



TYNDERE OG TÆTTERE ENSILERINGSFOLIE GAV LIGE SÅ GOD ENSILAGEKVALITET

STØTTET AF

Promilleafgiftsfonden for landbrug

Dækning af græsensilage med Silostop® MAX gav samme aerobe stabilitet, fermentering og pH i ensilagen som dækning med almindelig dæk- og vakuumfolie

Af: Rasmus Jul Hauge, Nikolaj Hansen, Anne Mette Kjeldsen og Rudolf Thøgersen, SEGES HusdyrInnovation

SAMMENDRAG

Effekten af to forskellige typer af ensileringsfolier på aerob stabilitet, fermenteringsprofil, pH og mikrobiologisk sammensætning blev testet i kløvergræsensilage i 20 markstakke og plansiloer. De to folietyper omfattede ét lag Silostop® MAX (80 µm polyethylen og ethylene vinyl alkohol), der har en meget lav iltgennemtrængelighed, og ét lag Trilen® 150 UV 18 dækfolie i kombination med ét lag vakuumfolie (150 + 40 µm polyethylen). Behandlingerne blev fordelt mellem markstakkene og plansiloerne af kløvergræsensilage ved lodtrækning. Ca. to måneder efter ensilering blev der udtaget prøver af ensilagen fra 0 - 15 cm dybde og fra 15 cm dybde til ca. 10 cm fra bunden. Prøverne blev analyseret for aerob stabilitet, fermenteringsprofil, pH og mikrobiologisk sammensætning. Desuden blev prøver af Silostop® MAX fra både ubrugte og brugte folier, der var anvendt til dækning af stakkene, testet for iltgennemtrængelighed.

Folietypen havde ingen effekt på aerob stabilitet, fermenteringsprofil, pH eller mikrobiologisk sammensætning. Flere parametre var derimod påvirket af, om prøven var taget øverst (0 - 15 cm dybde) eller nederst (15 cm dybde til ca. 10 cm fra bunden) i stakken eller siloen. pH var lavest ($P < 0,001$) og koncentrationen af mælkesyre og sukker højest ($P < 0,001$ hhv. $< 0,01$) i de nederste prøver, mens koncentrationen af ethanol og mælkesyrebakterier var højest ($P < 0,001$ hhv. $< 0,01$) i de øverste prøver. Der var desuden tendens til dårligere aerob stabilitet ($P = 0,08$) i

de øverste prøver.

Den meget lave iltgennemtrængelighed for Silostop® MAX blev bekræftet ved analyser af både ubrugte folier og folier, der havde været anvendt på ensilagen i ca. fem måneder. Den aerobe stabilitet i de undersøgte stakke var generelt høj, hvilket kan have været medvirkende til, at der ikke blev fundet forskelle mellem behandlingerne på trods af den meget lave iltgennemtrængelighed for Silostop® MAX. Undersøgelsen viser, at ét lag Silostop® MAX giver lige så god ensilagekvalitet og aerob stabilitet som en kombination af en almindelig dæk- og vakuumfolie. Valget af folietype til ensilering bør derfor afhænge af bl.a. pris, brugervenlighed, fysisk/kemiske egenskaber og hensyn til miljø. På sigt forventes tyndere folier med lav iltgennemtrængelighed at få større udbredelse frem for de nuværende traditionelle typer på grund af hensyn til brugervenlighed og miljø.

INTRODUKTION

Opbevaring af ensilage under så lufttætte forhold som muligt er stærkt afgørende for at opnå en god fermentering, en høj aerob stabilitet og dermed et minimalt tab af ensilagetørstof under opbevaring og udfodring. Normalt anvendes mindst to lag ensileringsfolie for at sikre en god beskyttelse af ensilagen og en lav iltgennemtrængelighed. Den mest almindelige praksis i Danmark er at bruge en såkaldt vakuum- eller underlagsfolie på kun 40 µm, der har til formål at smyge sig tæt langs ensilagen for at hindre horisontal transport af luft under folien. Over vakuumfolien anvendes mindst én dækfolie på 150 µm til at beskytte ensilagen og den underliggende vakuumfolie. I nogle tilfælde anvendes to lag dækfolie i stedet for en kombination af dæk- og vakuumfolie.

