

Statens forsøgsstation, Ødum (Kr. G. Mølle)

Ensileringsmidlers virkning

The effect of silage additives

I. Undersøgelser over den iltningshæmmende virkning af nogle ensileringsmidler

I. Investigations on the effect of some silage additives on oxidation processes

E. J. Nørgaard Pedersen og Norman Witt

Resumé

I 5 forsøg, hvor forsøgsafgrøden var græs, kløvergræs eller grønmajs, er den iltningshæmmende virkning af forskellige ensileringsmidler i de første døgn af ensileringsperioden bestemt. Til forsøgene benyttedes en speciel laboratorieteknik, hvorved afgrøden i hele forsøgsperioden til stadighed var i kontakt med luft med et iltindhold meget nær 20 procent. Betingelserne for iltning har således været så gunstige, at de formentlig ikke kan blive gunstigere ved praktisk ensilering. Det bemærkes, at gunstige betingelser for iltning naturligvis betyder, at ensileringsbetingelserne er ugunstige. De afprøvede midler var myresyre, propionsyre, myresyre + propionsyre, myresyre + formaldehyd og Kofasil Plus. Af de 4 førstnævnte midler tilsattes 0,5 l pr. 100 kg grønt, af Kofasil Plus 300 g.

Kofasil Plus viste kun en ringe iltningshæmmende virkning, medens virkningen af de øvrige midler var betydelig men kortvarig, idet ingen af midlerne kunne forhindre iltningen, men kun sinke den 1-3 døgn afhængigt af temperaturen.

Da midlernes hæmning af iltning er kortvarig, må det forventes, at deres virkning overfor overfladeskader i opbevaringsperioden er ringe. 6 forsøg med græs og kløvergræs ensileret henholdsvis uden tilsætning eller med tilsætning af myresyre eller myresyre + formaldehyd (3 l pr. ton) og dækket med 2 lag 0,07 mm plastikfolie, hvilket efter vore erfaringer ikke kan betragtes som en tilstrækkelig effektiv dækning, viste da også, at tilsætning af disse midler ikke havde reduceret overfladeskaderne. Dette betyder, at når der tilsættes iltningshæmmende ensileringsmidler, bliver kravet til tempo lidt mindre presserende, men kravene om effektiv dækning ændres ikke.

I. Indledning

Tab ved ensilering kan ske på ethvert tidspunkt fra nedlægning til opfodring, som skematiseret nedenfor:

1. TAB UNDER NEDLÆGNINGEN

Der vil her væsentligst være tale om iltningstab, der, hvis nedlægningen strækker sig over længere tid, kan blive meget betydelige.

2. TAB I OPBEVARINGSPERIODEN

a. *Tab ved saftafløb*

b. *Tab ved gæring (anaerobe omsætninger)*. Størrelsen af disse tab vil være afhængig af gæringens mere eller mindre gunstige forløb, men vil selv ved et ugunstigt forløb (smørsyre-gæring) sjældent overstige 3-5 procent.

c. *Tab ved iltning*. Er ensilagen mangelfuldt dækket kan disse tab blive meget store, 10 til 25 pro-

cent eller mere. Tabene viser sig dels ved, at en del af ensilagen er kassabel, og dels ved at resten er mere eller mindre beskadiget.

3. TAB UNDER OPFODRINGEN

Under opfodringen kan ensilagen undertiden »tage varme« hvilket fænomen, til trods for at det er en iltningproces, kaldes eftergæring. Eftergæring optræder især, når porøse, oftest ret tørstofrige, ensilager opfodres i varmt vejr, og kan undertiden blive så voldsom, at opfodringen må udsættes til en koldere årstid.

Tilsættes et ensileringsmiddel, kan ensilerings-tabene og ensilagekvaliteten påvirkes af midlets indvirkning på såvel de anaerobe som de aerobe omsætninger, og for vurdering af et ensileringsmidlets egnethed er det derfor betydningsfuldt at kende dets effekt overfor både anaerobe og aerobe omsætninger.

Afprøvning af et ensileringsmiddel kan foretages på flere forskellige måder. I det følgende skal omtales de fleste af de metoder, der har været anvendt her og i udlandet, idet det søges præciseret, hvilke effekter, der vurderes ved de enkelte metoder.

1. *Ensilering i små laboratoriesiloer.*

Der ensileres i henkogningsglas, flasker el. l. med et rumindhold, der sædvanligvis højst er 5 l. Beholderne lukkes lufttæt, og det er således kun midlernes virkning overfor anaerobe omsætninger, der måles ved denne teknik.

