,59	6,20	6,04	3,41	0,83
Histidin .....	3,02	2,42	2,01	2,93	2,94	1,94	0,68
Arginin .....	11,19	6,05	0,79	11,07	10,59	6,10	0,53
Asparaginsyre .....	6,67	4,38	4,86	6,60	6,75	4,43	2,40
Threonin .....	3,33	2,96	3,00	3,26	3,08	2,26	1,25
Serin .....	3,52	2,91	2,53	3,46	3,45	2,36	0,87
Slutaminsyre .....	6,63	4,75	3,17	6,55	5,92	4,52	2,78
Prolin .....	3,50	4,02	2,58	3,57	3,54	3,64	3,63
Glysin .....	6,24	6,82	5,60	6,14	5,58	6,50	5,55
Alanin .....	7,33	10,73	10,58	7,26	7,13	11,00	14,75
Valin .....	4,03	4,52	3,71	3,98	3,62	4,33	4,10
Isoleucin .....	2,73	3,11	2,38	2,71	2,61	2,94	2,68
Leucin .....	5,00	5,40	4,02	4,99	4,64	5,17	4,31
Tyrosin .....	1,84	1,23	0,61	1,78	1,71	1,18	0,19
Phenylalanin .....	2,70	2,81	1,76	2,59	2,41	2,68	1,74
Cystin .....	0,81	0,81	1,55	0,80	0,80	0,76	0,43
Methionin .....	1,09	1,07	0,57	1,09	0,93	1,14	0,58
Σ aminosyrer .....	75,9	67,8	51,4	75,1	71,7	64,5	47,8
Ornithin .....	–	0,58	2,58	–	0,07	0,28	0,13
α-aminosmørsyre .....	0,00	0,52	0,19	0,00	0,00	1,14	2,18
γ-aminosmørsyre .....	–	4,26	5,76	–	1,11	4,18	3,68
Σ andre aminosyrer .....	–	5,4	8,5	–	1,2	5,6	6,0
Histamin .....	0,15	0,47	0,47	0,02	0,04	0,95	2,03
Putrescin .....	0,36	1,17	1,42	0,03	0,04	1,93	4,14
Tyramin .....	0,04	0,39	0,57	0,00	0,01	0,44	0,99
Cadaverin .....	0,00	1,57	2,77	0,00	0,02	2,58	5,66
Σ aminer .....	0,6	3,6	5,2	0,1	0,1	5,9	12,8
NH <sub>3</sub> .....	–	8,9	–	–	–	9,0	–
NO <sub>3</sub> .....	1,2	0,3	1,2	1,0	2,0	0,2	1,1
Renprotein .....	83,2	51,3	–	80,2	67,5	52,4	–
Total-N (% af tørstof) .....	4,39	4,29	5,55	4,17	5,83	4,15	5,73

– = Ikke bestemt. *Not determined.*

**Tabel 12.** Indhold af kvælstof i forskellige forbindelser i procent af totalkvælstof i afgrøde, saft, ensilage og ensilagesaft fra upresset og presset lucerne (forsøg 7, 2. slæt 18/7-1978)  
*Nitrogen content in different compounds as percentage of total nitrogen in crop, juice, silage and effluent from unpressed and pressed lucerne (experiment 7, 2. cut 18/7-1978)*

	Upresset afgrøde			Presset afgrøde			
	af- grøde	ensi- lage	ensila- gesaft	presset afgrøde	saft	ensi- lage	ensila- gesaft
	<i>Unpressed crop</i>			<i>Pressed crop</i>			
<i>crop</i>	<i>si- lage</i>	<i>ef- fluent</i>	<i>pressed crop</i>	<i>juice</i>	<i>si- lage</i>	<i>ef- fluent</i>	
Lysin .....	7,18	1,99	2,23	7,41	6,93	2,23	1,25
Histidin .....	3,61	1,14	0,63	3,70	3,44	1,20	0,47
Arginin .....	10,39	2,07	1,30	10,66	6,32	2,17	0,55
Asparaginsyre .....	7,93	2,45	3,13	7,61	8,91	3,17	3,49
Threonin .....	3,06	0,91	0,67	3,22	3,27	0,91	0,79
Serin .....	3,61	1,16	0,89	3,72	3,43	1,20	1,03
Glutaminsyre .....	5,72	2,04	2,49	5,85	6,04	2,21	2,26
Prolin .....	3,58	3,09	2,67	3,36	3,41	3,80	3,42
Glycin .....	5,42	6,84	5,17	5,72	5,56	6,74	5,49
Alanin .....	5,63	14,74	11,21	5,71	5,64	12,96	11,26
Valin .....	3,95	5,00	3,96	4,05	3,97	4,73	4,27
Isoleucin .....	2,77	3,92	2,88	3,06	2,90	3,55	3,09
Leucin .....	4,83	6,13	4,51	5,10	4,98	5,58	4,82
Tyrosin .....	1,85	0,61	0,50	1,91	1,52	0,64	0,23
Phenylalanin .....	2,68	2,93	2,28	2,70	2,75	2,87	2,27
Cystin .....	0,88	0,49	0,47	0,86	0,87	0,46	0,34
Methionin .....	1,02	1,23	0,71	1,13	1,01	1,18	0,75
<b>Σ aminosyrer .....</b>	<b>74,1</b>	<b>56,7</b>	<b>45,7</b>	<b>75,7</b>	<b>71,0</b>	<b>55,6</b>	<b>45,8</b>
Ornithin .....	0,01	0,13	0,42	0,00	1,96	0,00	0,02
α-aminosmørsyre .....	0,00	1,02	0,45	0,00	0,00	1,29	0,96
γ-aminosmørsyre .....	1,21	5,91	4,78	0,96	1,35	5,30	4,64
<b>Σ andre aminosyrer .....</b>	<b>1,2</b>	<b>7,1</b>	<b>5,7</b>	<b>1,0</b>	<b>3,3</b>	<b>6,6</b>	<b>5,6</b>
Histamin .....	0,04	2,96	2,31	0,03	0,00	3,00	2,28
Putrescin .....	0,02	4,75	3,29	0,00	0,00	4,32	3,78
Tyramin .....	0,00	1,07	0,95	0,00	0,00	1,31	1,10
Cadaverin .....	0,04	6,57	4,45	0,00	0,00	6,33	5,46
<b>Σ aminer .....</b>	<b>0,1</b>	<b>15,4</b>	<b>11,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>15,0</b>	<b>12,6</b>
NH <sub>3</sub> .....	-	16,9	-	-	-	15,4	-
NO <sub>3</sub> .....	1,5	0,0	0,2	0,9	0,6	0,3	0,4
Renprotein .....	77,0	27,6	-	79,1	70,6	30,5	-
<b>Total-N (% af tørstof) .....</b>	<b>3,88</b>	<b>3,35</b>	<b>6,29</b>	<b>3,40</b>	<b>5,68</b>	<b>3,04</b>	<b>6,01</b>