Iltgennemtrængeligheden af standard polyethylen ensileringsfolier har tæt sammenhæng med foliens tykkelse. Almindelige dækfolier fremstillet af polyethylen med en tykkelse på 150 µm har ofte en iltgennemtrængelighed på 150 – 200 cm³/m²/døgn, mens de tyndere vakuumfolier på 40 µm har en højere iltgennemtrængelighed på 800 – 1.000 cm³/m²/døgn. Nye folietyper, hvor der er indbygget særlige iltbarrierer baseret på f.eks. ethylene vinyl alkohol eller polyamid, gør det imidlertid muligt at fremstille tyndere folier, som har lavere iltgennemtrængelighed end polyethylen ensileringsfolier.

Silostop® MAX med en tykkelse på 80 µm og en iltbarriere baseret på ethylene vinyl alkohol er én af disse nye typer, der jævnfør dens specifikationer har en meget lav iltgennemtrængelighed (≤ 5 cm³/m²/døgn) og samtidig fysiske egenskaber på niveau med traditionelle folier. Denne folie anvendes med kun ét lag, hvilket gør håndteringen nemmere og reducerer materialeforbruget til mindre end halvdelen.

Formålet med undersøgelsen var at teste, om brugen af ét lag Silostop® MAX påvirkede ensilagens kvalitet sammenlignet med en traditionel dækning med en kombination af ét lag dækfolie og ét lag vakuumfolie. Kvalitetsparametrene omfattede aerob stabilitet, fermenteringsprofil, pH og mikrobiologisk sammensætning. Endvidere blev det undersøgt, om foliens iltgennemtrængelighed svarede til specifikationerne, og om den med tiden blev påvirket af vejr og ensilage. Testen blev gennemført i samarbejde med Brødr. Ewers A/S, der leverede

de testede folier og bistod med at finde egnede testværter.

MATERIALER OG METODER

Testen omfattede to behandlinger:

- Silostop® MAX bestående af 80 µm polyethylen og ethylen vinyl alkohol co-ekstruderet i 7 lag
- Trilen® 150 UV18 dækfolie på 150 µm co-ekstruderet i 3 lag i kombination med vakuumfolie på 40 µm (i alt 190 µm)

Foliernes tykkelse og iltgennemtrængelighed baseret på oplysninger fra Brødr. Ewers og producenten fremgår af tabel 1.

Tabel 1. Tykkelse og iltgennemtrængelighed for de testede folier (oplyst af Brødr. Ewers og producent).

Egenskab	Enhed	Silostop® MAX	Standard	
			Trilen® 150 UV 18	Vakuumfolie
Tykkelse	µm	80	143	40
Iltgennemtrængelighed	cm ³ /m ² /døgn	≤ 5	-	840

Forsøgsværter og græsensilage

De deltagende malkekvægbedrifter blev bl.a. udvalgt efter, at de havde en egnet markstak eller plansilo med græsensilage til testen. Det var et krav, at der ikke skulle lægges et andet slæt ovenpå, således at folien kunne blive liggende på stakken indtil prøveudtagning. Desuden skulle værterne være indstillet på at lade folietypen afhænge af lodtrækning. Det blev tilstræbt i testen at have 10 partier af græsensilage til hver folietype. Dette lykkedes med undtagelse af en enkelt stak fra behandlingen med kombinationen af dæk- og vakuumfolier, der måtte udgå undervejs i testen.

Udtagning af foder- og folieprøver

I forbindelse med ensilering blev der fra hver markstak eller plansilo af frisk græsafgrøde udtaget 10 delprøver jævnt fordelt over den tid, det tog at høste og indlægge afgrøden i stak eller silo. Delprøverne blev opbevaret i kølebokse med frosne køleelementer og hurtigst muligt transporteret til Kvægbrugets ForsøgsLaboratorium (KFL). Her blev delprøverne vejlet og samlet til én prøve, der derefter blev neddelte efter keglemetoden og straks viderebehandlet eller frosset ned.

Ca. to måneder efter ensilering blev der i hver stak udtaget prøver øverst (0 - 15 cm dybde) og nederst (15 cm dybde til ca. 10 cm fra bunden) i stakken eller siloen. Den øverste prøve blev skåret ud med kniv, og den nederste prøve blev udtaget med eldrevet ensilagebor. Prøverne blev straks pakket i plastikposer og anbragt i kølebokse med frosne køleelementer. Samme dag blev prøverne transporteret til KFL i Skejby, hvor de blev neddelte sterilt efter keglemetoden til mindre delprøver, der straks blev viderebehandlet eller frosset ned.

