



## GOD KVALITET AF ENSILERINGSFOLIER PÅ DET DANSKE MARKED

STØTTET AF

# Promilleafgiftsfonden for landbrug

En screening af ensileringsfolier på det danske marked viser, at folierne generelt opfylder kravene til tæthed og fysiske egenskaber. Folierne bevarer desuden tætheden under opbevaring af ensilagen, når de ikke bliver beskadiget.

*En screening af ensileringsfolier på det danske marked viser, at folierne generelt opfylder kravene til tæthed og fysiske egenskaber. Folierne bevarer desuden tætheden under opbevaring af ensilagen, når de ikke bliver beskadiget. Nye tyndere typer af folier med særlige iltbl barrierer er tættere og har stort set lige så gode fysiske egenskaber som de traditionelle tykkere folier.*

## INTRODUKTION

En høj kvalitet af ensileringsfolier er en vigtig forudsætning for at kunne opbevare ensilage under så lufttætte forhold som muligt, hvilket er afgørende for at opnå en vellykket fermentering og en høj aerob stabilitet af ensilagen. Det er derfor vigtigt, at folierne både har en lav iltp permeabilitet samt en høj styrke og holdbarhed, så der ikke opstår utætheder, og at den lave iltp permeabilitet opretholdes i lagringsperioden.

De normalt anvendte ensileringsfolier er fremstillet af polyethylen. Normalt anvendes mindst to lag ensileringsfolie for at sikre en god beskyttelse af ensilagen og en lav iltp permeabilitet. Den mest almindelige praksis i Danmark er at bruge en såkaldt vakuum- eller underlagsfolie på 40  $\mu\text{m}$ , der har til formål at smygge sig tæt langs ensilagen for at hindre horisontal transport af luft under folien. Over vakuumfolien anvendes mindst én dækfolie på typisk 150  $\mu\text{m}$  til at beskytte ensilagen og den underliggende vakuumfolie. I nogle tilfælde anvendes to lag dækfolie i stedet for kombinationen af dæk- og vakuumfolie.

Iltpermeabiliteten af polyethylen ensileringsfolier har tæt sammenhæng med foliens tykkelse. Iltpermeabiliteten er således betydeligt lavere for dækfolier på 150 - 200  $\mu\text{m}$  end for de tynde vakuumbolier på typisk 40  $\mu\text{m}$ . Der er imidlertid kommet nye tynde folietyper på markedet, hvor der er indbygget særlige iltbarrierer baseret på enten ethylene vinyl alkohol eller polyamid. Disse folietyper har en meget lavere iltpermeabilitet end de normale dækfolier, selvom de kun har en tykkelse på 80 – 100  $\mu\text{m}$ . Desuden har de ifølge de oplyste specifikationer stort set de samme fysiske egenskaber. Formålet med de tyndere folier er dels at lette arbejdet med dækning og afdækning af ensilagen, idet der kun skal anvendes ét lag folie, og dels at spare materiale af hensyn til miljøet. Den lavere iltpermeabilitet skulle desuden give en bedre kvalitet og stabilitet af ensilagen, men afprøvninger i to nyere praksisforsøg har ikke kunnet vise nogen forskel i hverken fermenteringsprofil eller aerob stabilitet (Hauge et al., 2018) og (Thøgersen et al., 2017). Det tyder på, at iltpermeabiliteten er tilstrækkelig lav i traditionelle folier af polyethylen, når den samlede tykkelse er mindst 190 – 300  $\mu\text{m}$ .

Ensileringsfolier på det danske marked bliver markedsført på baggrund af en række egenskaber, der kan være målt på basis af forskellige analysestandarder. Det kan derfor være vanskeligt at sammenligne kvaliteten af ensileringsfolier på det danske marked på basis af de opgivne specifikationer. Desuden findes der ingen uafhængig kvalitetskontrol i Danmark af, om folierne lever op til de opgivne specifikationer.

Vi har derfor indsamlet stikprøver af nye ubrugte folier af nogle af de hyppigst anvendte vakuumbolier og dækfolier for at screene for foliernes generelle kvalitet målt på tætheden og en række fysiske parametre. Desuden har vi indsamlet brugte ensileringsfolier for at undersøge tætheden af folierne efter længere tids anvendelse.

