

Ensileringsmidlers virkning

II. Undersøgelser over nogle ensileringsmidlers virkning på iltning, ensilagekvalitet og ensilagens tilbøjelighed til eftergæring

E.J. Nørgaard Pedersen og Norman Witt

Resume

I 8 forsøg er den hæmmende virkning af forskellige ensileringsmidler på iltning i ensileringsens første aerobe fase undersøgt. De afprøvede midler var myresyre, en blanding af formaldehyd og myresyre, en blanding af formaldehyd og svovlsyre, AIV-syre (54% svovlsyre), formaldehyd, propionsyre og en blanding af myresyre og propionsyre. Alle de afprøvede midler viste en betydelig men kortvarig indvirkning på iltningprocesser, ved anvendelse af 0,3% forsinkedes iltningen ca. 15 timer og ved anvendelse af 0,6% ca. 30 timer.

I et enkelt forsøg blev vist, at ved tilsætning af større mængder myresyre kan iltning forhindres i længere tid, ved tilsætning af 3–4% endog i flere måneder.

I tre forsøg blev undersøgt, hvilken indflydelse forskellige ensileringsmidler har på ensilagens kvalitet og tilbøjelighed til eftergæring. De afprøvede midler var myresyre, en blanding af formaldehyd og myresyre og en blanding af formaldehyd og svovlsyre, alle tilsat i en mængde af 0,3 og 0,6%.

Forsøgsafgrøderne var sukkerrige, let ensilerbare græsser. I alle forsøg blev opnået en ensilage af en meget fin kvalitet uden tilsætning. Ensileringsmidlerne udviste imidlertid en stærk indvirkning på gæringsforløbet, idet mælkesyreindholdet og eddikesyreindholdet reduceredes stærkt, og sukkerindholdet forøgedes. Ligeledes blev ammoniakindholdet reduceret en del. Myresyre udviste gennemgående en lidt større virkning end formaldehydblandingerne.

Der var ingen sikker forskel på fordøjeligheden af ensilagernes organiske stof. Derimod var der betydelig forskel på fordøjeligheden af råprotein – jo stærkere proteinnedbrydning, målt ved At, jo højere fordøjelighed. Det er diskuteret, at proteinets fordøjelighed må anses for et ringe mål for dets kvalitet.

Der er i forsøgene fundet en meget usikker virkning af midlerne på ensilagens tilbøjelighed til eftergæring, idet der i nogle tilfælde er konstateret en vis forbedring af stabiliteten i andre tilfælde en forringelse.

Nøgleord: Ensileringsmidler, oxidation, ensilagekvalitet, eftergæring.

Summary

In 8 experiments is studied the influence of different additives on oxidation in the initial phase of ensilage. The tested additives were formic acid, a mixture of formaldehyde and formic acid, a mixture of formaldehyde and sulphuric acid, AIV-acid (54% H₂SO₄), formaldehyde, propionic acid and a mixture of formic acid and propionic acid. All the tested additives had a considerable inhibitory effect on oxidation. However, the inhibition lasted a short time only, c. 15 and c. 30 hours when 0,3 and 0,6% respectively were applied.

In one experiment was shown that by adding greater amounts of formic acid inhibiting of oxidation during longer periods may be achieved, by adding 3–4% even several months.

The effect of different additives on silage quality and liability to refermentation were tested. The additives tested were formic acid, a mixture of formaldehyde and formic acid and a mixture of formaldehyde and sulphuric acid, all applied in amounts of .3 and .6%.

The experimental crops were sugar-rich grasses. In all experiments were achieved a very good quality without use of additives. However, the additives influenced the fermentation very markedly, the contents of lactic acid, acetic acid and ammonia being significantly lowered and the sugar content increased. Formic acid proved a little more effective than the other tested additives.

Digestibility test with sheep showed no significant differences in OM digestibility whereas there were considerable differences in digestibility of crude protein, the coefficients of digestibility being positively correlated with the degree of protein degradation as measured by the content of ammonia. On this background is discussed that digestibility seems to be a poor measure of protein quality.

The additives showed a very varying effect on silage stability, in some cases the stability was improved by adding an additive in other cases reduced.

Key words: Silage-additives, oxidation, silage quality, refermentation.

Indledning

I en tidligere beretning (Nørgaard Pedersen og Witt 1973) er redegjort for undersøgelser over, hvilken indvirkning forskellige ensileringsmidler har på iltningprocesser i ensileringsens første aerobe fase.

Forsøgene viste, at myresyre og propionsyre, en blanding af de to syrer samt en blanding af formaldehyd og myresyre tilsat under ensileringen i en mængde på 0,5% havde en betydelig men kortvarig hæmmende indvirkning på iltningprocesser, medes 0,3% Kofasil Plus, der indeholder natriumnitrit og hexamethylen-tetramin, kun viste en svag virkning.

Forsøgene er fortsat, og nogle flere midler er draget ind i undersøgelserne. I et enkelt forsøg er desuden undersøgt, hvor store mængder myresyre, der må tilsættes for at nå en (næsten) fuldstændig forhindring af iltning gennem en længere periode.

Endvidere er udført 3 forsøg, hvor det er undersøgt, hvilken indflydelse tilsætning af myresyre eller formaldehyd blandet med myresyre eller svovlsyre har på ensilagens kvalitet og dens tilbøjelighed til eftergæring.

I nærværende beretning redegøres for resultaterne af ovennævnte forsøg.

Forsøg til belysning af ensileringsmidlers indvirkning på iltningprocesser i grønt under nedlægning

Forsøgsplaner, afgrøder, teknik og beregning

Der er gennemført ialt otte forsøg efter noget varierende planer. Forsøgene omfattede følgende forsøgsled:

1. Uden tilsætning	
2. Myresyre,	0,3%
3. Myresyre,	0,6%
4. Formaldehyd-myresyre	0,3%
5. Formaldehyd-myresyre	0,6%
6. Formaldehyd-svovlsyre	0,3%
7. Formaldehyd-svovlsyre	0,6%
8. AIV-syre	0,3%
9. AIV-syre	0,6%
10. Formaldehyd	0,3%
11. Formaldehyd	0,6%
12. Propionsyre	0,3%
13. Propionsyre	0,6%
14. Myresyre-propionsyre	0,3%
15. Myresyre-propionsyre	0,6%

I de enkelte forsøg indgik højst 9 af de ovennævnte forsøgsled. *Hvilke forsøgsled, der indgik i de enkelte forsøg, fremgår af tabellerne 2 og 3.*

Den procentiske sammensætning af de anvendte midler er følgende:

Myresyre, 85% myresyre. I de forsøg, hvor AIV-syre indgår, er der dog brugt ca. 64% (15,9 n) myresyre.