Der blev udtaget folieprøver af Silostop[®] MAX fra to tilfældige ubrugte ruller samt tre stakke af græsensilage ca. fem måneder efter ensilering.

Analyser af foder og folier

Tørstofindholdet i de udtagne prøver blev bestemt i tørreskab med luftcirkulation ved 60 °C i mindst 36 timer på KFL. Tørstofindholdet i de ensilerede prøver blev korrigeret for tab af flygtige fedtsyrer (VFA) som beskrevet af Åkerlind et al., (2011). Prøverne blev formalet på Cyclotec med 1 mm sold og efterfølgende analyseret kemisk hos Eurofins Agro Testing Denmark A/S i Vejen for aske, råprotein, neutral detergent fiber (NDF), sukker og in vitro fordøjelighed af organisk stof (IVOS).

Desuden blev der fremstillet ekstrakter på basis af 100 g af ensilageprøverne, der blev analyseret for mælkesyre, eddikesyre, ethanol og propanol med Nær Infrarød Transmission (NIT) på KFL.

Den mikrobielle sammensætning i både frisk og ensileret græs blev bestemt ved Institut for Husdyrvidenskab, Aarhus Universitet. Bestemmelsen blev foretaget på optøede prøver ved dyrkning og optælling af koloniformende enheder (colony forming units, CFU) på agarplader og omfattede mælkesyrebakterier, coliforme bakterier, gær og skimmel (Kristensen et al., 2010).

Ensilageprøverne blev analyseret for aerob stabilitet på KFL. Straks efter neddeling blev prøverne inkuberet i en 1,5-L spand (ca. 1000 g) med en temperaturprobe placeret i midten af prøven. Spanden blev placeret i inkubationsskab (KB 8400, Termaks A/S) ved en konstant referencetemperatur på 20 °C. Ensilagens temperatur blev logget kontinuerligt, og den aerobe stabilitet blev angivet som tiden målt i timer, det tog for temperaturen at stige 2,5° C over referencetemperaturen. Hvis temperaturen i en prøve ikke var steget over 2,5° C efter 257 timer, blev prøverne taget ud af skabet, og deres tid blev noteret til 257 timer.

Folieprøverne blev analyseret for iltgennemtrængelighed (DIN 53380-3:1998-07) via Deutsche LandwirtschaftsGesellschaft, Tyskland.

Statistiske analyser

Analyserne og de indsamlede data blev analyseret ved brug af Proc MIXED i SAS (SAS Institute Inc., Cary, NC).

Følgende model blev brugt i den statistiske analyse, hvor Y står for responset:

$$Y = \text{Behandling} + \text{Prøvedybde} + \text{Behandling} * \text{Prøvedybde} + \text{Tørstof} + \text{Parti} + \text{Prøvedato} + \text{Tilfældig variation}$$

Modellen indeholder systematiske effekter af behandling (Silostop[®] MAX eller kombination af dæk- og vakuumfolie), prøvedybde (øverst eller nederst) og vekselvirkning mellem disse samt en lineær effekt af tørstofindhold og tilfældige effekter af det enkelte parti og prøvedato. Statistisk signifikans betragtes som $P < 0,05$ for hovedvirkninger og $P < 0,01$ for vekselvirkninger. Da vekselvirkningen mellem behandling og prøvedybde ikke var signifikante, blev vekselvirkningen mellem behandling og prøvedybde fjernet, og de viste P-værdier for prøvedybde og behandling er fra en model uden denne.

Der blev lavet en *t*-test på prøver af den friske afgrøde for at afgøre, om der var forskel på tørstofindhold og næringsstofsammensætning mellem behandlingerne ved forsøgets start.

RESULTATER OG DISKUSSION

I tabel 2 er resultaterne fra analyserne af den friske afgrøde vist. Der var ingen signifikante forskelle mellem behandlingerne, men der var tendens til et højere indhold af råprotein for behandlingen med Silostop® MAX.

Tabel 2. Tørstof- og næringsstofindhold samt IVOS i prøver af frisk kløvergræs.