- = Ikke bestemt. *Not determined.*

**Tabel 13.** Indhold af kvælstof i forskellige forbindelser i procent af totalkvælstof i afgrøde, saft, ensilage og ensilagesaft fra upresset og presset ært (forsøg 8, slæt 6/7-1977)  
*Nitrogen content in different compounds as percentage of total nitrogen in crop, juice, silage and effluent from unpressed and pressed pea (experiment 8, cut 6/7-1977)*

	Upresset afgrøde			Presset afgrøde			
	af- grøde	ensi- lage	ensila- gesaft	presset afgrøde	saft	ensi- lage	ensila- gesaft
	<i>Unpressed crop</i>			<i>Pressed crop</i>			
	<i>crop</i>	<i>si- lage</i>	<i>ef- fluent</i>	<i>pressed crop</i>	<i>juice</i>	<i>si- lage</i>	<i>ef- fluent</i>
Lysin .....	6,60	2,34	2,22	6,66	6,20	3,03	0,93
Histidin .....	3,30	2,38	2,12	3,35	3,10	3,08	0,97
Arginin .....	9,71	3,58	1,78	9,31	9,02	4,31	0,57
Asparaginsyre .....	7,06	4,96	5,27	7,00	7,74	5,12	1,53
Threonin .....	2,96	1,67	1,82	3,02	2,67	1,87	0,46
Serin .....	3,65	1,93	2,36	3,71	3,48	2,15	0,58
Glutaminsyre .....	7,44	5,86	5,91	6,84	7,42	6,08	3,87
Prolin .....	3,56	3,69	3,58	3,75	3,77	4,05	0,69
Glycin .....	5,31	5,91	4,56	5,54	4,69	5,94	3,43
Alanin .....	5,67	10,12	9,12	5,58	4,94	10,18	15,75
Valin .....	3,75	4,07	3,44	3,78	3,39	4,00	3,98
Isoleucin .....	2,57	2,92	2,42	3,03	2,39	2,86	2,67
Leucin .....	4,54	4,94	3,92	5,11	4,23	4,75	4,25
Tyrosin .....	1,75	0,83	0,81	1,79	1,60	1,01	0,25
Phenylalanin .....	2,31	2,47	1,71	2,39	2,07	2,40	1,75
Cystin .....	0,69	1,63	0,52	0,67	0,72	0,72	0,34
Methionin .....	0,83	0,92	0,57	0,89	0,79	0,95	0,30
Σ aminosyrer .....	71,7	59,2	53,0	72,5	68,2	62,5	42,6
Ornithin .....	-	0,09	0,57	-	0,03	0,00	0,07
α-aminosmørsyre .....	0,00	1,55	0,96	0,00	0,00	1,36	2,88
γ-aminosmørsyre .....	-	2,59	2,15	-	2,09	2,25	2,65
Σ andre aminosyrer .....	-	4,2	3,7	-	2,1	3,6	5,6
Histamin .....	0,01	1,18	0,68	0,02	0,03	0,54	0,50
Putrescin .....	0,03	2,67	2,08	0,05	0,05	2,37	1,51
Tyramin .....	0,01	0,77	0,53	0,01	0,01	0,51	0,99
Cadaverin .....	0,03	3,68	3,33	0,00	0,09	3,18	0,60
Σ aminer .....	0,1	8,3	6,6	0,1	0,2	6,6	3,6
NH <sub>3</sub> .....	-	8,1	-	-	-	7,6	-
NO <sub>3</sub> .....	1,2	0,3	0,7	1,4	2,1	0,1	0,7
Renprotein .....	77,0	38,4	-	76,6	66,2	44,9	-
Total-N (% af tørstof) .....	2,85	2,79	4,30	2,49	4,39	2,51	4,12