## MATERIALE OG METODER

Prøverne af de ubrugte nye folier blev udtaget fra tilfældigt udvalgte ruller og repræsenterede seks forskellige fabrikater af dækfolie og to fabrikater af vakuumbolie. Der blev udtaget prøver fra to ruller af hvert fabrikat af dækfolie, mens der blev udtaget én prøve af hvert fabrikat af vakuumbolie. De brugte folier blev indsamlet i forbindelse med de to ovennævnte praksisforsøg med nye typer af ensileringsfolier (Hauge et al., 2018) og (Thøgersen et al., 2017). Disse to praksisforsøg omfattede følgende typer og kombinationer af folier:

1. Ét lag dækfolie på 150  $\mu\text{m}$  bestående af polyethylen i kombination med vakuumbolie på 40  $\mu\text{m}$  bestående af polyethylen (i alt 190  $\mu\text{m}$ )
2. To lag dækfolie på 150  $\mu\text{m}$  bestående af polyethylen (i alt 300  $\mu\text{m}$ )
3. Kombifolie i form af dækfolie på 80  $\mu\text{m}$  bestående af polyethylen og en vakuumbolie på 20  $\mu\text{m}$  bestående af polyamid (iltspærre) (i alt 100  $\mu\text{m}$ )
4. Dækfolie på 80  $\mu\text{m}$  bestående af polyethylen og ethylene vinyl alkohol (iltspærre)

Der blev udtaget prøver hos tre forsøgsværter for hver af de fire kombinationer.

### *Analysemetoder*

Alle folier blev analyseret via Deutsche Landwirtschafts Gesellschaft i Tyskland. Prøverne af

ubrugte folier samt prøverne af brugte folier hver for sig og i kombination blev analyseret for iltpermeabilitet (DIN 53380-3:1998-07) og tykkelse (DIN 53377:2007-10). De nye folier blev desuden analyseret for trækstyrke, brudforlængelse og rivestyrke (DIN EN ISO 527-3:2003-07) samt dartdrop (DIN EN ISO 7765-1:2004-10).

## GOD OG ENS KVALITET INDENFOR FOLIETYPER

Analyserne af dækfolierne viser, at de generelt opfylder de opstillede krav af Deutsche Landwirtschafts Gesellschaft (DLG) til ensileringsfolier (Tabel 1). Der er desuden meget lille variation i de målte værdier mellem fabrikater og prøver indenfor samme type. De tynde folier med særlige iltbarrierer har ekstremt lave iltpermeabiliteter sammenlignet med traditionelle folietyper. Disse lavere iltpermeabiliteter har dog ikke vist sig i praksis at have betydning for ensilagens fermenteringsprofil eller aerobe stabilitet i forhold til to lag almindelige polyethylenfolier på samlet 190 – 300 µm (Hauge et al., 2018) og (Thøgersen et al., 2017). De tynde folier har mindst lige så gode eller bedre egenskaber for brudforlængelse og trækstyrke, mens egenskaberne for rivestyrke og dart drop (slagfasthed) viser tendens til lidt lavere værdier.

Resultaterne for tykkelse varierede betydeligt, hvilket indikerede stor usikkerhed på enkeltprøver, men i gennemsnit var den målte tykkelse lig med den specificerede tykkelse på tværs af alle nye ubrugte folietyper.

**Tabel 1. Analyser af tekniske egenskaber for nye ubrugte typer af dækfolier (Gennemsnit ± standardafvigelse).**

Egenskab	Enhed	DLG* krav	Folietyper og tykkelse			
			Dækfolie150 µm	Dækfolie180 µm	Kombifolie80 + 20 µm	Dækfolie80 µm
Antal folier i alt			6	2	2	2
- antal fabrikater			3	1	1	1
- antal folier pr. fabrikat			2	2	2	2
<b>Iltpermeabilitet</b>	cm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /døgn	< 250	230 ±19	173 ±5	18**	12 ±1
<b>Rivestyrke</b>						
På langs	N/cm	≥ 25	33 ±2	44 ±1	22 ±3	31 ±0
På tværs	N/cm	≥ 25	35 ±1	42 ±4	21 ±2	27 ±2
Over foldning	N/cm	≥ 25	35 ±3	41 ±4	19 ±2	28 ±1
<b>Brudforlængelse</b>						
På langs	%	≥ 400	562 ±15	568 ±57	564 ±13	678 ±3
På tværs	%	≥ 400	674 ±25	626 ±4	693 ±3	651 ±31
Over foldning	%	≥ 400	669 ±18	643 ±37	664 ±8	667 ±15

<b>Trækstyrke</b>						
På langs	MPa	≥ 17	23 ±1	24 ±1	27 ±1	40 ±1
På tværs	MPa	≥ 17	25 ±2	22 ±1	26 ±1	33 ±3
Over foldning	MPa	≥ 17	25 ±2	22 ±1	25 ±2	35 ±0
<b>Dart drop</b>						
På fladen	g	***	306 ±0	500 ±0	200 ±0	253 ±75
Over foldning	g	***	200 ±0	350 ±0	150 ±0	175 ±35

\* Deutsche Landwirtschafts Gesellschaft

\*\* Analyseresultat for én folie. Analyseresultatet for den anden folie var 413 cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/døgn, men da målingerne for to lag folier generelt gav svingende resultater anses denne måling ikke for pålidelig.