2. *Ensileringsforsøg i halvpraktisk skala.*

Hertil benyttes siloer med et rumindhold varierende fra ca. 10 l til ca. 5 m³. Ensilagen dækkes »så lufttæt som muligt«, og ensilagen forsynes med et preslag af sand, betonklodser, blyplader etc. Såvel nedlægning som optagning foretages i løbet af kort tid, sædvanligvis mindre end fire timer. Det er klart, at i denne art forsøg vil iltningprocesser under nedlægning og optagning kun spille en ringe rolle, hvorfor det kun bliver midlernes virkning overfor processer under opbevaringen, der kan måles. Som nævnt kan der

i opbevaringsperioden være tale om såvel anaerobe som aerobe omsætninger, men teknikken giver ikke mulighed for at skelne mellem midlernes indvirkning på de to arter processer. Hvor stor rolle, aerobe omsætninger spiller i forsøgene, vil naturligvis afhænge af dækningsmetodens effektivitet. For forsøg udført under Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur er der en tydelig tendens i retning af, at efterhånden som dækningsmetoderne er blevet forbedret, er iltningsskader kommet til at spille en mindre og mindre rolle, og i de nyere forsøg er det meget sjældent, at der har været så stærk iltning, at det har givet anledning til kassation af mere end helt forsvindende mængder ensilage. Dette betyder, at forsøgene i princippet mere og mere har nærmet sig laboratorieforsøg.

3. *Forsøg i praktisk skala.*

Disse forsøg udføres med større afgrødemængder i stak, langsilø eller tårnsilø. Oftest vil der af arbejdsmæssige grunde være to og sjældent mere end tre forsøgsled. »Gode praktiske forhold« søges iøvrigt så vidt muligt efterlignet. Nedlægningen foretages så hurtigt som muligt, men vil dog ofte komme til at strække sig over to dage. Forsøgene kan i øvrigt udføres på den måde, at hele den ensilerede grønmasse og ensilagen vejes, eller tab og kvalitet kan bestemmes i mindre portioner afgrøde nedlagt forskellige steder i ensilagen i net, plastikposer eller lignende.

Optagningen vil almindeligvis blive foretaget successivt svarende til praksis, og det bliver således et ensileringsmidlets samlede virkning, der måles ved denne art forsøg. Benyttes netindlæg, vil man dog oftest placere nettene så dybt i ensilagebeholdningen, at iltningsskader i overfladen, der ofte er den vigtigste årsag til tab, ikke vil spille nogen stor rolle. Endvidere vil man sædvanligvis grave nettene fri, efterhånden som man når frem til dem, hvorfor eftergæring i forsøgsensilage kun vil få et ringe omfang.

En meget stor vanskelighed ved tyding af resultater af ensileringsforsøg er, at når der ses bort fra forsøg i lufttætte siloer, kan ensileringsbetingelserne i realiteten ikke defineres, og man vil ikke

kunne afgøre, om en eventuel gunstig virkning af et ensileringsmiddel beror på en hæmning af anaerobe eller aerobe omsætninger, og det bliver hermed noget betænkeligt at generalisere ud fra resultater opnået ved forsøg f.eks. i langsiloer, idet disse resultater ikke nødvendigvis er repræsentative, hvis der ensileres med en bedre eller ringere teknik.

Ved laboratorieforsøg er det vist, at hvis der ensileres under absolut anaerobe forhold, opnås et godt ensileringsresultat med de fleste græsafgrøder, hvilket tyder på, at mislykket ensilering i praksis oftere skyldes, at teknikken ikke er helt tilfredsstillende, end at afgrøden er uegnet for ensilering (Nørgaard Pedersen 1972). Behovet for anvendelse af et effektivt ensileringsmiddel er således ikke blot bestemt af afgrødens egenskaber

1. Uden tilsætning
2. Myresyre 0,50 l = ca. 596 g pr. 100 kg grønt
3. Propionsyre 0,50 l = ca. 495 g pr. 100 kg grønt
4. Myresyre + propionsyre 0,50 l = ca. 540 g pr. 100 kg grønt
5. Myresyre + formaldehyd 0,50 l = ca. 560 g pr. 100 kg grønt
6. Kofasil Plus 300 g pr. 100 kg grønt

men også - og formentlig i højere grad - af hvor god ensileringsteknik der anvendes. Da dårlig ensileringsteknik er karakteriseret ved, at muligheden for iltningprocesser ikke er tilstrækkeligt begrænset, er det rimeligt at antage, at et ensileringsmidlets virkning i praksis oftere er bestemt af dets iltningshæmmende virkning end af dets evne til - under anaerobe forhold - at hæmme proteinnedbrydning og smørsyregering. Laboratorieforsøg med anaerob teknik eller forsøg i halvpraktisk skala med en meget god teknik kan derfor ikke ventes at give resultater, der uden videre kan

overføres til praksis. Disse forsøg bør derfor suppleres med forsøg, hvor midlernes iltningshæmmende virkning studeres, og det forekommer rimeligt, at den første betingelse for at et ensileringsmiddel kan anbefales for praksis er, at det udviser en betydelig effekt i sådanne forsøg.