Formaldehyd-myresyre. 25% formaldehyd, 25% myresyre.

Formaldehyd-svovlsyre. 22,5% formaldehyd, 14,5% svovlsyre.

AIV-syre. 54% (15,9 n) svovlsyre.

Formaldehyd. 37% formaldehydopløsning.

Propionsyre. 70% propionsyre.

Myresyre-propionsyre. 43% myresyre, 35% propionsyre.

Forsøgsafgrøderne var græs eller kløvergræs og i et enkelt forsøg majs. Tørstofindhold og kemisk sammensætning fremgår af tabel 1.

Afgrøderne blev høstet og findelt med finsnitter, majs (forsøg nr. 8) dog med majshøster. Ensileringsmidlerne blev tilsat i ufortyndet form og fordeltes jævnt i afgrøden, som derefter sammenblandedes grundigt for at sikre en ensartet indblanding. 50 kg afgrøde (for majsens vedkommende 60 kg) blev fyldt i lufttætte siloer med et rumindhold på ca. 300 l, hvorefter afgrøden ved en teknik, som er grundigt beskrevet i en tidligere beretning (Nørgaard Pedersen og Witt 1973), blev holdt i kontakt med luft indeholdende ca. 20% ilt, indtil iltforbruget nåede op på 7–10 g pr.

100 g organisk stof. Iltforbrug og ensilagetemperatur blev i det første døgn målt efter 6, 12 og 24 timers forløb, og derefter 2 gange i døgnet.

Resultater

Resultater af forsøg 1 er grafisk vist i fig. 1 og 2.

Af figur 1 fremgår, at alle de afprøvede midler, myresyre, formaldehyd + myresyre og formaldehyd + svovlsyre har hæmmet iltningen betydeligt. Men der er kun tale om en meget tidsbegrænset hæmning, og for alle forsøgsled gælder, at når først iltningen er kommet i gang og iltforbruget er nået op på 2–3 g pr. 100 g organisk stof, hvilket modsvare et tab af organisk stof på 2–3%, går iltningen meget hurtigt, d.v.s., at når dette niveau er nået, er ensilagens totale ødelæggelse kun et spørgsmål om få dage. Fuldstændigt tilsvarende er forholdene i de øvrige forsøg. Den tid, der forløber indtil iltforbruget når 3 g pr. 100 g organisk stof, er derfor et hensigtsmæssigt mål for den opnåede ilttingsresistens. Dette mål vil blive benyttet i det følgende.

Af fig. 2 ses at temperaturen kan nå op på næsten 60°. Gennemgående er maximumstemperaturen lavest for de forsøgsled, hvor iltningshæmningen er stærkest.

Tabel 1. Afgrødens tørstofindhold og tørstoffets kemiske sammensætning
% dry matter in herbage and chemical composition of dry matter

Forsøg nr. <i>Experiment No.</i>	Høstdato <i>Date of cutting</i>	Afgrøde <i>Herbage</i>	% tørstof <i>% DM</i>	% af tørstof				
				aske	sand	råprotein	træstof	vok
				<i>ash</i>	<i>sand</i>	<i>CP</i>	<i>CF</i>	<i>WSC</i>
1	20/6-73	Ital. rajgræs	17,66	7,91	0,55	15,18	20,68	24,60
2	3/7-73	Kløvergræs	22,27	8,96	0,63	17,73	22,66	17,87
3	20/8-73	Kløvergræs	25,21	9,48	0,91	17,54	20,09	11,15
4	22/7-74	Alm. rajgræs	25,46	7,36	0,97	14,65	27,95	10,84
5	19/8-74	Alm. rajgræs	23,77	10,13	1,71	16,43	21,59	14,77
6	2/9-74	Kløvergræs	22,05	10,29	0,90	19,93	19,84	9,71
7	16/9-74	Kløvergræs	20,32	9,69	1,54	21,23	19,97	8,27
8	17/10-74	Grønmajs	18,53	5,31	1,59	10,25	19,79	33,35

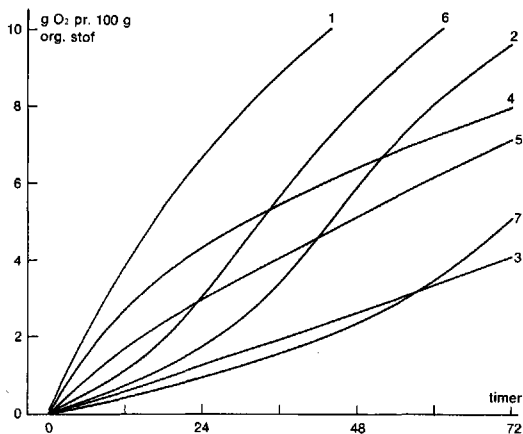


Fig. 1. Iltforbrug i g pr. 100 g organisk stof. Forsøg 1.
Oxygen consumption, g per 100 g OM. Exp. 1.

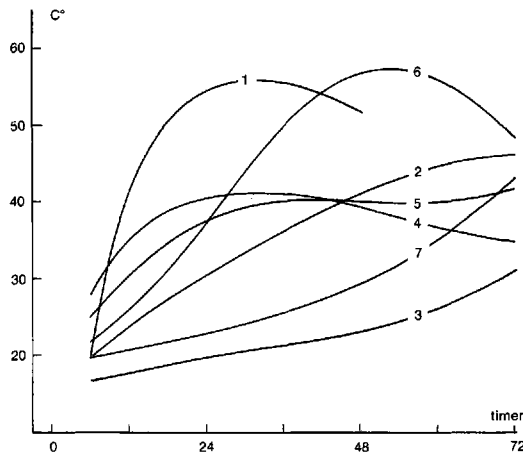


Fig. 2. Temperatur i ensilage. Forsøg 1.
Temperatures in silage. Exp. 1.