- = Ikke bestemt. *Not determined.*

**Tabel 14.** Indhold af aminosyre- og totalkvælstof i ensilage (inklusive ensilagesaft) i procent af indhold i frisk upresset eller presset afgrøde  
*Content of amino acid and total nitrogen in silage (inclusive effluent) as percentage of the content in fresh unpressed or pressed crop*

Afgrøde <i>Crop</i>	Rajgræs <i>Ryegrass</i>		Lucerne <i>Lucerne</i>		Ært <i>Pea</i>					
N-gødskning (kg/ha) <i>N-fertilization</i>	215		410		106					
Udbringningsdato <i>Date of dressing</i>	28/4		28/4		25/8					
Slættdato <i>Date of cutting</i>	31/5-77		1/6-77		10/10-77		18/7-78	6/7-77		
Presning <sup>1)</sup> <i>Pressing<sup>1)</sup></i>	u	p	u	p	u	p	u	p	u	p
Lysin .....	69	79	77	77	53	54	25	26	36	46
Histidin .....	107	107	98	115	73	65	26	27	72	92
Arginin .....	37	45	37	46	46	54	17	17	35	46
Asparaginsyre .....	67	73	68	81	61	66	29	37	71	74
Threonin .....	53	65	50	66	83	68	25	25	57	62
Serin .....	50	61	48	65	75	67	27	28	55	58
Glutaminsyre .....	85	87	86	92	64	68	33	33	80	89
Prolin .....	103	99	104	102	103	100	75	99	104	108
Glycin .....	109	108	105	110	100	104	108	102	109	108
Alanin .....	176	170	162	164	135	149	224	198	177	184
Valin .....	118	107	106	111	102	107	108	102	107	107
Isoleucin .....	114	107	110	111	103	106	121	101	112	95
Leucin .....	106	99	103	102	98	102	108	96	106	93
Tyrosin .....	81	80	90	80	59	65	29	28	48	57
Phenylalanin .....	103	99	104	103	93	101	93	92	104	101
Cystin .....	103	80	89	82	91	92	50	47	88	107
Methionin .....	98	98	92	113	88	103	98	91	108	107
Σ aminosyrer .....	89	90	87	93	81	84	73	71	82	87
Total-N .....	102	104	98	103	92	98	89	88	101	101

<sup>1)</sup> u = upresset *unpressed*, p = presset *pressed*.

de op til henholdsvis 15 og 8 pct. af total-N. Amindannelsen synes at øges med stigende kvælstofindhold i græsset.

Indholdet af NH<sub>3</sub>-N var også højt i lucerneensilagen, 15-17 pct. af totalkvælstof, men ret ens for de øvrige afgrøder (7-9 pct.).

Med undtagelse af efterårsslættet af rajgræs var indholdet af såvel amin-N som NH<sub>3</sub>-N lavest i ensilagen efter den pressede afgrøde.

Nitratindholdet var også formindsket ved ensileringen, men udgjorde stadig en betydelig del af totalkvælstof i ensilagen efter det stærkt gødede rajgræs (tabel 10).

Aminosyresammensætningen er også ændret tydeligt ved ensileringen, idet andelen af nogle aminosyrer er mindsket, medens andre er forøget. Ændringerne var generelt større for ensilagesaften end for ensilagen.

På grund af opdelingen i ensilage og ensilagesaft kan det være vanskeligt at følge omfanget af de skete ændringer i aminosyreindholdet. For at lette på overskueligheden og bedre kunne sammenligne afgrøderne er der foretaget en beregning af totalindholdet af de enkelte aminosyrer i ensilage og ensilagesaft i den hertil svarende mængde af det grønne udgangsmateriale. Resultaterne er sammenstillet i tabel 14.

De laveste procentiske resttal, dvs. den største nedbrydning, findes for arginin, men for lysin findes i nogle tilfælde tilsvarende lave tal. Den tredje basiske aminosyre, histidin, findes i de fleste tilfælde med noget højere procenttal, op til lidt over 100, men i lucerne findes lige så lave værdier som for lysin. Også de sure aminosyrer, asparaginsyre og glutaminsyre (inklusive deres amider, asparagin og glutamin) nedbrydes en del, mest for asparaginsyrens vedkommende. Threonin og serin er ligeledes i alle tilfælde blevet en del nedbrudt og har i de fleste tilfælde lavere resttal end de sure aminosyrer.

Den sidste af de registrerede aminosyrer, som i alle tilfælde er blevet mere eller mindre nedbrudt, er tyrosin, hvor 10–72 pct. er forsvundet.\*

Af de svovlholdige aminosyrer er cystin øjensynligt mest labil, men det er dog kun for lucerne, at der er store tab (ca. 50 pct.). Methionin synes at bevares 100 pct. ved ensileringen. Det må tages i betragtning, at bestemmelsen af de svovlholdige aminosyrer er mere usikker end af de øvrige aminosyrer.

En del aminosyrer havde en højere »genfindelsesprocent« end 100, især alanin, som fandtes i en mængde af 135–224 pct. af mængden i udgangsmaterialet. Glycin, valin og isoleucin havde generelt procenttal på lidt over 100 (gennemsnit 106, 108 og 108 pct.), medens prolin, leucin og phenylalanin lå tæt på 100 pct. (gennemsnit 100, 101 og 99 pct.).