I nærværende beretning skal omtales nogle orienterende undersøgelser, hvor den iltningshæmmende virkning af nogle ensileringsmidler er undersøgt. Undersøgelserne er foretaget i to serier. Den ene serie (serie 1) er laboratorieforsøg, hvor nogle ensileringsmidlers evne til at hæmme iltning i de første døgn efter nedlægningen er målt. Den anden serie (serie 2) er forsøg med små ensilagestakke, hvor virkningen af myresyre og en blanding af myresyre og formaldehyd på overfladeskaderne er bestemt.

II. Forsøg i serie 1

A. Forsøgsplan, forsøgsafgrøder, teknik og beregning

Denne serie omfatter i alt 5 forsøg, der er gennemført 1972, efter ovenstående plan.

Den anvendte myresyre og propionsyre var almindelige handelsvarer. Blandingen af myresyre og propionsyre var et produkt, bestående af lige dele af de to syrer. Blandingen af myresyre og formaldehyd var handelspræparatet »Casco«, der består af 1/3 85 procent myresyre og 2/3 37 procent formalinopløsning. Kofasil Plus er et han-

Tabel 1. Afgrødens kemiske sammensætning

Forsøg	Dato	Afgrøde	%		% af tørstof			
			tørstof	aske	sand	råprotein	træstof	vok*)
1	1/8	Alm. rajgræs.	17,95	11,10	1,48	20,27	22,22	9,81
2	8/8	Kløvergræs . .	17,55	10,04	0,76	21,63	19,79	8,43
3	21/8	Rødkløver . . .	16,94	10,18	0,30	21,22	19,75	10,80
4	29/8	Hundegræs . .	39,62	10,59	0,83	17,85	25,59	9,26
5	10/10	Grønmajs . . .	21,90	5,70	1,38	10,71	21,51	32,97

*) vok = vandopløseligt kulhydrat, »sukker«

delspræparat, hvis virksomme bestanddele er natriumnitrit og hexamethylentetiamin.

I fire forsøg var forsøgsafgrøden græs eller kløvergræs og i et forsøg grønmajs. Afgrødernes sammensætning fremgår af tabel 1.

Afgrøderne blev findelt med skærebåser. Ensileringsmidlerne blev tilsat i ufortyndet tilstand og fordeltes jævnt i afgrøden. For yderligere at sikre ensartet indblanding blev afgrøden derefter

sammenblandet meget grundigt. Den ensilerede afgrødemængde var i alle forsøg 50,0 kg. Ensileringen blev foretaget i lufttætte siloer med et rumfang på ca. 300 l. Ved hjælp af en pumpe med en kapacitet på 350 l pr. time blev luften pumpet fra siloen gennem en 20 l flaske med koncentreret KOH-opløsning og tilbage til siloen. Herved absorberedes den dannede CO₂ og ved det resulterende vacuum sugedes ilt fra en tilsluttet pose af