Tabel 2. Tidsforløb i timer indtil 3% af afgrødens organiske stof er nedbrudt
Time in hours until 3% of the OM of the herbage is decomposed

Forsøg nr.	Forsøgsled Treatment														
	1	2	3	4 formalde- hyd + myresyre		5 formalde- hyd + svovlsyre		8 AIV-syre		11 formal- dehyd		13 propi- onsyre		14 myresyre- pro- pionsyre	
	uden tilsæt- ning	0,3 %	0,6 %	0,3 %	0,6 %	0,3 %	0,6 %	0,3 %	0,6 %	0,3 %	0,6 %	0,3 %	0,6 %	0,3 %	0,6 %
1	12	33	58	13	26	23	56								
2	9	10	11	10	29	30	35	9	15						
3	15	21	15					20	45	29	41				
4	11	13	12					12	13	30	48				
5	10	25	60	17	43	26	23			19	42				
6	8	16	31	15	30	24	22			19	41				
7	4	8	8			10	16	4	10	15	23				
8	87	134	224*									123	213	127	240°
Gns., forsøg nr.															
Average, exp. No.															
2+3+4+7	10	13	12					11	21						
3+4+7	10	14	12					12	23	25	37				
3+4+5+6+7	10	17	25							22	39				
5+6	9	21	46	16	37	25	23			19	42				
1+2+5+6	10	21	40	14	32	26	34								

*) 0,58 g org. stof nedbrudt °) 1,11 g org. stof nedbrudt

Tabel 3. Højest opnåede temperatur i afgrøden under iltningen, °C
Highest obtained temperatures in herbage during oxidation, °C

Forsøg nr. <i>Experiment No.</i>	Forsøgsled Treatment															Luft Air												
	1	2	3	4		5		6		7		8		9			10		11		12		13		14		15	
	Uden tilsætning	myresyre		formaldehyd + myresyre		formaldehyd + svovlsyre		AIV-syre		formaldehyd		propionsyre		myresyre + propionsyre			Air		Air		Air		Air		Air		Air	
	0,3 %	0,6 %	0,3 %	0,6 %	0,3 %	0,6 %	0,3 %	0,6 %	0,3 %	0,6 %	0,3 %	0,6 %	0,3 %	0,6 %	0,3 %	0,6 %	0,3 %	0,6 %	0,3 %	0,6 %	0,3 %	0,6 %	0,3 %	0,6 %	0,3 %	0,6 %		
1	55	46	31	41	42	57	43																				16	
2	56	58	55	55	46	54	55	58	51																		21	
3	48	45	50					44	35	51	40																17	
4	50	49	54					56	57	40	38																16	
5	58	68	48	60	52	40	62			50	48																16	
6	53	55	56	59	54	50	60			59	56																17	
7	57	57	55			60	62	48	55	53	57																16	
8	31	41	13																	33	36	33	11				8	

I tabel 2 er for alle forsøg givet en oversigt over, hvor lang tid, målt i timer, der for de enkelte forsøgsled er forløbet, indtil iltforbruget har nået 3 g pr. 100 g organisk stof.

Det ses, at alle de anvendte ensileringsmidler har vist en vis hæmmende virkning på iltningen. Men virkningen er stærkt varierende fra forsøg til forsøg, men gennemgående er iltningen kun forsinket med indtil 15 timer, ved anvendelse af midlerne i laveste dosering og indtil 30 timer ved højeste dosering.

Resultaterne varierer så stærkt fra forsøg til forsøg at det ikke er muligt at sammenligne midlerne præcist. AIV-syre synes dog at give samme virkning som myresyre og formaldehyd måske lidt større virkning.

I tabel 3 er vist den højest opnåede temperatur i de enkelte forsøg og forsøgsled.

Sammenholdes tabel 2 og 3 ses, at den højest opnåede temperatur gennemgående er lavere jo stærkere iltningshæmningen har været.

Forsøg med tilsætning af store mængder myresyre
 Ved ensilering tilføres undertiden myresyre til de yderste lag af ensilagen med den hensigt at undgå eller i hvert fald formindske overfladeskaderne.

Med henblik på at vurdere hensigtsmæssighe-

den af denne fremgangsmåde, blev i 1975 udført ét forsøg efter følgende plan:

1. Uden tilsætning
2. 0,3% myresyre
3. 0,6% "
4. 0,9% "
5. 1,2% "
6. 1,6% "
7. 2,0% "
8. 2,5% "
9. 3,0% "
10. 4,0% "

Forsøgsafgrøden var kløvergræs med 26,2% tørstof. Forsøget blev udført på fuldstændig samme måde som forsøgene beskrevet i forrige afsnit, men forsøgstiden blev på grund af den meget højere dosering langt længere.

Forsøgsresultaterne er grafisk vist i fig. 3 og 4.

Fig. 3 viser iltforbruget for de 5 første forsøgsled i en periode indtil 32 døgn. Det ses, at resistensen mod iltning er regelmæssigt stigende med stigende mængde myresyre, men selv ved anvendelse af 1,2% myresyre er dog ikke opnået stabilitet i mere end ca. 1 måned. Fig. 4 viser iltforbruget for de 7 sidste forsøgsled i indtil 274 døgn.

Resultaterne er noget uregelmæssige, idet 2 og 3% myresyre har hæmmet iltningen i længere tid

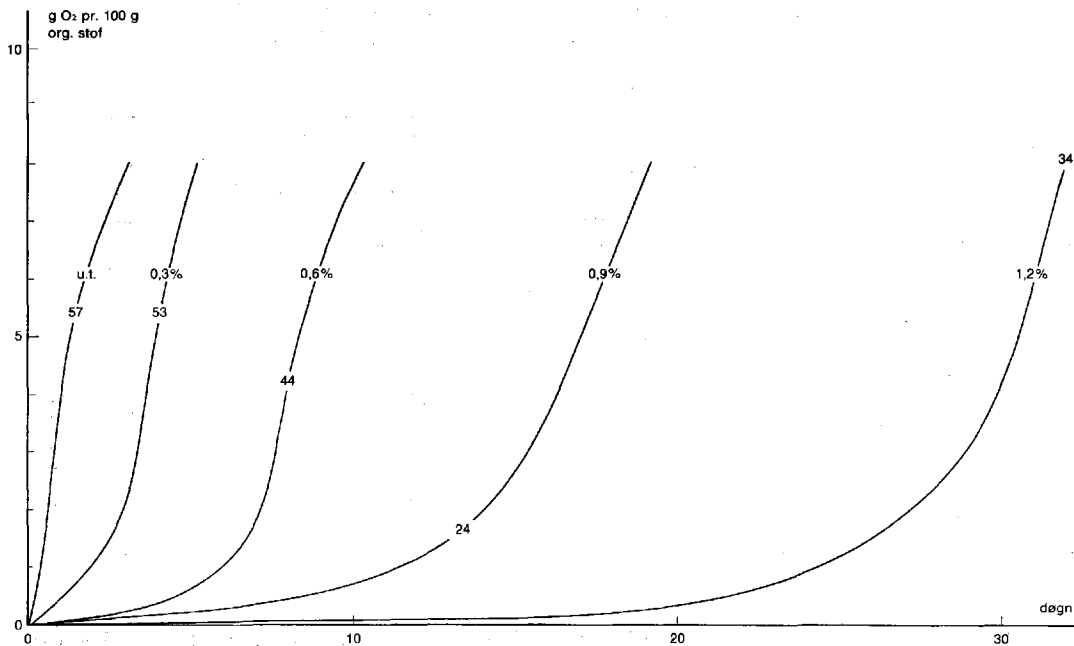


Fig. 3. Iltforbrug ved tilsætning af 0-1,2% myresyre.
Oxygen consumption, 0-1.2% formic acid added.

