



Heutzutage wird sehr viel Maissilage während der Sommerperiode verfüttert. Häufig handelt es sich dabei um Silagen mit großer Anschnittsfläche einerseits und kleinem Vorschub andererseits (weniger als 1,5 m pro Woche), was zu Erwärmungsverlusten führt. In den Niederlanden wurde kürzlich durch eine Untersuchung festgestellt, dass gut 20 % der Silagen deutliche Verluste durch Nacherwärmung aufwiesen.

Joos Latré, Hochschule Gent BIOT

## Die Arbeitsweise von Erwärmungshemmern bei der Maissilage

Heutzutage sind verschiedene Produkte auf dem Markt, die dem Problem der Erwärmung entgegen wirken sollen. Es handelt sich dabei um folgende Mittel: **EM Silage** (Agriton) und **Lasil Fresh** (Lallemand SAS) auf der Basis von Mikroorganismen (MO) oder Kombinationsprodukte wie **Double Action Ecocorn** (Ecosyl Products Ltd., MO + Konservierungsmittel). Der Nutzen dieser Produkte wurde bereits in ausländischen Studien bestätigt. Die Testbedingungen können mit den unsrigen nur schwer verglichen werden. Man denke dabei an Größe des Siliergutes, Trockenmasse bei der Ernte, usw. Im Jahr 2005 wurde deshalb im Auftrag des Landwirtschaftlichen Zentrums für Futtermittelpflanzen der Hochschule Gent (LCV) eine vergleichbare Studie gestartet, basierend auf der Methode nach Honig, um Produkte im Hinblick auf ihre Erwärmungshemmung zu testen. Die Untersuchung wurde auf dem Testbauernhof **Bottelare** von der **Hochschule Gent** ausgeführt.

### Probenansatz und Methodik

Im Rahmen dieses Projektes wurden folgende Produkte verglichen (Tabelle 1):

- **Vergleichsprobe 1** (hohe Verdichtung: 200 kg TM/m<sup>3</sup>)
- **Vergleichsprobe 2** (niedrige Verdichtung: 160 kg TM/m<sup>3</sup>)
- **EM Silage** (Agriton)
- **DAEcocorn** oder **Double Action Ecocorn** (Ecosyl Products Ltd)
- **Lasil Fresh LB** (Lallemand SAS)
- Positive Vergleichsprobe Inokulant (**PVI**)
- Positive Vergleichsprobe Propionsäure (**PVP**)

Der normal gehäckselte Mais (36 % Trockenmasse) wird gründlich durchmischt und auf einer Plastikplane ausgebreitet. Die erforderliche Lösung wird mit einer Dosierung von 1 % oder beispielsweise 150 ml pro 15 kg auf das Siliergut homogen zerstäubt.

Nach gründlichem Mischen wird der Mais in die speziell für die Silage vorgesehenen Mikrobehälter gefüllt. Für jeden Probenansatz wurden je 5 Mikrosilagen mit einer Verdichtung von  $200 \text{ kg TM/m}^3$  vorbereitet, wobei eine der Vergleichsproben weniger stark verdichtet wurde ( $160 \text{ kg TM/m}^3$ ).

Von Beginn an wurde das Gewicht der Mikrosilagen kontrolliert. Am Silierende wurden von den stabilen Silagen Teilproben zur Bestimmung der flüchtigen Fettsäuren, der Milchsäure und des Futterwertes entnommen. 47 Tage nach Silierbeginn wurde Sauerstoff durch die wiederverschließbaren Öffnungen der Mikrosilagen zugeführt, um eine Luftzufuhr wie in der Praxis zu simulieren. Nach 62 Tagen wurde die Silierung beendet.



**Mikrosilagen ohne und mit abschließbaren Öffnungen**

(Testbauernhof Bottelare,  
Hochschule Gent BIOT-CTO)

Die aerobe Stabilität wurde bestimmt, indem 7 Tage lang die Temperatur mittels eines Einsteckthermometers (auf halber Höhe des Gefäßes) gemessen wurde, und zwar dreimal pro Tag: um 8.00, um 11.40 und um 16.40 Uhr.