Parameter	Enhed	Behandling		P-værdi
		Silostop® MAX	Trilen® 150 UV 18 dækfolie + Vakuumfolie	
Antal		10	9	
Tørstof	g/kg	359	346	0,70
Aske	g/kg TS	81	86	0,30
IVOS	%	77,1	77,5	0,76
Råprotein	g/kg TS	158	144	0,23
NDF	g/kg TS	433	420	0,55
Sukker	g/kg TS	146	156	0,57

Resultaterne for analyserne af ensilage er vist i tabel 3. Der var ingen signifikant effekt af behandling eller vekselvirkning mellem behandling og prøvedybde for hverken tørstofindhold, næringsstofsammensætning, fermenteringsprofil, pH, mikrobiologisk sammensætning eller aerob stabilitet. For ethanol var der en tendens til signifikant vekselvirkning ($P=0,02$) mellem behandling og prøvedybde. Der var således tendens til, at der var et højere indhold af ethanol i de øverste prøver ved dækning med Silostop® MAX end med kombinationen af Trilen® 150 UV 18 og vakuumfolie, mens der ingen forskel var i ethanol mellem de nederste prøver.

Flere parametre var derimod påvirket af, om prøven var taget øverst (0 - 15 cm dybde) eller nederst (15 cm dybde til ca. 10 cm fra bunden) i stakken eller siloen. Koncentrationen af mælkesyre og sukker var højest i de nederste prøver, mens koncentrationen af ethanol og mælkesyrebakterier var højest i de øverste prøver. pH var lavest i de nederste prøver, hvilket hænger sammen med det højere indhold af mælkesyre. Den højere koncentration af ethanol i de øverste prøver indikerer, at der har været en større vækst af gær. Dette kan være forklaringen på, at der var tendens til en dårligere aerob stabilitet i de øverste prøver. Dyrkning af prøverne viste dog ingen vækst af hverken gær, skimmel eller coliforme bakterier, men vi ved ikke, om det kan skyldes, at prøverne var blevet nedfrosset og derefter optøet før dyrkning.

Koncentrationen af råprotein og NDF var lavest i de nederste prøver, mens andelen af opløselig råprotein var højest. Der er ikke umiddelbart en forklaring på disse forskelle, men de kan måske delvist skyldes forskellene i fermenteringsprofil og pH, der kan have påvirket analyserne.

Tabel 3. Mindste kvadraters gennemsnit og P-værdier for næringsstofindhold,

fermenteringsprofil, pH, mælkesyrebakterier og aerob stabilitet i græsensilage ved to behandlinger og to prøvedybder.

Parameter	Enhed	Behandling1		Prøvedybde2		P-værdi		
		Silostop® MAX	Standard3	Øverst	Nederst	Veksel-virkning behand- ling og prøve- dybde	Behand- ling	Prøve- dybde
Antal		9	10	19	19			
Tørstof	g/kg	365	319	343	343	0,06	0,42	0,99
Aske	g/kg TS	99	99	99	96	0,78	0,90	0,15
Råprotein	g/kg TS	161	145	153	143	0,96	0,08	<0,01
Opl. råprotein	g/kg råprotein	584	594	589	642	0,31	0,98	<0,001
NDF	g/kg TS	398	403	401	380	0,95	0,77	<0,001
Sukker	g/kg TS	50	56	53	71	0,71	0,35	<0,01
Mælkesyre	g/kg TS	78	76	77	90	0,50	0,39	<0,001
Eddikesyre	g/kg TS	15	21	20	18	0,85	0,49	0,20
Ethanol	g/kg TS	28	19	23	16	0,02	0,10	<0,001
Propanol	g/kg TS	2,0	0,6	1,3	0,7	0,35	0,43	0,15
LAB ⁴	Log CFU/gram	7,0	6,8	6,9	6,4	0,57	0,99	<0,01
pH		4,40	4,23	4,33	4,15	0,13	0,18	<0,001
Aerob stabilitet ⁵	%	33	60	46	81	0,92	0,58	0,08

¹ Værdierne er mindste kvadraters gennemsnit for de øverste prøver, da vi antager, at behandlingen kun ville have effekt i de øverste prøver.