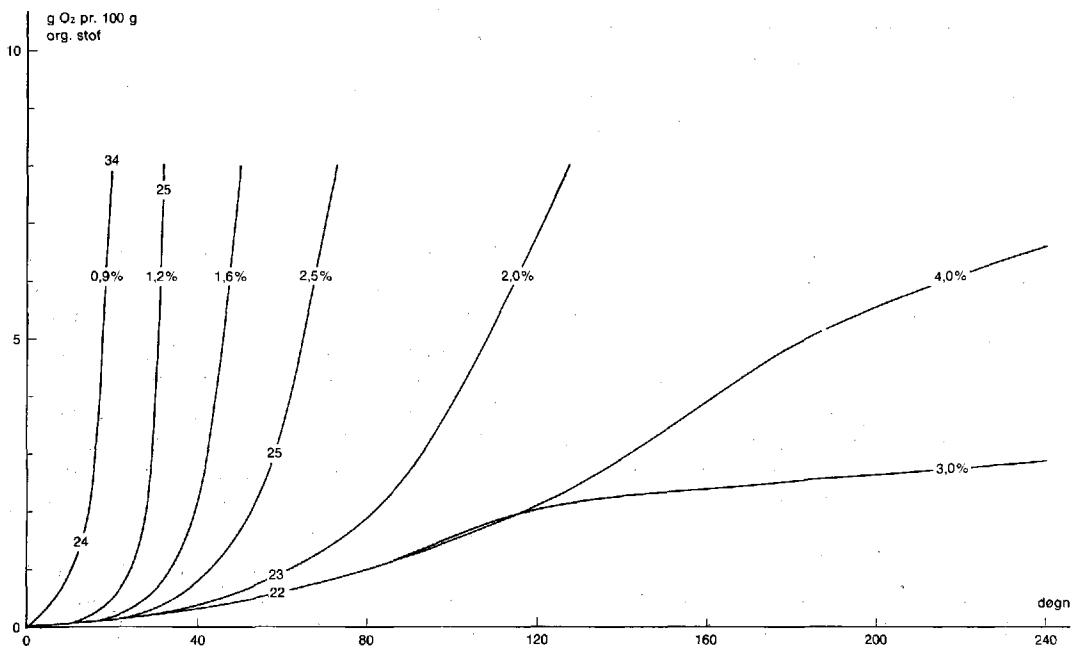


Fig. 4. Iltforbrug ved tilsætning af 0,9-4,0% myresyre.
Oxygen consumption, .9-4.0% formic acid added.

end henholdsvis 2½ og 4% myresyre. Hvad årsagen hertil er, er ikke klarlagt.

Temperaturen var i de første ca. 100 dage af forsøgsperioden ca. 17°, hvorefter den langsomt faldt mod ca. 2°. Dette må tages i betragtning ved vurdering af effekten af tilsætning af 3 og 4% myresyre.

Tallene på kurverne i fig. 3 og 4 angiver de højest opnåede temperaturer, og tallenes placering angiver det tidspunkt, hvor disse temperaturer er opnået. Det ses, at maximumstemperaturen er stærkt aftagende med stigende syremængde.

Forsøget viser, at skal iltning forhindres i en længere periode, må der tilsættes meget store mængder myresyre, så store, at det bliver noget nær økonomisk uoverkommeligt, ligesom det må forventes, at der vil opstå vanskeligheder ved opfodringen (nedsat ædelyst). Det synes således urealistisk at regne med, at der ved anvendelse af acceptable mængder myresyre, kan opnås en virkelig betydelig nedsættelse af de overfladeskader, som dårlig dækning af ensilagebeholdningen medfører. Derimod kan der opnås en vis korttidsvirkning ved anvendelse af moderate mængder myresyre, som kan være af betydning ved ophold under ensilering, eller når dækningen af en eller anden årsag forsinkes. Det må dog ikke overses, at effekten af myresyre i normal koncentration – 0,3–0,6% – i det her refererede forsøg er væsentligt bedre end fundet i andre forsøg – sml. tabel 2 og 3.

Ensileringsmidlers virkning på ensilagekvalitet og ensilagens tilbøjelighed til eftergæring

Forsøgsplan, afgrøder, teknik, analyser og beregning

Der er gennemført ialt tre forsøg i årene 1973, 1974 og 1975 efter følgende plan:

1. Uden tilsætning
2. 0,3% myresyre
3. 0,6% myresyre
4. 0,3% formaldehyd-myresyre
5. 0,6% formaldehyd-myresyre
6. 0,3% formaldehyd-svovlsyre
7. 0,6% formaldehyd-svovlsyre
8. Uden tilsætning.

Ensileringsmidlernes sammensætning var den samme som i de tidligere omtalte forsøg. Forsøgsafgrøderne var i et forsøg italiensk rajgræs, i de to øvrige kløvergræs. Afgrødernes tørstofindhold og kemiske sammensætning fremgår af tabel 4.

Afgrøderne blev høstet og findelt med finsnitler, og – efter påsprøjtning af ensileringsmiddel og grundig sammenblanding for at sikre ensartet fordeling – ensileret i lufttætte stålsiloer med et rumindhold på ca. 3 m³. Siloerne var forsynet med afløb i bunden, der med plasticlanger var forbundet med store plasticflasker til opsamling af ensilagesaften.

I afgrøde og ensilage bestemtes tørstof, aske, råprotein, træstof (ikke i ensilagen) og vandopløseligt kulhydrat. I ensilagen desuden pH, ammo-

Tabel 4. Afgrødens tørstofindhold og tørstoffets kemiske sammensætning

% dry matter in herbage and chemical composition of dry matter

Dato for ensilering	Afgrøde	% tørstof	% af tørstof			
			org. stof	råprotein	træstof	vok
			<i>% of dry matter</i>			
<i>Date of ensiling</i>	<i>Herbage</i>	<i>% dry matter</i>	<i>org. matter</i>	<i>crude protein</i>	<i>crude fiber</i>	<i>WSC</i>
21/6 1973	Ital. rajgræs	18,71	90,67	17,09	20,30	24,06
4/6 1974	Kløvergræs	22,44	92,82	13,63	20,41	22,80
11/6 1975	Kløvergræs	21,22	91,54	13,11	26,90	14,66

niak, mælkesyre, eddikesyre, smørsyre og alkohol. I ensilagesaften bestemtes tørstof, aske og råprotein.