På grund af procenttal på over 100 for nogle aminosyrer fortæller procenttallene for summen af aminosyrer ikke noget generelt om omfanget af aminosyrenedbrydningen. De laveste værdier findes dog for lucerne, som også har noget lavere værdier end de øvrige afgrøder for de aminosyrer, der som oven for omtalt er udsat for nedbrydning.

For lucerne fandtes også en lavere genfindelse af totalkvælstof i ensilage og ensilagesaft (<90 pct.) end for de øvrige afgrøder.

Der synes at kunne være nogen vekselvirkning mellem afgrødens art og nedbrydningen af de enkelte aminosyrer. Således fandtes en mindre nedbrydning, dvs. større resttal, for lysin, histidin, glutaminsyre og tyrosin i ensilage fra forsømerslættene af rajgræs end i ensilagen fra efterårsslættet, medens det modsatte var tilfældet for threonin og serin.

Skønt der ikke var en helt entydig effekt af saftafpresning med hensyn til omfanget af nedbrydning af de enkelte aminosyrer, er det tydeligt, at der i de fleste tilfælde findes et større restindhold i ensilage af den pressede afgrøde, hvilket også går igen i gennemsnitstallene, som er anført i tabel 15.

Der kan redegøres for en ret stor del af nogle af de manglende aminosyrer ved amidannelsen. Målt på de samlede totalmængder udgjorde cadaverin således ca. 90 pct. af lysintabet, putrescin sammen med ornithin udgjorde 87 pct. af arginintabet, histamin 92 pct. af histidintabet, medens tyramin udgjorde 74 pct. af tyrosintabet. Tallene dækker over en del variation, men da der kun er foretaget enkeltanalyser for såvel aminosyrer som aminer, og da der indføjes nogen usikkerhed ved beregningerne, er gennemsnitstallene skønnet at være mest relevante. Dækningsgraden er sandsynligvis reelt noget større, end disse tal viser, da ekstraktionsmetoden (enkelt ekstraktion) har vist sig kun at give ca. 90 pct. genfindelse.

### Diskussion og konklusion

Et af formålene med udpresning af saft er at undgå saftafløb. Imidlertid viser forsøgene, at saftudpresningen formindsker saftafløbet langt mindre end det måtte forventes – gennemsnitlig er saftafløbet kun formindsket med ca. 40 procent af den udpresede mængde saft. Et vist mål for, hvor meget saft, der må presses ud, for at saftafløb kan undgås, giver den totale mængde saft – udpreset saft + ensilagesaft. Denne mængde vil naturligvis være afhængig af afgrødens tørstofprocent. I fig. 4 er vist regressionen mellem afgrødens tørstofpro-



**Tabel 15.** Gennemsnitlige indhold af aminosyrekvælstof i ensilage (inklusive ensilagesaft) i procent af indhold i frisk afgrøde beregnet h.h.v. for samtlige afgrøder samt for upressede eller pressede afgrøder  
*Average content of amino acid nitrogen in silage (inclusive effluent) in percentage of the content in fresh crop calculated for all crops and for unpressed or pressed crops respectively*

	Samtlige afgrøder <i>All crops</i>	Upressede afgrøder <i>Unpressed crops</i>	Pressede afgrøder <i>Pressed crops</i>
Lysin .....	54	52	56
Histidin .....	78	75	81
Arginin .....	38	34	42
Asparaginsyre .....	63	59	66
Threonin .....	55	54	57
Serin .....	53	51	56
Glutaminsyre .....	72	69	74
Prolin .....	100	98	102
Glycin .....	106	106	106
Alanin .....	174	175	173
Valin .....	108	108	107
Isoleucin .....	108	112	104
Leucin .....	101	104	98
Tyrosin .....	62	61	62
Phenylalanin .....	99	100	99
Cystin .....	83	84	81
Methionin .....	100	97	102
Σ aminosyrer .....	84	82	85

cent og den samlede mængde saft (beregnet ud fra tabel 4). I de forsøg, hvor der er anvendt to pressegrader, er den stærkeste pressegrad benyttet ved regressionsberegningen.

Det bemærkes, at hvis saftfløb skal undgås, må der udpresses noget mere saft, end det fremgår af figuren, da ensilagesaft ved beregningen er tillagt samme vægt som udpresset saft, til trods for at saftfløbet, som før omtalt, kun er reduceret med 40 pct. af den udpressede saftmængde.

Ved saftudpresningen opnås en presset afgrøde med et lavere råproteinindhold end den oprindelige afgrøde. Virkningen af saftudpresningen er dog temmelig beskeden (sml. tabel 2), og ønskes råproteinindholdet sænket stærkt, f.eks. fra 25 til 18 pct., må der udpresses langt mere saft, end det er nødvendigt for at undgå saftfløb.

Saftudpresningen har givet en tendens i retning af forbedret ensilagekvalitet. Om denne virkning kan tilskrives saftudpresningen som sådan, eller den stærke findeling, som saftudpresningen

medfører, kan ikke afgøres. Virkningen må imidlertid betegnes som ubetydelig og langt mindre end den virkning, der opnås ved fortørring.