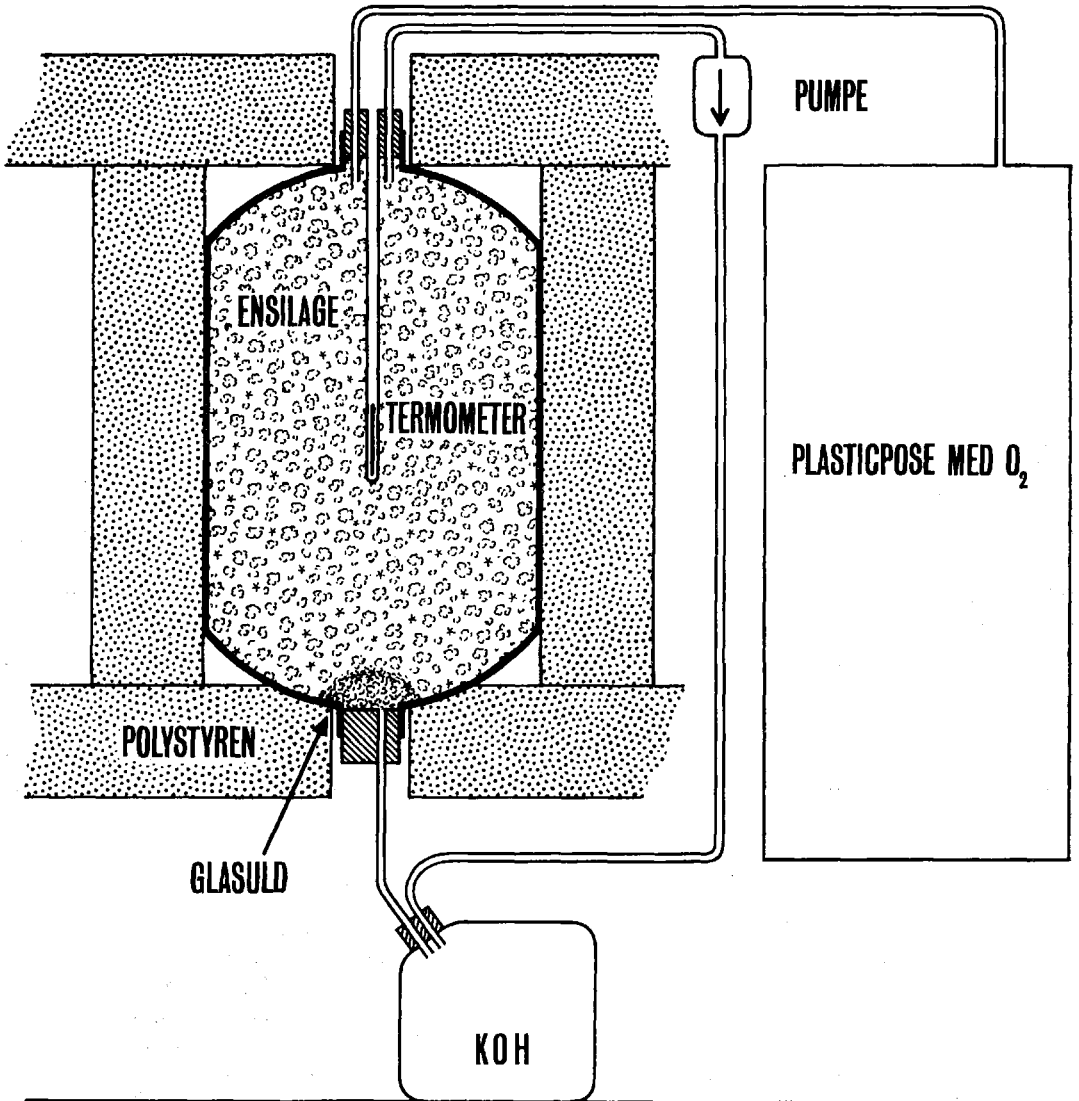


Fig. 1. Isoleret silo.

Tabel 2. Iltforbrug, g O₂ pr. 100 g organisk stof

(Om relationen mellem iltforbrug og tab af organisk stof og energi se side 420)

Forsøg	Led	Timer:	6	12	24	36	48	60	72
1 Alm. rajgræs	1	Uden tilsætning	2,03	4,17	7,45	9,66			
	2	Myresyre	0,40	0,83	1,99	3,83	7,31	9,88	
	3	Propionsyre	0,66	1,35	2,77	4,54	6,39	8,47	
	4	Myres. + propions	0,56	1,13	2,57	4,83	6,72	8,17	
	5	Myres. + formaldehyd	0,53	1,02	2,14	3,53	5,31	7,77	
	6	Kofasil Plus	2,07	4,36	7,46	9,78			
2 Kløvergræs	1	Uden tilsætning	1,90	3,03	5,17	6,73	9,01		
	2	Myresyre	0,49	0,86	1,80	3,61	5,75	7,47	9,32
	3	Propionsyre	0,60	1,11	2,00	3,41	4,41	5,66	6,99
	4	Myres. + propions	0,60	1,09	1,91	3,03	4,62	6,61	8,62
	5	Myres. + formaldehyd	0,52	0,96	1,96	3,53	5,57	8,02	
	6	Kofasil Plus	0,84	2,05	4,29	5,78	8,21		
3 Rødkløver	1	Uden tilsætning	1,22	2,68	7,09	9,74	11,36	12,88	
	2	Myresyre	0,30	0,50	0,80	1,28	2,39	4,38	6,65
	3	Propionsyre	0,41	0,70	1,05	1,31	1,72	2,45	4,02
	4	Myres. + propions	0,35	0,57	0,91	1,22	1,68	2,64	4,65
	5	Myres. + formaldehyd	0,32	0,51	0,85	1,18	1,72	3,38	5,64
	6	Kofasil Plus	0,29	0,60	1,26	2,17	5,21	7,77	9,52
4 Hundegræs	1	Uden tilsætning	0,48	1,07	2,20	3,22	4,27	5,03	5,47
	2	Myresyre	0,15	0,28	0,50	0,77	1,39	2,35	3,46
	3	Propionsyre	0,21	0,41	0,68	0,88	1,09	1,47	1,87
	4	Myres. + propions	0,18	0,35	0,63	0,93	1,38	1,94	2,57
	5	Myres. + formaldehyd	0,19	0,35	0,62	0,92	1,30	1,82	2,33
	6	Kofasil Plus	0,31	0,72	1,63	2,77	3,81	4,18	4,79
5 Grønmajs		Timer:	6	24	48	72	96	120	144
	1	Uden tilsætning	0,25	2,79	7,93	12,48			
	2	Myresyre	0,05	0,12	0,21	0,35	0,59	0,82	1,20
	3	Propionsyre	0,08	0,15	0,26	0,41	0,70	1,04	1,66
	4	Myres. + propions	0,12	0,18	0,31	0,45	0,68	1,02	1,50
	5	Myres. + formaldehyd	0,12	0,21	0,33	0,55	0,81	1,16	1,76
6	Kofasil Plus	0,14	0,34	1,11	2,95	4,53	6,04	7,33	