I afgrøde og ensilage (undtagen led 8) bestemtes fordøjeligheden af organisk stof og råprotein ved forsøg med får. 2 får pr. forsøgsled.

Da råproteinets fordøjelighed er stærkt afhængig af råproteinindholdet, således at fordøjeligheds-koefficienter for foder med forskelligt råproteinindhold ikke er umiddelbart sammenlignelige, blev for hvert forsøgsled i de enkelte forsøg beregnet en fordøjeligheds-koefficient gældende ved den gennemsnitlige råproteinprocent i det pågældende forsøg – altså gennemsnit for alle forsøgsled og grønt. Beregningen blev foretaget ved hjælp af ligningen (sml. *Møller, Frederiksen og Witt 1973*):

$$\frac{P_{\text{gns.}} \times Fk_{\text{korr.}}}{100} = \frac{P_i Fk_i}{100} \div 0,95 (P_i \div P_{\text{gns.}})$$

hvor

- $P_{\text{gns.}}$ = Gennemsnitlig råproteinprocent
 $Fk_{\text{korr.}}$ = Korrigeret fordøjeligheds-koefficient for råprotein
 P_i = Råproteinprocent for vedkommende forsøgsled
 Fk_i = Fordøjeligheds-koefficient for vedkommende forsøgsled bestemt ved fordøjelighedsforsøg

Til bestemmelse af ensilagens tilbøjelighed til eftergæring blev 50 kg af hver ensilage fyldt i lufttætte 300 l siloer, hvorefter iltforbrug og tem-

Tabel 5. Ensileringsstab af organisk stof og råprotein ved gæring, saft afløb og samlet tab, pct. (Gns. af 3 forsøg)
Loss of organic matter and crude protein during ensilage by fermentation, seepage and overall loss, %. (Average of 3 exp.)

Forsøgsled	Tab af org. stof ved			Tab af råprotein ved		
	gæring	saft-afløb	ialt	gæring	saft-afløb	ialt
	<i>Loss of org. matter by</i>			<i>Loss of crude prot. by</i>		
<i>Treatment</i>	<i>fermen-tation</i>	<i>see-page</i>	<i>over-all</i>	<i>fermen-tation</i>	<i>see-page</i>	<i>over-all</i>
1 Uden tilsætning	5,5	3,6	9,1	2,2	4,8	7,0
2 Myresyre, 0,3 %	6,4	3,2	9,6	2,1	4,8	6,9
3 Myresyre, 0,6 %	3,0	3,1	6,2	0,2	3,6	3,8
4 Formaldehyd + myresyre, 0,3 %	7,0	2,6	9,6	2,4	3,8	6,2
5 Formaldehyd + myresyre, 0,6 %	3,8	2,8	6,6	0,3	3,0	3,3
6 Formaldehyd + svovlsyre, 0,3 %	5,3	2,7	8,0	1,0	3,7	4,7
7 Formaldehyd + svovlsyre, 0,6 %	6,8	2,2	9,0	1,7	2,4	4,1
8 Uden tilsætning	7,3	1,8	9,1	3,3	2,9	6,2

peratur måltes på samme måde som ved forsøg med grønt.

Resultater

Ensileringsstab og ensilagekvalitet

Med hensyn til tab og ensilagekvalitet har de tre forsøg givet meget nær samme resultat, hvorfor kun gennemsnit skal anføres her.

I tabel 5 er tabene af organisk stof og råprotein

anført. Tabene er gennemgående beskedne, og der er ingen sikker forskel mellem forsøgsledene.

I tabel 6 er ensilagekvaliteten vist. Det ses, at der uden tilsætning er opnået ensilage af fin kvalitet med et højt mælkesyreindhold, et lavt ammoniakindhold og praktisk taget smørsyre-fri.

Ved tilsætning af myresyre er mælkesyre- og eddikesyreindholdet reduceret meget kraftigt og

Tabel 6. Ensilagerens kvalitet. (Gns. af 3 forsøg)
The quality of silages. (Average of 3 exp.)

Forsøgsled	pH	At	% af tørstof				vok
			mælke- syre	eddike- syre	smør- syre	alko- hol	
		NH_3-N	% of dry matter				
<i>Treatment</i>	<i>pH</i>	<i>tot. N</i>	<i>lact. acid</i>	<i>acet. acid</i>	<i>butyr. acid</i>	<i>alco- hol</i>	<i>WSC</i>
1 Uden tilsætning	3,94	7,5	12,69	2,95	0,11	1,37	1,29
2 Myresyre, 0,3 %	3,91	5,6	9,14	1,43	0,06	2,27	9,05
3 Myresyre, 0,6 %	3,89	3,7	5,07	0,68	0,06	1,51	16,89
4 Formaldehyd + myresyre, 0,3 %	4,01	5,5	9,68	2,19	0,08	1,64	4,87
5 Formaldehyd + myresyre, 0,6 %	4,27	4,4	6,90	1,41	0,06	1,44	9,88
6 Formaldehyd + svovlsyre, 0,3 %	3,96	6,3	11,30	2,45	0,12	1,32	2,57
7 Formaldehyd + svovlsyre, 0,6 %	4,12	4,0	8,20	1,73	0,12	1,86	8,63
8 Uden tilsætning	3,94	7,6	13,05	2,55	0,08	1,26	1,53

indholdet af vandopløseligt kulhydrat forøget stærkt. En lignende virkning, men lidt mindre udpræget, viser blandingerne af formaldehyd med henholdsvis myresyre og svovlsyre.

Afgrødens og ensilagens fordøjelighed

I tabel 7 er fordøjelighedskoefficienter for organisk stof og råprotein i afgrøder og ensilager vist.

I tabel 8 er anført de korrigerede fordøjelig-

hedskoefficienter for råprotein samt gennemsnit for de tre forsøg for fordøjelighedskoefficienterne for organisk stof og de korrigerede fordøjelighedskoefficienter for råprotein.

Mellem fordøjelighedskoefficienterne for organisk stof er der ingen sikre forskelle. Derimod har tilsætning af myresyre eller formaldehyd i blanding med myresyre eller svovlsyre bevirket en tydelig reduktion af proteinets fordøjelighed.