**Messung der aeroben Stabilität nach Honig**

(Testbauernhof Bottelare,  
Hochschule Gent BIOT-CTO)

### **Anzahl der Hefen und Schimmelpilze bei Silierende**

Wie erwartet wurde in den Vergleichsproben (hohe und niedrige Verdichtung) die höchste Anzahl an Hefen gefunden. Die Messergebnisse variierten stark (Tabelle 2). Der mit **PVI** silierte Mais enthielt ebenfalls eine höhere Anzahl an Hefen. Bei den Silagen mit **PVP** und **Lalsil Fresh** wurden signifikant niedrigere Werte gefunden (Tabelle 3). Das ist sehr bemerkenswert, da vor allem die Hefen für die Wärmeentwicklung verantwortlich sind. Die Anzahl der Schimmelpilze war bei den Vergleichsgruppen (hohe und niedrige Verdichtung) sehr hoch (Tabelle 2). Die niedrigste Schimmelpilzkonzentration war bei **DAEcorn**, **Lalsil Fresh** und **PVP** zu finden.

**Tabelle 1: Informationen über die eingesetzten Silierhilfsmittel**

Produkt	Zusammensetzung	Aktive Komponente	Hauptzweck	Dosierung
<b>EM Silage</b>	Milchsäurebakterien (MSB) + Hefen	unbekannt	Verbesserung des Fermentationsverlaufs (pH-Wertsenkung, etc.) + Erwärmungshemmung	1 x 10 <sup>5</sup> CFU/g Mais
<b>DAEcocorn</b>	Homofermentative MSB + Konserviermittel	<i>Lactobacillus plantarum</i> MTD1 + Kaliumsorbat	Verbesserung des Fermentationsverlaufs (pH-Wertsenkung, etc.) + Erwärmungshemmung	1 x 10 <sup>5</sup> CFU/g Mais
<b>Lalsil Fresh</b>	Heterofermentative MSB	<i>Lactobacillus buchneri</i> (NCIMB 40788)	Vorbeugung von Schimmelpilzbefall und Wärmeentwicklung	3 x 10 <sup>5</sup> CFU/g Mais
<b>Positive Vergleichsprobe Inokulant (PVI)</b>	Homo- und heterofermentative MSB	<i>Lactobacillus buchneri</i>	Vorbeugung von Schimmelpilzbefall und Wärmeentwicklung	1 x 10 <sup>5</sup> CFU/g Mais
<b>Positive Vergleichsprobe Propionsäure (PVP)</b>	Propionsäure	99 % Propionsäure	Erwärmungshemmung und Hemmung von Schimmelpilzbildung	0,005 g/g Mais

Aus Tabelle 2 ist zu entnehmen, dass beide Vergleichsproben und **Lalsil Fresh** die höchsten pH-Werte hatten (signifikant höher als bei **DAEcocorn**, **PVI** und **PVP**). Der pH-Wert der Maisprobe mit **EM Silage** betrug gemittelt 4,12 und war damit signifikant höher als bei **DAEcocorn** oder **PVP**. Der pH-Wert der **PVP**-Probe lag bei 3,98 und dadurch signifikant niedriger als bei allen anderen Silierhilfsmitteln, außer bei **DAEcocorn**.

**Tabelle 2: Analyse des silierten Produkts (durchschnittliche Werte)**  
CFU = colony forming units / % FM = Feuchtmassengehalt

Produkt	Schimmelpilze (CFU/g)	Hefen (CFU/g)	pH- Wert	Essigsäure (% FM)	Buttersäure (% FM)	Milchsäure (% FM)	Propionsäure (% FM)
<b>Vergleichsprobe hohe Verdichtung</b>	6.753	14.400.000	4,15	0,50	0,0013	0,651	0,011
<b>Vergleichsprobe niedrige Verdichtung</b>	7.669	9.193.333	4,15	0,51	0,0020	0,628	0,006
<b>EM-Silage</b>	453	380.000	4,12	0,37	0,0026	0,634	0,002
<b>DAEcocorn</b>	4	395.000	4,04	0,41	0,0018	0,595	0,005
<b>Lalsil Fresh</b>	6	3.550	4,15	0,69	0	0,581	0,012
<b>PVI</b>	3.878	1.365.750	4,06	0,51	0,0032	0,586	0,016
<b>PVP</b>	28	2.793	3,98	0,47	0,0019	0,633	0,422

Keine signifikanten Unterschiede wurden beim Essig- und Buttersäuregehalt zwischen den einzelnen Produkten festgestellt. Aus Tabelle 2 ergeben sich jedoch sehr wohl Unterschiede im Milchsäuregehalt. Die höchsten Werte hatten die Vergleichsproben, der silierte Mais mit **EM-Silage** und die **PVP**-Probe.