0,3 mm P.V.C.-folie ind i siloen. På denne måde holdes iltkoncentrationen i siloen omtrent konstant. Siloerne var på alle sider isoleret med 20 cm polystyren, og i et plastrør igennem siloens top var et termometer anbragt omtrent i ensilagens midte. Princippet i opstillingen er skitseret i fig. 1.

Efterhånden som iltningen skrider frem vil temperaturen i siloerne stige og luften udvide sig. Med den skitserede forsøgsanordning vil luftens

iltkoncentration dermed aftage. For at modvirke dette blev der i luftkredsløbet indskudt en flaske med 20 l ilt, når temperaturen var steget ca. 20^o.

Iltforbruget og temperaturen blev målt 2-3 gange i døgnet. Ud fra disse primærdata blev tegnet kurver med tiden som abscisse og henholdsvis iltforbrug og temperatur som ordinat. Ud fra disse kurver blev derefter iltforbrug og temperatur på bestemte tidspunkter i forsøgsperioden aflæst. På grund af, at siloluften udvides ved sti-

Tabel 3. Ensileringsmidlernes forsinkende virkning på iltningen målt i timer efter 1, 2, 3 og 4 døgns forløb

Forsøg		Døgn			
nr.	Led	1	2	3	4
1	2 Myresyre.	18	24	—	—
	3 Propionsyre.	16	28	—	—
	4 Myres. + propions.	16	27	—	—
	5 Myres. + formaldehyd.	18	32	—	—
	6 Kofasil Plus.	0	0	—	—
2	2 Myresyre.	18	19	21	—
	3 Propionsyre.	17	28	36	—
	4 Myres. + propions.	18	27	25	—
	5 Myres. + formaldehyd.	17	20	—	—
	6 Kofasil Plus.	5	4	—	—
3	2 Myresyre.	20	37	48	57
	3 Propionsyre.	18	40	55	69
	4 Myres. + propions.	19	40	50	53
	5 Myres. + formaldehyd.	20	40	52	60
	6 Kofasil Plus.	18	29	37	—
4	2 Myresyre.	18	32	33	40
	3 Propionsyre.	17	35	51	64
	4 Myres. + propions.	17	32	43	76
	5 Myres. + formaldehyd.	17	34	46	50
	6 Kofasil Plus.	6	6	15	0
5	2 Myresyre.	22	43	65	87
	3 Propionsyre.	20	41	64	86
	4 Myres. + propions.	19	40	64	86
	5 Myres. + formaldehyd.	19	39	63	85
	6 Kofasil Plus.	18	35	48	64

gende temperatur, bliver det faktiske iltforbrug noget højere end det direkte konstaterede, hvilket der i beregningerne er korrigeret for.

Det bemærkes, at den anvendte metode til bestemmelse af iltforbrug principielt forudsætter, at der ikke ved omsætningerne udvikles andre luftarter end kuldioxid, men intet ved forsøgene tyder på, at denne forudsætning ikke har været praktisk taget opfyldt.

I tabellerne i det følgende afsnit er iltforbruget angivet i gram pr. 100 gram organisk stof. Antages det, at det overvejende er monosakkarider, der nedbrydes ved iltningen bliver tabet af organisk stof 0,938 gram pr. gram ilt. Iltes forbindelser med et højere eller lavere iltindhold bliver ilt-

ningstabet henholdsvis højere eller lavere. Man kan også - og med større sikkerhed - sætte energitabet i relation til iltforbruget, idet der kan regnes med et energitab på 3,52 kcal pr. gram ilt nogenlunde uafhængigt af, hvilke forbindelser, der iltes. Regnes med 4,50 kcal pr. gram organisk stof bliver energitabet således 0,782 procent pr. gram ilt pr. 100 gram organisk stof. Det bemærkes, at »ensileringsstabene« ikke er søgt bestemt som differens, da denne metode er langt mindre præcis end beregning ud fra iltforbruget. Ligeledes er »ensilagens« kemiske sammensætning og kvalitet ikke bestemt, idet dette skønnedes irrelevant for disse undersøgelseres formål.