Tabel 7. Fordøjelighedskoefficienter for organisk stof og råprotein i afgrøde og ensilage
Digestibility coefficients of organic matter and crude protein in herbage and silage

Led	Fordøjelighedskoefficienter for					
	organisk stof			råprotein		
	<i>Digestibility coefficients of</i>					
<i>Treatment</i>	<i>organic matter</i>			<i>crude protein</i>		
År Year:	1973	1974	1975	1973	1974	1975
Afgrøde	79,8	77,4	74,0	75,9	64,9	71,9
1 Uden tilsætning	80,3	81,3	73,3	73,0	72,3	68,0
2 Myresyre, 0,3 %	78,7	79,6	73,3	73,8	67,1	67,1
3 Myresyre, 0,6 %	79,4	79,1	70,6	75,9	61,9	64,2
4 Formaldehyd + myresyre, 0,3 %	80,3	77,0	72,7	76,7	63,7	64,7
5 Formaldehyd + myresyre, 0,6 %	80,3	75,5	70,6	76,1	55,9	60,4
6 Formaldehyd + svovlsyre, 0,3 %	78,4	79,7	73,0	75,1	69,7	66,5
7 Formaldehyd + svovlsyre, 0,6 %	77,9	80,8	73,1	70,3	66,1	64,1

Tabel 8. Korrigerede fordøjeligheds-koefficienter for råprotein fra tre forsøg og i gennemsnit samt de gennemsnitlige fordøjeligheds-koefficienter for organisk stof i afgrøde og ensilage
Corrected digestibility coefficients of crude protein from three experiments and as average and the digestibility coefficients of organic matter as average

Led <i>Treatment</i>	Korrigerede fordøjeligheds- koefficienter for råprotein <i>Corrected digestibility coefficients of crude protein</i>				FK org. stof gns.
	1973	1974	1975	gns. average	OMD average
År Year:					
Afgrøde	77,3	65,0	73,7	72,0	77,1
1 Uden tilsætning	74,0	71,5	67,8	71,1	78,3
2 Myresyre, 0,3 %	72,7	67,6	67,2	69,2	77,2
3 Myresyre, 0,6 %	75,8	62,9	60,9	66,5	76,4
4 Formaldehyd + myresyre, 0,3 %	76,4	64,1	65,1	68,5	76,7
5 Formaldehyd + myresyre, 0,6 %	75,8	57,0	60,4	64,4	75,5
6 Formaldehyd + svovlsyre, 0,3 %	74,8	68,8	65,5	69,7	77,1
7 Formaldehyd + svovlsyre, 0,6 %	69,8	66,2	66,5	67,5	77,3

Det skal dog her stærkt fremhæves, at fordøjeligheds-koefficienten for råprotein *ikke* kan benyttes som mål for proteinkvalitet. Koefficienten er, som allerede nævnt, stærkt afhængig af protein-koncentrationen i foderet, hvilket der dog kan korrigeres for, som det er gjort i nærværende beretning. Når denne korrektion er foretaget, kan man imidlertid ikke regne med en positiv korrelation mellem fordøjeligheds-koefficienten og proteinkvaliteten, ofte vil korrelationen snarere være negativ.

Dette hænger sammen med, at fordøjeligheden af protein, der ikke nedbrydes i vommen, og af bakterieprotein, der syntetiseres af amidstoffer – enten oprindeligt til stede i foderet eller dannet ved nedbrydning af foderets protein – er forholdsvis lav (se f.eks. Madsen et al. 1977, Hvelplund og Møller, 1976). Derimod fordøjes ammoniak – oprindeligt til stede eller dannet i vommen – praktisk taget 100%, for så vidt det ikke indgår i proteinsyntesen. *En høj fordøjeligheds-koefficient kan altså være udtryk for, at en betydelig del af proteinet fordøjes som ammoniak, og altså slet ikke udnyttes.* Meget tyder på, at i nærværende forsøg er de højeste fordøjeligheds-koefficienter et udtryk for den ringeste proteinudnyttelse, idet ko-

efficienterne er stærkt positivt korrelerede med ensilagens ammoniakindhold, d.v.s. jo stærkere proteinnedbrydning jo højere er fordøjeligheds-koefficienten.

Ensilagens tilbøjelighed til eftergæring

Iltforbruget i en periode indtil 10 døgn er for forsøget 1973 vist i fig. 5.

Kurverne minder meget om kurverne i fig. 1. Den væsentligste forskel er, at iltningssprosser-

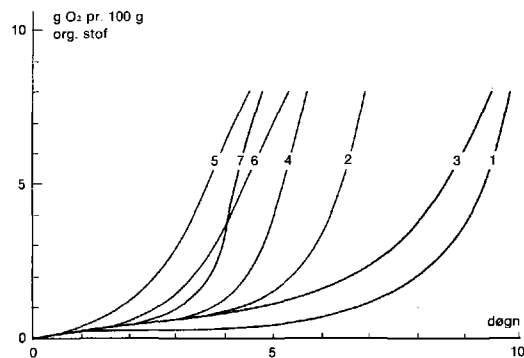


Fig. 5. Iltforbrug, g pr. 100 g org. stof. Forsøg 1973.
Oxygen consumption, g per 100 g OM. Exp. 1973.

Tabel 9. Tidsforløb i timer indtil 3% af ensilagens organiske stof er nedbrudt
Time in hours until 3% of OM of the silage is decomposed

Forsøg <i>Experi- ment</i>	Forsøgsled Treatment							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	uden tilsæt- ning	myresyre		formaldehyd + myresyre		formaldehyd + svovlsyre		uden tilsæt- ning
	0,3%	0,6%	0,3%	0,6%	0,3%	0,6%		
1973.....	207	136	176	109	70	87	89	–
1974.....	280	289	235	139	113	63	60	110
1975.....	115	169	267	133	152	148	139	143

ne i ensilage oftest kommer langsommere i gang end i frisk græs. Men når først iltningen er i gang, dvs. at iltforbruget når op på 1–2 g pr. 100 g organisk stof, forløber den videre iltning med omtrent samme hastighed i ensilage og grønt. D.v.s., at også for ensilage er den tid, der forløber, indtil iltforbruget når 3 g pr. 100 g organisk stof, et hensigtsmæssigt mål for stabilitet.

I tabel 9 er for alle 3 forsøg vist, hvor lang tid, der forløb inden iltforbruget nåede 3 g pr. 100 g organisk stof.

Det ses, at i alle forsøg har ensilagen uden tilsætning været stabil i mindst 4 døgn. Myresyre har i nogle tilfælde øget stabiliteten, men i andre tilfælde er stabiliteten forringet.