² Prøver udtaget øverst (0 - 15 cm dybde) og nederst (fra 15 cm dybde til ca. 10 cm fra bunden)

³ Standard = kombination af dækfolie (Trilen® 150) og vakuumfolie

⁴ LAB = Mælkesyrebakterier

⁵ Aerob stabilitet = % prøver, hvor temperaturen ikke steg 2,5° C over referencetemperaturen indenfor 257 timer

Analyserne af to tilfældigt udvalgte og ubrugte Silostop® MAX-folier viste iltgennemtrængeligheder på 11 - 12 cm³/m²/døgn, hvilket bekræfter den oplyste meget lave iltgennemtrængelighed. Tilsvarende lave værdier på 10 – 11 cm³/m²/døgn blev målt i de tre prøver af brugte Silostop® MAX-folier, der havde været anvendt på græsensilagen i ca. fem måneder. Silostop® MAX har således opretholdt den meget lave iltgennemtrængelighed gennem opbevaringsperioden.

Græsensilage har generelt en høj aerob stabilitet i forhold til majsensilage, der betydeligt

hurtigere udvikler varme efter udtagning fra stakken. Testens resultater tyder på, at der med de iltgennemtrængeligheder, der er i standard dæk- og vakuumfolier, ikke kan forventes en effekt på den aerobe stabilitet i kløvergræsensilage ved at reducere foliernes iltgennemtrængelighed yderligere. Dette resultat er i overensstemmelse med en test i majsensilage af en anden type folie med en tilsvarende lav iltgennemtrængelighed (Thøgersen et al., 2017).

En metaanalyse af Wilkinson og Davies (2013) viste, at foliernes iltgennemtrængelighed kan have betydning for ensilagens aerobe stabilitet og tab i opbevaringsperioden. Den gennemsnitlige iltgennemtrængelighed for standardfolierne (125 μm) i metaanalysen var imidlertid 1811 $\text{cm}^3/\text{m}^2/\text{døgn}$, mens den for iltbarrierefolierne varierede fra 9 til 846 $\text{cm}^3/\text{m}^2/\text{døgn}$. Standardfolierne i metaanalysen havde således væsentlig højere iltgennemtrængelighed end i nærværende undersøgelse.

KONKLUSION

Undersøgelsen af to typer/kombinationer af ensileringsfolier (Silostop[®] MAX vs. kombination af dæk- og vakuumfolie) anvendt på kløvergræsensilage viste samme aerobe stabilitet, fermenteringsprofil, pH og mikrobiologiske sammensætning. Målingerne af iltgennemtrængelighed i både brugte og ubrugte folier af Silostop[®] MAX bekræftede en meget lav iltgennemtrængelighed.

Valget af folietype til ensilering bør derfor afhænge af bl.a. pris, brugervenlighed, fysisk/kemiske egenskaber og hensyn til miljø. På sigt forventes tyndere folier med lav iltgennemtrængelighed at få større udbredelse frem for de nuværende traditionelle typer på grund af hensyn til brugervenlighed og miljø.

ANERKENDELSE

Brødr. Ewers takkes for et godt samarbejde og for at have leveret de testede folier til undersøgelsen.

Mælkeproducenterne takkes ligeledes for et godt samarbejde og for at have stillet deres græsensilage til rådighed for testen.

REFERENCER

Kristensen, N. B., K. H. Sloth, O. Højberg, N. H. Spliid, C. Jensen, and R. Thøgersen. 2010. Effects of microbial inoculants on corn silage fermentation, microbial contents, aerobic stability, and milk production under field conditions. *Journal of Dairy Science* 93: 3764-3774.

Thøgersen, R., N. Hansen og A.M. Kjeldsen. 2017. Virkning og brug af nye typer ensileringsfolier. Fodringsdag, SEGES HusdyrInnovation.

Wilkinson, J. M., and D. R. Davies. 2013. The aerobic stability of silage: key findings and recent developments. *Grass and Forage Science* 68: 1-19.

Åkerlind, M., M. R. Weisbjerg, T. Eriksson, R. Thøgersen, P. Udén, B. L. Ölafsson, O. M. Hartstad, and H. Volden. 2011. Feed analyses and digestion methods. In: Harald Volden (ed.) NorFor - The Nordic feed evaluation system. p 41-54. Wageningen Academic Publishers, Wageningen.