Ved saftudpresningen fjernes let fordøjeligt stof fra afgrøden, hvorfor det må forventes, at fordøjeligheden af organisk stof reduceres en del. Med de relativt små mængder saft, der i forsøgene er fjernet fra afgrøden var den nedgang, der måtte forventes meget beskeden kun ca. 1,5 procentenheder, og den reduktion, der faktisk blev konstateret, var kun 0,86 procentenheder, hvilket resultat ikke er signifikant forskelligt fra nul. Imidlertid må det nok forventes, at hvis der udpresses større mængder saft, og/eller afgrøden har en lavere fordøjelighed, vil der kunne konstateres en signifikant – men stadig beskeden reduktion af fordøjeligheden af organisk stof.

For ensilage af henholdsvis ubehandlet og presset afgrøde må forskellen i fordøjelighed forventes at være endnu mindre, idet der også sker tab af let fordøjeligt stof med ensilagesaften. I

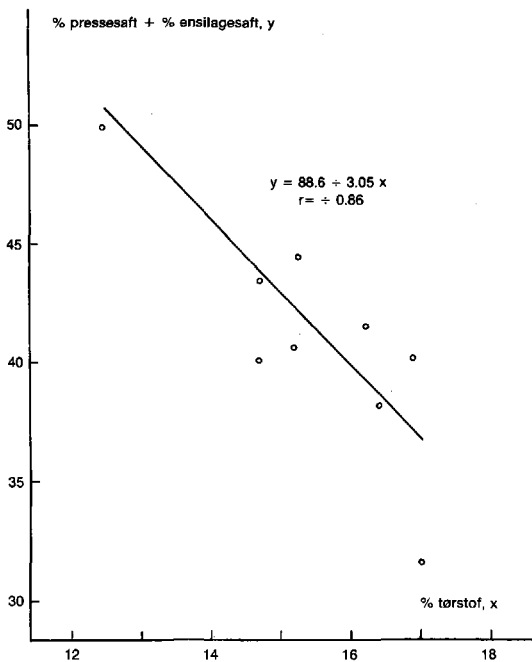


Fig. 4. Pressesaft + ensilagesaft som funktion af afgrødens tørstofprocent.  
*Relationship between percentage of DM in crop and percentage of juice + effluent.*

overensstemmelse hermed fandtes ikke signifikant forskel på fordøjeligheden af organisk stof i de to ensilage typer.

Ved ensileringen sker en omfattende nedbrydning af proteinstofferne. De ændringer i indholdet af de enkelte aminosyrer, der er fundet i forsøgene synes at være mere eller mindre generelle og i overensstemmelse med andre undersøgelser (Drepper & Kedenburg, 1971, Vuyst *et al.*, 1971, Mo, 1977, Barry *et al.*, 1978b, Lessard, 1978).

Generelt findes den stærkeste nedbrydning af aminosyrer med polære grupper i sidekæderne, såsom carboxylgrupper (asparaginsyre og glutaminsyre), amidgrupper (asparagin og glutamin), hydroxylgrupper (threonin, serin og tyrosin), N-holdige grupper (lysin, arginin og histidin).

Derimod var der ingen stærk nedbrydning af de svovlholdige aminosyrer. Drepper og Kedenburg (1971) fandt i nogle tilfælde en meget stor forøgelse af de svovlholdige aminosyrer, hvilket ikke har kunnet bekræftes af de her fundne resultater.

Aminosyrer med ikke-polære sidekæder (glycin, alanin, valin, isoleucin, leucin, prolin og phenylalanin) synes generelt at være stabile. For nogle af disse aminosyrer er der endog sket en forøgelse, især af alanin, hvilket synes at være almindeligt ved ensilering (Ohshima & McDonald, 1978).

Dannelsen af alanin sker sandsynligvis bl.a. ved  $\beta$ -decarboxylering af asparaginsyre, som kan foretages af en *Clostridium*-art (*C. Welchii*) (Barker, 1961). Der er dog dannet betydeligt mere alanin end svarende til nedgangen i asparaginsyre. En anden mulighed for dannelse af alanin er måske ud fra serin ved deaminering til pyrodruesyre (se tabel 8) og transaminering af denne i lighed med, at det er antaget, at  $\alpha$ -aminosmørsyre dannes ud fra threonin (Ohshima & McDonald, 1978).

Med undtagelse af lucerne, hvor threonintabet var betydeligt større end dannelsen af  $\alpha$ -aminosmørsyre, var der en god overensstemmelse (nær 100 pct.) mellem disse størrelser, hvilket stemmer overens med resultater af Barry *et al.* (1978b), hvilket sandsynliggør, at det er denne omdannelsesproces, som er sket.

Modsat asparaginsyre, hvor der sker en  $\beta$ -decarboxylering med dannelse af alanin, sker der for glutaminsyre en  $\alpha$ -decarboxylering med dannelse af  $\gamma$ -aminosmørsyre (se tabel 8). I lucerne, hvor denne beregning kunne foretages, udgjorde den dannede  $\gamma$ -aminosmørsyre 97 pct. af nedgangen i glutaminsyre.

Forøgelsen af mængden af valin og isoleucin må være sket ved mere komplicerede biokemiske processer, måske ved syntese af bakterieprotein. En forøgelse er også fundet i andre tilfælde (Drepper & Kedenburg, 1971, Mo, 1977), men en mindre nedbrydning af disse og andre alifatiske aminosyrer synes at kunne forekomme (Vuyst *et al.*, 1971).