Formaldehyd, både i blanding med myresyre og svovlsyre, har vist negativ effekt i to forsøg og en svag positiv effekt i et forsøg. I tabel 10 er de højeste opnåede temperaturer vist.

Ved at sammenholde tabel 9 og 10 findes ingen tydelig sammenhæng mellem ensilagens stabilitet og den opnåede højeste temperatur.

Tabel 10. Højest opnåede temperatur i ensilagen under iltningen, °C
Highest obtained temperature in silage during oxidation, °C

Forsøg <i>Experi- ment</i>	Forsøgsled Treatment								
	1	2	3	4	5	6	7	8	Luft
	Uden tilsæt- ning	myresyre		formaldehyd + myresyre		formaldehyd + svovlsyre		Uden tilsæt- ning	Air
	0,3%	0,6%	0,3%	0,6%	0,3%	0,6%			
1973.....	42	46	40	40	39	39	44	–	13
1974.....	40	34	43	51	45	44	46	45	12
1975.....	41	44	26	32	46	38	34	31	16

Konklusion og diskussion

Ved tilsætning af syre, formalin eller en blanding af formalin og syre ved ensileringen kan opnås en vis hæmning af iltningprocesser i ensileringens første aerobe fase.

Der blev ikke i forsøgene konstateret nogen

afgørende forskel på de afprøvede midler: Myresyre, propionsyre, en blanding af myresyre og propionsyre, formaldehyd, en blanding af formaldehyd og myresyre, en blanding af formaldehyd og svovlsyre og AIV-syre (svovlsyre).

Forsøgene viser, at hæmningsvirkningen er

kortvarig. Ved tilførsel af 0,3% af midlerne blev iltningen forsinket 10–15 timer og ved tilførsel af den dobbelte mængde 15–30 timer. Dette er i god overensstemmelse med resultater af tidligere forsøg (Nørgaard Pedersen og Witt, 1973). Det kan derfor konkluderes, at når der tilsættes syre eller formaldehyd ved ensileringen, bliver kravet om tempo under nedlægningen knap så presserende, men kravet om effektiv dækning er det samme som ved ensilering uden tilsætning.

I et enkelt forsøg er det vist, at der ved tilsætning af myresyre i større mængder kan opnås resistens mod iltning i længere tid, ved tilsætning af 3–4% endog i flere måneder. Anvendelse af så store mængder må dog nok både af økonomiske og fodringmæssige grunde anses for udelukket. Derimod kan det ikke afvises, at det i tilfælde af længere tids standsning af ensileringsarbejdet, f.eks. en week-end over, kan være formålstjenligt at tilsætte myresyre til de yderste lag af ensilagen. Men det må fremhæves, at skal der opnås en sikker effekt, må der tilsættes store mængder myresyre, nok ca. 1%.

I tre forsøg, hvor virkningen af myresyre og blandinger af formaldehyd og myresyre eller svovlsyre på ensilagens kvalitet og tilbøjelighed til eftergæring er undersøgt, er der opnået en udmærket kvalitet uden tilsætning, hvilket utvivlsomt hænger sammen med, at alle forsøgsafgrøderne var sukkerrige og let ensilerbare. Ensileringsmidlerne har dog vist en meget stærk indvirkning på gæringsforløbet, idet både mælkesyre-mængden og eddikesyremængden er stærkt reduceret og indholdet af vandopløseligt kulhydrat forøget stærkt. Endvidere har tilsætningen bevirket en vis reduktion af ensilagens ammoniakindhold. Lignende resultater er opnået af flere forskere (Wilson et al. 1973, Mann og McDonald 1976, Wilson og Wilkins 1977).

Fordøjeligheden af organisk stof var omtrent den samme i ensilager uden tilsætning og med tilsætning af myresyre eller formaldehydsyreblandinger. Derimod har tilsætningen bevirket en temmelig kraftig reduktion af proteinets fordøjelighed. Der er dog god grund til at bemærke, at fordøjelighedskoefficienterne viser stærk positiv korrelation med ensilagens ammoniakindhold,

altså med proteinets nedbrydningsgrad, hvilket lader formode, at de højeste fordøjelighedskoefficienter er forbundet med den ringeste proteinudnyttelse.

Ved ensilering af sukkerrige, let ensilerbare afgrøder formindskes tabet af organisk stof og råprotein kun lidt ved tilsætning af syre eller andet ensileringsmiddel. Det vil derfor kun være hensigtsmæssigt at anvende ensileringsmidler til sådanne afgrøder, hvis foderværdien af organisk stof eller protein forbedres derved, og/eller ensilagens anvendelighed som foder forbedres.

I flere forsøg er det fundet, at der opnås større foderoptagelse af myresyreensilage end af ensilage uden tilsætning (Syrjälä, 1975, Skovborg og Andersen 1976, Barry 1975). Om den højere foderoptagelse skyldes det lavere mælkesyreindhold, det højere sukkerindhold, eller et kompleks af faktorer er vist ikke klarlagt.

Den større foderoptagelse bevirker naturligvis en større produktion. Men det forekommer rimeligt at antage, at selv om foderoptagelsen er den samme, vil der ofte opnås større produktion med myresyreensilage end med ensilage uden tilsætning, bl.a. fordi myresyreensilagens protein må antages at udnyttes bedst, dels fordi proteinnedbrydningen er noget mindre fremskreden, og dels fordi det højere sukkerindhold giver bedre muligheder for proteinsyntese i vommen (Syrjälä 1975 og 1977).

Der foreligger ikke mange erfaringer vedrørende fodring med ensilage konserveret med formaldehyd eller formaldehyd-syreblandinger. Her skal blot refereres til nogle finske forsøg, der viser omtrent samme resultat ved tilsætning af AIV 1 (25% myresyre + 20% saltsyre), AIV 2 (83% myresyre + 2% fosforsyre), myresyre og Viheropløsninger (opløsninger indeholdende 20–26% formaldehyd + 17–26% myresyre eller eddikesyre). (Ettala et. al. 1975 a og b).

Ved anvendelse af formaldehyd er der iøvrigt nogle problemer, der ikke kan anses for tilstrækkeligt belyst. Tilsættes for store mængder, kan proteinets fordøjelighed forringes betydeligt og vomfunktionerne påvirkes uheldigt. Et næsten upåagtet problem er, at formaldehyd kan gå over i mælken. Beck og Gross (1973) fandt således ved

fodring med ensilage tilsat formaldehyd umiddelbart før fodringen, at 1% blev genfundet i mælken, hvis formaldehydindhold blev 2 p.p.m. Hvor stor koncentration, der kan accepteres i mælk, foreligger der (vist) intet om.