Tabel 4. Ensilagetemperatur °C

Forsøg	Led	Timer:	6	12	24	36	48	60	72
1 Alm. rajgræs	1 Uden tilsætning		32,5	45,8	54,6	53,2			
	2 Myresyre		22,2	24,5	30,1	40,2	51,4	54,2	
	3 Propionsyre		25,0	29,0	37,7	41,8	42,5	44,0	
	4 Myres. + propions.		22,5	27,6	35,7	42,7	46,9	49,6	
	5 Myres. + formaldehyd.		23,7	26,4	32,5	39,7	46,7	56,2	
	6 Kofasil Plus		32,2	42,8	53,3	52,9			
2 Kløvrgræs	1 Uden tilsætning		36,9	38,2	40,2	40,1	39,2		
	2 Myresyre		25,5	27,0	31,5	37,5	41,4	43,8	44,8
	3 Propionsyre		25,9	27,7	32,1	34,8	35,5	35,7	35,8
	4 Myres. + propions.		25,2	26,7	30,2	33,0	36,1	38,8	40,7
	5 Myres. + formaldehyd.		24,5	27,1	32,0	37,8	42,2	47,0	
	6 Kofasil Plus		27,2	32,7	39,0	38,8	37,1		
3 Rødkløver	1 Uden tilsætning		26,0	36,2	46,2	46,0	44,7	42,3	
	2 Myresyre		18,2	19,0	20,0	22,8	28,2	37,0	42,0
	3 Propionsyre		18,8	20,1	21,0	21,8	24,0	27,8	33,7
	4 Myres. + propions.		18,1	18,8	20,0	20,6	22,0	25,5	32,9
	5 Myres. + formaldehyd.		18,1	18,8	20,2	21,3	23,8	29,4	39,5
	6 Kofasil Plus		18,3	20,1	22,8	29,2	39,6	40,7	39,8
4 Hundegræs	1 Uden tilsætning		29,0	39,0	52,9	57,4	54,7	51,5	47,8
	2 Myresyre		20,7	22,9	25,9	29,6	37,2	44,1	53,5
	3 Propionsyre		21,8	24,8	28,5	29,5	30,0	31,5	34,7
	4 Myres. + propions.		22,0	25,2	29,5	33,1	36,5	40,8	43,8
	5 Myres. + formaldehyd.		21,5	24,3	28,4	30,8	32,6	35,8	40,6
	6 Kofasil Plus		25,2	32,4	43,4	51,1	55,2	53,4	48,9
5 Grønmajs		Timer:	6	24	48	72	96	120	144
	1 Uden tilsætning		14,0	33,0	41,3	40,9			
	2 Myresyre		13,4	12,5	13,3	13,4	13,5	13,8	14,5
	3 Propionsyre		14,0	13,7	13,4	13,3	13,5	14,0	16,7
	4 Myres. + propions.		14,5	13,9	13,4	13,1	13,4	13,5	14,7
	5 Myres. + formaldehyd.		14,8	14,3	13,4	13,6	13,6	14,6	16,5
6 Kofasil Plus		14,5	15,6	24,5	32,1	30,6	33,5	33,8	

B. Forsøgsresultater

I tabel 2 er iltforbruget efter 6, 12, 24 o.s.v. timers forløb vist. Det ses, at i alle forsøg har iltningshastigheden i forsøgsleddet uden tilsætning været meget stor også i det første døgn efter nedlægnin-gen, og væsentligt stærkere end fundet ved tidligere forsøg (Nørgaard Pedersen 1971). I forsøg 1 er iltforbruget således nået op på 7,45 g pr. 100 g organisk stof pr. døgn, hvilket svarer til et tab af organisk stof på ca. 7 pct. (sml. side 420).

Kofasil Plus har udvist ingen eller kun ubetyde-

lig virkning i forsøg 1, 2 og 4, en vis virkning i forsøg 3 og en betydelig virkning i forsøg 5.

Myresyre, propionsyre og blandingerne af myresyre og propionsyre og af myresyre og formaldehyd har vist en betydelig effekt i alle forsøg. I det 1. døgn har propionsyre i alle forsøg haft en lidt svagere virkning end myresyre, men efter 2 døgn forløb er det modsatte tilfældet undtagen i forsøg 5. Blandingen af de to syrer synes at have en intermediær effekt. Blandingen af myresyre og formaldehyd har udvist nogenlunde samme virkning

som myresyre. I forsøgene nr. 1, 2 og 3 var iltningshastigheden i forsøgsleddet uden tilsætning meget stor. I forsøg nr. 4 og 5 gik iltningen noget langsommere. Denne forskel skyldes formentlig væsentligst forskellen i lufttemperatur, der i de fem forsøg var henholdsvis 20, 20, 18, 15 og 10°. Effekten af de tilsatte ensileringsmidler har været væsentligt større i forsøg nr. 5 end i de øvrige forsøg, hvilket dels kan skyldes den lavere temperatur og dels egenskaber ved afgrøden.