Dannelsen af aminer synes at være almindelig ved ensilering (Macpherson, 1962, Neumark *et al.*, 1964, Macpherson & Violante, 1966a, Voss, 1966, Hughes, 1970).

Amindannelsen sker ved decarboxylering af aminosyrer ved deltagelse af forskellige *Clostridium*-arter i fermenteringsprocesserne (se tabel 8).

En hurtig mælkesyregæring og dermed et hurtigt fald i pH kan hæmme aktiviteten af clostridierne og dermed amindannelsen (*Macpherson & Violante, 1966b*).

Mælkesyrebakteriernes aktivitet kan dog muligvis også medføre omdannelse af arginin til ornithin med samtidig dannelse af ammoniak (*Ohshima & McDonald, 1978*). Ornithin kan videre decarboxyleres til putrescin. Nedbrydningen af arginin synes at have samme udstrækning som proteolysen. Resttallene for arginin (tabel 14) er af nær samme størrelsesorden som indholdet af renprotein-N målt i procent af total-N i ensilagen (tabel 9-13). Den omfattende nedbrydning af arginin er i overensstemmelse med, at *Hughes* (1970) ikke kunne konstatere fri arginin i 2 til 18 måneder gammel ensilage. Da der også dannes ammoniak ved argininedbrydningen, er det sandsynligt, at ammoniakdannelsens omfang er korreleret med proteolysen.

Det synes overvejende i disse forsøg at have været tale om decarboxylering ved aminosyrenedbrydningen. En deaminering må dog formodes at have fundet sted for asparagin og glutamin medførende et væsentligt bidrag til ammoniakdannelsen.

Den høje dækningsgrad af tabet af arginin, lysin, histidin og tyrosin ved de tilsvarende aminer (putrescin (+ornithin), cadaverin, histamin og tyramin) tyder på en ret ensidig omdannelse af disse aminosyrer og stabilitet af de dannede aminer.

Den omfattende aminosyrenedbrydning og amin- og ammoniakdannelse i lucerne skyldes sandsynligvis, at pH ikke er sænket tilstrækkeligt til hurtigt at standse clostridieaktiviteten. I lucerneensilagen var pH ca. 5, i rajgræsensilagen i forsøg 3 ca. 4,7, medens pH i ensilagen af de øvrige afgrøder var på 4,3 eller derunder.

Den manglende dækning i total-kvælstof i lucerneensilagen i forhold til det grønne materiale skyldes sandsynligvis bortgang af flygtige aminer ved tørringen, idet tabet heraf stiger med stigende pH (*Barnett, 1954*).

Vurdering af, hvilken konsekvens den stærke proteinnedbrydning har for ensilagens værdi som foder og navnlig som proteinkilde for drøvtyggedyr, må baseres på vort kendskab til, hvordan disse

dyr omsætter N-holdige forbindelser. De senere års vomfysiologiske undersøgelser har vist, at hovedparten af preteinkvælstoffet i drøvtyggenes foder nedbrydes i vommen til ammoniak, der danner basis for syntese af bakterieprotein.

Dette bakterieprotein dækker almindeligvis den største del af dyrenes proteinbehov, medens kun en mindre del dækkes af foderprotein, der passerer vommen uden at blive nedbrudt. En nærmere omtale af den forskning, der har ført til denne erkendelse falder uden for denne beretnings rammer, og her skal kun henvises til enkelte danske afhandlinger (*Madsen et al., 1977, Møller, 1973, Hvelplund et al., 1976, Mason, 1975*).

En af konsekvenserne af denne erkendelse har været, at man i foderstofvurderingen baserer beregningen af foderets proteinværdi på dets indhold af råprotein ( $N \times 6,25$ ) mod tidligere renprotein. Dette betyder, at vurderet ud fra de officielle metoder har den stærke proteinnedbrydning ingen indflydelse på proteinværdien.

Af forskellige årsager er det dog rimeligt at antage, at proteinnedbrydningen medfører en væsentlig forringelse af proteinværdien. For det første angribes lavmolekylære N-forbindelser meget hurtigt af vommens mikroorganismer, hvorved der bliver risiko for, at ammoniakken fraspaltes så hurtigt, at det ikke kan udnyttes effektivt ved proteinsyntese. *McDonald* og *Edwards* (1976) fandt således, at den maksimale ammoniakkoncentration i vommen var stærkt korreleret med ensilagens indhold af ikke-protein-N i ensilagen.

Der må sikkert også regnes med, at jo stærkere proteinet er nedbrudt i ensilagen, desto mindre bliver den del af råproteinet, der går unedbrudt gennem vommen, og dermed kan bidrage direkte til dækning af dyrenes proteinbehov, hvilket især vil være af betydning for højtydende dyr. I overensstemmelse hermed fandt *Barry et al.* (1978a) i forsøg med får, at ved tilsætning af ensileringsmidler (formaldehyd eller myresyre), der reducerer proteinnedbrydningen, forøgedes N-retentionen.

Den stærke proteinnedbrydning følges også af en nedsættelse af dyrenes ædelyst. Såvel den forringede kvælstofretention som den forringede

ædelyst synes væsentligst at stå i relation til decarboxyleringsprocesser, der bedst måles ved dannelsen af alanin og  $\alpha$ - og  $\gamma$ -aminosmørsyre, medens deamineringsprocesser synes at være af langt mindre betydning for ensilagens foderværdi.