Vurdering af om det vil være hensigtsmæssigt at anvende myresyre eller evt. et andet ensileringsmiddel ved ensilering af let ensilerbare afgrøder synes temmelig kompliceret. Skal ensilage benyttes som hovedfoder, vil der nok kunne regnes med både en større foderoptagelse og en bedre foderudnyttelse ved anvendelse af myresyre. Skal ensilagen derimod bruges i forbindelse med andre grovfodermidler, f.eks. roer, bliver optagelse af ensilage et mindre problem, og ensilagens indhold af sukker som basis for proteinsyntese bliver ligeledes af mindre betydning. Det skal her nævnes, at *Syrjälä* (1975 og 1977) fandt, at når ensilage blev opfodret sammen med 15% sukker, blev den betydelige forskel på foderudnyttelse af ensilage uden tilsætning og myresyreensilage praktisk taget udlignet. Derimod kan den forbedrede konservering af proteinet muligvis stadig være af betydning, især hvis ensilagen skal bruges til højtydende dyr. Men det er nok rimeligt at overveje, om ikke denne virkning ligeså godt og billigere ville kunne opnås ved tilsætning af mineralsyre eller evt. en blanding af mineralsyre og myresyre.

Det skal endelig bemærkes, at valg af ensileringsmetode yderligere kompliceres derved, at der ved fortørring kan opnås en lignende effekt på foderoptagelsen som ved tilsætning af myresyre (*Skovborg* og *Andersen* 1973 og 1976).

De udførte forsøg har ikke givet et klart svar på, om tilsætning af syre eller formaldehyd blandet med syre påvirker ensilagens tilbøjelighed til eftergæring i positiv eller negativ retning, idet der i nogle tilfælde er fundet forøget holdbarhed ved tilsætning, men i andre en ofte betydelig formindsket holdbarhed. At tilsætning af et ensileringsmiddel kan virke negativt kan skyldes, at tilsætningen bevirker en undertiden kraftig reduktion af ensilagens indhold af eddikesyre, der har en temmelig stærk iltningshæmmende virkning (*Bucker* 1969, *Beck* og *Gross* 1970), og den negative virkning af denne reduktion kan meget vel

være større end den positive virkning af det tilsatte middel.

Litteratur

- Barry, T.N.*, (1975). Effect of treatment with formaldehyde, formic acid, and formaldehyde-acid mixtures on the chemical composition and nutritive value of silage. *N. Z. Journ. Agric. Res.* 19, 185.
- Beck, Th.* og *Gross, F.*, (1973). Zur Frage der Rückstände bei der Verwendung Formaldehyd-haltiger Zusatzmittel bei der Gärfutterbereitung. *Wirtschaftseig. Futter*, 19, 282.
- Bucker, E.*, (1969). Beiträge zu den mikrobiellen Vorgängen in Körner Maissilagen im Hinblick auf deren Stabilität. *Diss. München*. Her citeret efter *Gross* og *Beck* 1970.
- Ettala, E.*, *Pohjanheimo, O.*, *Huida, L.* og *Lampila, M.*, (1975, (a)). Ensilage of grass with acids and acid-formaldehyde additives. I. *Annal. Agric. Fenniae*, 14, 286.
- Ettala, E.*, *Pohjanheimo, O.* og *Lampila, M.*, (1975, (b)). Ensilage of grass with acids and acid-formaldehyde additives. *Annal. Agric. Fenniae*, 14, 304.
- Beck, Th.* og *Gross, F.*, (1970). Untersuchungen über die Hemmung von aeroben Abbauprozessen durch Propionsäure bei der Auslagerung von Gärfutter. *Wirtschaftseig. Futter*, 16, 1.
- Hvelplund, T.* og *Møller, P.D.*, (1976). Nitrogen metabolism in the gastrointestinal tract of cows fed silage. *Zeitschr. Tierphysiologie, Tierernährung und Futtermittelkunde*, 37, 183.
- Madsen, J.*, *Møller, P.D.*, *Vestergaard Thomsen, K.* og *Hvelplund, T.*, (1977). Indflydelsen af kemisk behandlet foderprotein på drøvtyggenes kvælstofomsætning. 458. ber. *Statens Husdyrbrugsforsøg*.
- Mann, E.M.* og *McDonald, P.* (1976). The effect of formalin and lower volatile acids on silage fermentation. *J. Sci. Fd. Agric.* 27, 612.
- Møller, E.*, *Frederiksen, J.H.* og *Witt, N.*, (1973). Græs i renbestand II. 3. ber. Fællesudvalget for Statens Planteavl- og Husdyrbrugsforsøg.
- Nørsgaard Pedersen, E.J.* & *Witt, N.*, (1973). Ensileringsmidlers virkning. I. Undersøgelser over den iltningshæmmende virkning af nogle ensileringsmidler. *Tidsskr. f. Planteavl*. 1102. ber. 77, 415.
- Skovborg, E.B.* og *Andersen, P.E.*, (1973). Konserverede græsmarksafgrøder til malkekøer II. 4. ber. Fællesudvalget for Statens Planteavl- og Husdyrbrugsforsøg.
- Skovborg, E.B.* og *Andersen, P.E.*, (1976). Konserverede græsmarksafgrøder til malkekøer III. 5. ber. Fællesudvalget for Statens Planteavl- og Husdyrbrugsforsøg.
- Syrjälä, L.*, (1975). Live-weight gain, feed intake and wool growth of lambs on different grass silages and sucrose and starch supplements. *Annal. Agric. Fenniae*, 14, 338.

- Syrjälä, L.* (1977). Effect of fermentation level on the utilisation of silage protein. XIII Int. Grassl. Congress, Leipzig. Sectional papers 8-9-10, 509.
- Wilkins, R.J., Wilson, R.F. og Woolford, M.K.*, (1974). The effect of formaldehyde on the silage fermentation. Proc. 5th Gen. Meet. Europ. Grassland Federation. Växtodling 29, 197.
- Wilson, R.F. og Wilkins, R.J.*, (1973). Formic acid as a silage additive for wet crops of cocksfoot and lucerne. Jour. Agric. Science, 80, 225.
- Wilson, R.F. og Wilkins, R.J.*, (1977). The effects of mixtures of formalin and acid on silage fermentation. XIII Int. Grassl. Congress, Leipzig. Sectional Papers 8-9-10, 187.

Manuskript modtaget den 20. januar 1978.