I de anvendte ret høje koncentrationer har ingen af midlerne kunnet hindre iltning, der er kun tale om en større eller mindre forsinkelse. Denne forsinkelse målt i timer (d.v.s. forskellen i timer mellem de tidspunkter, hvor der uden tilsætning og med tilsætning er målt samme iltningsgrad) efter 1, 2, 3 og 4 døgn forløb er vist i tabel 3.

Ensilagetemperaturen fremgår af tabel 4.

Det ses, at iltningen i alle forsøg har resulteret i meget store temperaturstigninger.

III. Forsøg i serie 2

A. Forsøgsplan, forsøgsafgrøder, teknik og beregning

Denne forsøgsserie omfatter i alt 6 forsøg (a-f) udført 1971 efter følgende plan:

1. Uden tilsætning
2. Myresyre, ca. 3 l pr. ton
3. Myresyre+formaldehyd, ca. 3 l pr. ton

Forsøgsafgrøderne var i forsøg a og f rajrgræs i de øvrige forsøg kløvergræs. Tørstofprocenten varierede fra 19 til 27 procent.

Høst og findeling blev foretaget med finsnitte og tilsætning af ensileringsmiddel med påmonteret L.T.I.-syreudstyr. Med denne teknik var det ikke muligt at tilsætte præcis den tilsigtede mængde ensileringsmiddel. De faktisk tilførte mængder fremgår af tabel 5.

Tabel 5. Tilsat ensileringsmiddel, 1 pr. ton

Forsøg	Myresyre	Myresyre+ formaldehyd
a	3,00	3,00
b	3,28	2,98
c	3,39	3,64
d	2,77	2,66
e	4,18	4,11
f	2,32	3,31

Ensileringen blev foretaget i små stakke med bund af 0,07 mm plastikfolie. Ensilagen blev dækket med 2 lag 0,07 mm plastikfolie, der holdtes på plads af jord langs randen. Den ensilerede mængde grønt var i alle forsøg 950-1000 kg, hvilken mængde blev valgt, fordi den efter vor erfaring er tilstrækkelig til, at der, selv om overfladeskaderne bliver meget store, dog bliver en ret betydelig mængde normal ensilage i stakkens midte. Ensileringstiden var i alle forsøg 8-12 uger.

B. Forsøgsresultater

Ved optagning af ensilagen viste det sig, at trods den ret omhyggelige dækning, var der i alle forsøgsled i alle forsøg meget betydelige overfladeskader. Ensilagen blev skønmæssigt sorteret i en kassabel og en brugelig del. I tabel 6 er vist, hvor stor en del af ensilagen, der var kassabel.

Tabel 6. Pct. af ensilagen kasseret

Forsøg	Uden tilsætning	Myresyre	Myresyre+ formaldehyd
a	49,2	59,0	58,0
b	60,5	61,7	65,3
c	56,5	63,4	59,7
d	52,9	43,5	64,3
e	29,9	31,0	44,7
f	42,6	38,9	43,7
Gns.	48,6	49,6	56,0

Det fremgår af tabellen, at hverken myresyre eller myresyre + formaldehyd har formindsket kassationstab. Den ret betydelige variation i forsøgsleddenes indbyrdes placering i de enkelte forsøg kan forklares derved, at dels er det vanskeligt at foretage en præcis sortering i kassabel og brugbar ensilage, og dels, at med den anvendte ensileringssteknik kan overfladetabet være stærkt påvirket af tilfældigheder, bl.a., kan det være afgørende om plastikdækket forbliver intakt i ensileringsperioden, eller det bliver mere eller mindre beskadiget.

I forsøg b og c var den brugbare ensilage i alle forsøgsled meget varm ved optagningen, hvilket viser, at der stadig foregik iltningprocesser. Det samme gjaldt i forsøg d, men knap så udpræget.

IV. Diskussion og konklusion

Forsøgene i serie 1 har vist, at iltningstabene i de første døgn af ensileringsperioden kan blive meget store - helt op til 7 pct. af organisk stof pr. døgn - hvis der er uhindret iltadgang til ensilagen. Det bør ved vurdering af disse iltningstab erindres, at der ved forsøgene er tilstræbt så gunstige betingelser for iltning som muligt, og ved praktisk ensilering vil det formentlig kun gå helt så galt som i forsøgene, når der ensileres i stak i stærk blæst.

Tilsætning af 300 g *Kofasil Plus* pr. 100 kg grønt har hæmmet iltningen en del, men gennemgående helt utilstrækkeligt, hvorfor det må konkluderes, at dette middel i hvert fald ikke i den anvendte dosering vil kunne kompensere for mangelfuld teknik (for lang fyldningstid og for sen dækning).