Om nedsættelse af ædelysten skyldes de dannede aminer eller andre forhold ved ensilagen er uvist. *Neumark et al.* (1964) fandt således, at ædelysten var korreleret med ensilagens indhold af tryptamin, men tilsætning af aminer (histamin, tyramin og tryptamin) havde ingen effekt.

Nogle aminer har en kraftig fysiologisk virkning (*Lovenberg*, 1974), men for drøvtyggere, hvor aminer er et normalt produkt af bakterieomsætningen i vommen, er det dog tvivlsomt, at dette har nogen betydning (*Hegarty & Peterson*, 1973).

Hvilken betydning, foderets aminosyresammensætning må tillægges, er for tiden uvist. Det synes dog klart, at sammensætningen af den totale mængde protein er af underordnet betydning, eftersom en stor del nedbrydes i vommen. Det, der er af interesse, er utvivlsomt aminosyresammensætningen af den del af proteinet, der ikke nedbrydes i vommen, og for denne dels vedkommende må en aminosyresammensætning, der kompletterer det absorberede bakterieprotein, formodes at være optimal.

Tabeller indeholdende alle data fra forsøgene kan rekvireres fra Statens Forsøgsstation, Ødum.

## Litteratur

*Barker, H. A.* (1961): Fermentation of nitrogenous organic compounds. *The Bacteria*, Vol 2: Metabolism, 151-207. Academic Press 1961.

*Barnett, A. J. G.* (1954): Silage Fermentation. P. 208. Butterworths Scientific Publications. London 1954.

*Barry, T. N., Cook, J.E. & Wilkins, R. J.* (1978a): The influence of formic acid and formaldehyde additives and type of harvesting machine on the utilization of nitrogen in lucerne silages. 1. Voluntary intake and nitrogen retention of young sheep consuming the silages with and without intraperitoneal supplement of DL-methionine. *J. Agric. Sci.* 91, 701-716.

*Barry, T. N., Mundell, D. C., Wilkins, R. J. & Beever, D. E.* (1978b): The influence of formic acid and formaldehyde additives and type of harvesting machine on the utilization of nitrogen in lucerne silage.

2. Change in amino-acid composition during ensiling and their influence on nutritive value. *J. Agric. Sci.* 91, 717-725.

*Connell, J. & Foxell, P. R.* (1976): Green crop fractionation, the products and their utilization by cattle, pigs and poultry: Biennial Reviews, National Institute for Research in Dairying, 21-41.

*Drepper, K. & Kedenburg, C. P.* (1971): Rohrnährstoff- und Aminosäuregehalte in Wiesenschwingel und Rotklee sowie deren Beeinflussung durch Silieren. *Landwirtsch. Forsch.* 24, 238-248.

*Greenhalgh, J. F. D. & Reid, G. W.* (1975): Mechanical processing of wet roughage. *Proc. of the Nutrition Society* 34, 74 A.

*Hegarty, M. P. & Peterson, P. J.* (1973): Free amino acids, bound amino acids, amines and ureides. In *Chemistry and Biochemistry of Herbage*, Vol. 1, 1-62. Academic Press, London.

*Hibbs, J. W., Conrad, H. R. & Johnson, W.* (1968): Macerated, dewatered vs. Wilted alfalfa-grass silage for dairy cows. *Res. Bull.* 1013. Ohio Agric. Res. and Development Center, Wooster Ohio, 3.

*Houseman, R. A., Innes, A. S. & Collier, A.* (1975): The production of carcass meat from cattle and pigs utilizing the products of grass fractionation. *Proceedings of the British Society of Animal Production* 4, 107.

*Houseman, R. A., Baird, B. A., Truscott, S. A. & Jones, A. S.* (1977): The fractionation of winter rye and the nutritional evaluation of rye juice and pulp. *Animal Production* 24, 141.

*Hughes, A. D.* (1970): The non-protein nitrogen composition of grass silages. II. The changes occurring during the storage of silage. *J. Agric. Sci. Camb.* 75, 421-431.

*Hvelplund, T., Møller, P. D., Madsen, J. & Hesselholt, M.* (1976): Flow of digesta through the gastro-intestinal tract in the bovine with special reference to nitrogen. *Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, Årsskrift*, 173.

*Jensen, H. L.* (1965): Ensileringsens mikrobiologiske baggrund. *Ugeskrift for Landmænd* 110, 271-279.

*Jones, A. S. & Houseman, R. A.* (1975): Forage crop fractionation. Rowett Research Institute: Annual Report of Studies in Animal Nutrition and Allied Sciences 31, 136-149.

*Kemble, A. R. & Macpherson, H. T.* (1954): Liberation of amino acids in perennial ryegrass during wilting. *Biochem. J.* 58, 46-49.

*Kemp, A., Hemkes, O. J. & Steenbergen, T. van* (1979): Her citeret efter *Wieringa, G. W.* (1978): Influence of N fertilizer and cutting frequency on the extraction of protein from grass. 7th Gen. Meeting Europ. Grassld. Fed., Gent, 1978, 6, 63.

*Lessard, J. R., Erfle, J. D., Sauer, F. D. & Mahadevan, S.* (1978): Protein and free amino acid patterns in maize ensiled with or without urea. *J. Sci. Fd Agric.* 29, 506-512.