\*\*\* Dart drop testen er et udtryk for foliens slagfasthed. Deutsche Landwirtschafts Gesellschaft (DLG) har ikke opstillet krav til dart drop testen.

## VAKUUMFOLIER HAR BETYDELIGT HØJERE ILTPERMEABILITET

De to prøver af vakuumfolier opfylder som gennemsnit også stort set alle DLG krav på nær rivestyrke på langs (Tabel 2). Der er relativ stor forskel på de to prøver, men da der kun er én prøve af hvert fabrikat, kan der ikke konkluderes på evt. forskelle.

Vakuumfolierne har generelt betydeligt højere iltpermeabilitet end dækfolierne, hvilket også afspejles i, at DLG kravet til iltpermeabilitet er 1200 cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/døgn for vakuumfolier mod 250 cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/døgn for dækfolier. Desuden har de betydeligt lavere rivestyrke og dart drop værdier (slagfasthed). Formålet med vakuumfolierne er imidlertid, at de skal smygge sig til ensilagens overflade og dermed reducere horisontal transport af luft under folien.

**Tabel 2. Analyser af tekniske egenskaber for nye ubrugte typer af vakuumfolier (Gennemsnit ±standardafvigelse).**

Egenskab	Enhed	DLG* krav	Vakuumfolie40 µm
Antal folier i alt			2
- antal fabrikater			2
- antal folier pr. fabrikat			1
<b>Iltpermeabilitet</b>	cm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /døgn	< 1200	1146 ±381
<b>Rivestyrke</b>			
På langs	N/cm	≥ 10	8 ±3
På tværs	N/cm	≥ 10	11 ±4
Over foldning	N/cm	≥ 10	11 ±3
<b>Brudforlængelse</b>			
På langs	%	≥ 300	400 ±122

På tværs	%	≥ 300	568 ±37
Over foldning	%	≥ 300	590 ±2
<b>Trækstyrke</b>			
På langs	MPa	≥ 20	25 ±2
På tværs	MPa	≥ 20	29 ±3
Over foldning	MPa	≥ 20	29 ±4
<b>Dart drop</b>			
På fladen	g	**	120 ±0
Over foldning	g	**	80 ±0

\* Deutsche Landwirtschafts Gesellschaft

\*\* Dart drop testen er et udtryk for foliens slagfasthed. Deutsche Landwirtschafts Gesellschaft (DLG) har ikke opstillet krav til dart drop testen.

## FOLIERNE BEVARER TÆTHEDEN

Iltpermeabiliteten af brugte folier, som har været anvendt på ensilage i 5 – 10 måneder i siloer eller stakke viser ingen forskelle i forhold til nye ubrugte folier (tabel 3 sammenlignet med tabel 1 og 2). Det gælder også de tynde folier med særlige iltbarrierer og meget lav iltpermeabilitet.

Kombinationerne af to folier i tabel 3 blev også analyseret for iltpermeabilitet samlet, men resultaterne var varierende og væsentligt højere end forventet, hvilket indikerer, at metoden ikke fungerede på to lag folier.

**Tabel 3. Analyser af iltpermeabilitet (cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/døgn) af brugte folier efter 5 – 10 måneders anvendelse på ensilage (Gennemsnit ± standardafvigelse af tre folier).**

Folie	Folietyper og tykkelse			
	Dæk- og vakuumfolie150 + 40 µm	To dækfolier2 x 150 µm	Kombifolie80 + 20 µm	Dækfolie80 µm
Øverste folie	244 ±24	261 ±40	386 ±50	10 ±1
Nederste folie	1010 ±140	223 ±35	14 ±2	

## KONKLUSION

Screeningen af ensileringsfolier på det danske marked viser, at folierne generelt opfylder kravene til tæthed og fysiske egenskaber. Folierne bevarer desuden tætheden under opbevaring af ensilagen, når de ikke bliver beskadiget. Nye tyndere typer af folier med særlige iltbarrierer er tættere og har stort set lige så gode fysiske egenskaber som de traditionelle tykkere folier.

# REFERENCER

Deutsche Landwirtschafts Gesellschaft. 2018.

Hauge, R.J, Hansen, N., Kjeldsen, A.M. og Thøgersen, R. 2018. Tyndere og tættere ensileringsfolie gav lige så god ensilagekvalitet. LandbrugsInfo, SEGES.

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

---

© 2021 - SEGES Projektsitet