Tilførsel af 5 l pr. ton grønmasse af *myresyre*, *propionsyre*, *myresyre + propionsyre* eller *myresyre + formaldehyd* har vist en stærkt hæmmende virkning på iltningen. Det må dog stærkt pointeres, at der er tale om en hæmning og ikke en hindring af iltningen. Hæmningen viser sig på den måde, at iltningen hæmmes i et, to, tre eller flere døgn, formentlig afhængigt af temperaturen, men efter denne relativt korte periode ophører hæmningen fuldstændigt, og iltningshastigheden bliver da ligeså stor som ved ensilering uden tilsætningsmiddel. Dette betyder, at man må forvente, at tilsætning af disse midler vil kunne reducere iltningstabene under nedlægningen, men ikke de iltningstab, der opstår under opbevaringen på grund af for ringe dækning af ensilagen.

Forsøgene i serie 2 viser da også, at når dækningen ikke er effektiv, reduceres iltningstabene ikke ved tilsætning af *myresyre* og heller ikke ved tilsætning af *myresyre + formaldehyd*. Man må herefter konkludere, at man *når der tilsættes myresyre eller et andet syremiddel vel kan opnå, at kravet til tempo bliver knap så presserende, men kravet om effektiv dækning er det samme som ved ensilering uden tilsætning.*

Forsøgsmaterialet er for spinkelt til at tillade en præcis kvantitativ sammenligning af de afprøvede midlers virkning. Det synes dog helt sikkert, at *Kofasil Plus* har en langt ringere iltningshæmmende virkning end de øvrige midler, og at forskellen på virkningen af *myresyre*, *propionsyre*

og *myresyre-propionsyre*-blandingen er så ringe, at anvendelse af de to sidstnævnte midler på grund af den langt højere pris ikke vil være hensigtsmæssig.

Blandingen af *myresyre* og formaldehyd har udvist praktisk taget samme virkning som *myresyre*. For blandingen gør der sig imidlertid det forhold gældende, at formaldehyd reagerer med råproteinets aminogrupper under dannelse af tungt opløselige forbindelser. Denne reaktion bevirker, at råproteinet i nogen grad beskyttes mod nedbrydning i drøvtyggenes vom men også, at råproteinets fordøjelighed forringes. Om den samlede virkning bliver en forbedring eller en forringelse af råproteinets værdi er foreløbig et uafklaret spørgsmål.

Summary

In 5 experiments was the effect of various silage additives on oxidation processes during the first few days of the ensiling period tested. The experimental crops were grass, clover grass or maize (table 1).

To the experiments silos with a capacity of 300 litres were used. The air of the silos was circulated by pumps through bottles with KOH in which the evolved CO₂ was absorbed. By the resulting vacuum the CO₂ was replaced by O₂ from P.V.C. bags connected to the silos, and in this way the oxygen content of the air was maintained very near at 20 per cent (Fig. 1).

The tested additives were formic acid, propionic acid, formic acid + propionic acid, formic acid + formaldehyde and *Kofasil Plus*.

Of the first four additives 0,5 litre was added per 100 kg green material, of *Kofasil Plus* 300 gs.

The oxygen consumption at various times measured in gs of O₂ per 100 gs of organic matter appears from table 2, and the retarding effect of the additives on oxidation processes measured in hours after 1, 2, 3 and 4 days (compared to ensiling without additives) is shown in table 3. The temperatures of the ensilage appear from table 4.

The results may be summarized as follows: *Kofasil Plus* had only a slight effect on the oxidation process, while the other additives showed a considerable effect. However, none of the additives could prevent oxidation, the effect may be characterized as a retardation of the oxidation only. This means that it must be expected, that the additives will have only a slight effect on surface damage during ensilage under practi-

cal conditions, and in accordance with this 6 experiments in small poorly sealed stacks (1 ton) where ensiling without additives were compared with ensiling with formic acid (3 litre per ton) and formic acid+formaldehyde (3 litre per ton) showed no effects of the additives (table 6).

The conclusion which may be drawn from the experiments is, that when a silage additive (which have an effect on oxidation processes) is used, the demand of tempo during filling may be reduced slightly, the demand of effective sealing of the silage, however, is unchanged.

Litteraturliste

Nørgaard Pedersen, E. J., 1971: Undersøgelser over iltningsskader i ensilage. Tidsskr. f. Planteavl 75, 215—238.

Nørgaard Pedersen, E. J., 1973: Undersøgelser over forskellige græsmarksafgrøders egnethed for ensilering. Tidsskr. f. Planteavl 77, 74—88.

Manuskript modtaget den 1. februar 1973