- Lovenberg, W. (1974): Psycho- and vasoactive compounds in food substances. *J. Agr. Food Chem.* 22, 23-26.
- Macpherson, H. T. (1962): Histamine, tryptamine and tyramine in grass silage. *J. Sci. Fd Agric.* 13, 29-32.
- Macpherson, H. T. & Violante, P. (1966a): Ornithine, putrescine and cadaverine in farm silage. *J. Sci. Fd Agric.* 17, 124-127.
- Macpherson, H. T. & Violante, P. (1966b): The influence of pH on the metabolism of arginine and lysine in silage. *J. Sci. Fd Agric.* 17, 128-130.
- Madsen, J., Møller, P. D., Thomsen, Vestergaard, K. & Hvelplund T. (1977): Indflydelsen af kemisk behandlet foderprotein på drøvtyggenes kvælstofomsætning. 458. ber. fra Statens Husdyrbrugsforsøg.
- Marsh, R. (1979): The effect of wilting on fermentation in the silo and on the nutritive value of silage. *Grass and Forage Sci.* 34, 1-10.
- Mason, V. C. (1975): Kvantitative aspekter af kvælstofomsætningen i fordøjelseskanalen hos drøvtyggere. *Ugeskr. Agron. Horton.* 4, 537-539.
- McDonald, P. & Edwards, R. A. (1976): The influence of conservation methods on digestion and utilization of forage by ruminants. *Proc. Nutr. Soc.* 35, 201-211.
- McDonald, P. & Whittenbury, R. (1973): The ensilage process. In *Chemistry and Biochemistry of Herbage*. Vol. 3, 33-60. Academic Press, London, 1973.
- Mo, M. (1977): Studies on protein quality of grass silage. Lantbrukshögskolan. Institutionen för Husdjürens utfodring och Vård. Nr. 54, 79-90.
- Møller, P. D. (1973): Forskellige kulhydraters indflydelse på udnyttelsen af urea til malkekøer. Doktorafhandling. 412. ber. fra Forsøgslaboratoriet.
- Neumark, H., Bondi, A. & Volcani, R. (1964): Amines, aldehydes and keto-acids in silages and their effect on food intake by ruminants. *J. Sci. Fd Agric.* 15, 487-492.
- Nørgaard Pedersen, E. J. & Møller, E. (1976): Almindelig rajgræs og kløver i renbestand og i blanding. 6. ber. Fællesudvalget for Statens Planteavls- og Husdyrbrugsforsøg.
- Nørgaard Pedersen, E. J. & Witt, N. (1980): Udvikling af almindelig rajgræs i fire slæt i første brugsår. *Tidsskr. Planteavl. Under trykning.*
- Oelschlegel, J., Schroeder, J. R. & Stahman, M. A. (1969): Proteinconcentrates. Use of residues as silage. *J. Agric. Food Chem.* 17, 796.
- Ohshima, M. & McDonald, P. (1978): A review of the changes in nitrogenous compounds of herbage during ensilage. *J. Sci. Fd Agric.* 29, 497-505.
- Pirie, N. W. (1942): The direct use of leaf protein in human nutrition. *Chemistry and Industry* 61, 45.
- Pirie, N. W. (Ed. 1971): *Leaf Protein*. IBP Handbook No 20. Blackwell Scientific Publications, Oxford and Edinburgh.
- Rapp, K. (Ed. 1976): *Bladprotein*. NLVF-utredning nr. 84.
- Raymond, W. F. & Harris, C. E. (1957): The value of the fibrous residue from leaf protein extraction as a feeding-stuff for ruminants. *J. Brit. Grassl. Soc.* 12, 166-70.
- Stahman, M. A. (1974): The Wisconsin Work. Proc. Twelfth Technical Alfalfa Conference, 92. Berkeley: Agricultural Research Service, U.S.D.A.
- Steenbergen, T. van (1977): *Stikstof 85*, (8) 9-15.
- Sørensen, C. (1956): The xylenol method and determination of nitrate in beets. *Physiol. Plantarum* 9, 304-320.
- Vartha, E. W., Fletcher, L. R. & Allison, R. M. (1973): Protein-extracted herbage for sheep feeding. *N.Z.J. of Exp. Agriculture*. 1, 171.
- Voss, N. (1966): Untersuchungen über den Proteinabbau in Gras- und Lucernesilage. *Das Wirtschaftseigene Futter* 12, 130-145.
- Vuyst, A. de, Vervack, W., Vanbelle, M. & Jadin, V. (1971): Composition en acides aminés de la protéine des forrages verts et dégradation de cette protéine au cours de l'ensilage. Action des conservants sur cette dégradation. *Z. Tierphysiol. Tierernähr. u. Futtermittelk.* 27, 82-99.
- Whittenbury, R., McDonald, P. & Bryan-Jones, D. G. (1967): A short review of some biochemical and microbiological aspects of ensilage. *J. Sci. Fd Agric.* 18, 441-444.
- Wieringa, G. W. (1958): The effect of wilting on butyric acid fermentation in silage. *Neth. J. Agric. Sci.* 6, 204-10.
- Wilkins, R. J. Ed. 1977): *Green Crop Fractionation*. Occ. Symp. Brit. Grassl. Soc. No. 9.
- Woolford, M. K. (1972): Some aspects of the microbiology and biochemistry of silage making. *Herbage Abstracts* 42, 105-111.

Manuskript modtaget den 2. november 1979.