**Tabelle 3: Signifikante Unterschiede zwischen den Produkten hinsichtlich der Anzahl an Hefezellen**

Produkt	Vergleichsprobe hohe Verdichtung	Vergleichsprobe niedrige Verdichtung	EM-Silage	DAEcocorn	Lalsil Fresh	PVI	PVP
<b>Vergleichsprobe hohe Verdichtung</b>				***	***		***
<b>Vergleichsprobe niedrige Verdichtung</b>					***		***
<b>EM-Silage</b>					***		***
<b>DAEcocorn</b>	***						***
<b>Lalsil Fresh</b>	***	***	***			***	
<b>PVI</b>					***		***
<b>PVP</b>	***	***	***	***		***	



## Temperaturentwicklung nach Silierende und aerobe Stabilität

In Abbildung 1 wird die Temperaturentwicklung dargestellt. Daraus ist zu sehen, dass die Temperatur bei den Vergleichsproben (hohe und niedrige Verdichtung) am schnellsten anstieg. Die hoch verdichtete Vergleichsprobe erreichte mit  $\pm 33\text{ °C}$  die höchste Temperatur von allen Silagen und zwar etwa 65 Stunden nach Silierende. Die Silierprobe mit **Lalsil Fresh** zeigte die langsamste Erwärmung nach Silierende, stieg aber darüber hinaus weiter an. Die niedrigste Temperatur (ca.  $\pm 24\text{ °C}$ ) erreichte die Probe **PVI** nach 163 Stunden, während bei dieser nach 100 Stunden die höchste Temperatur (ca.  $\pm 32\text{ °C}$ ) gemessen wurde.

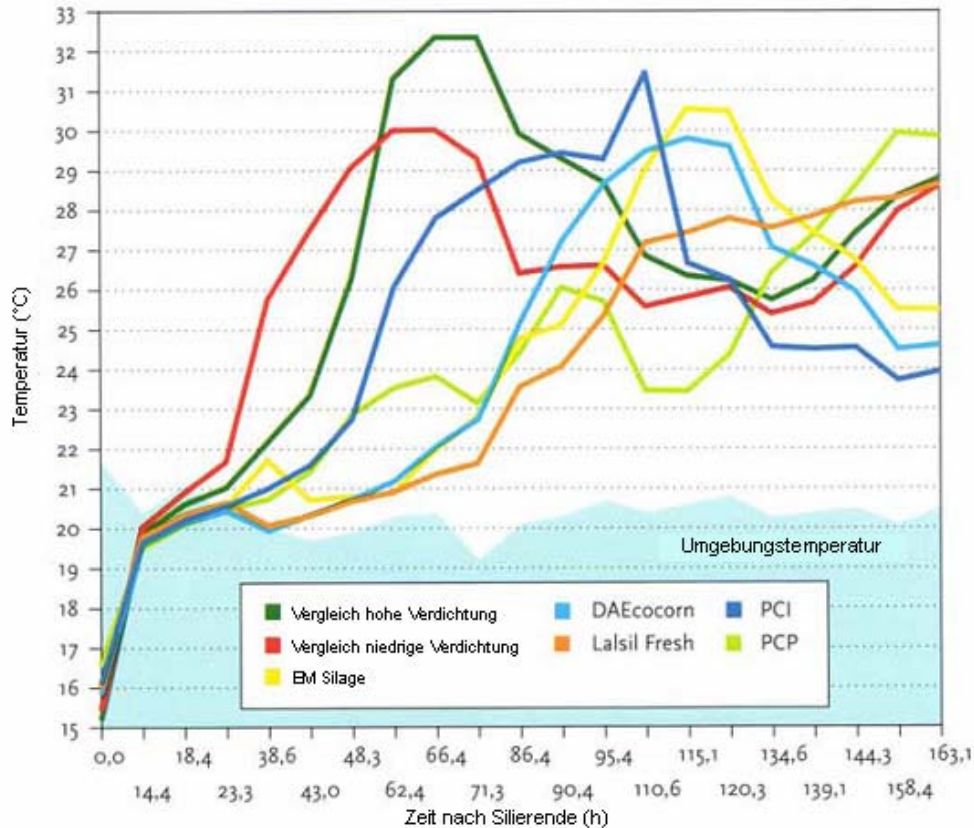


Abbildung 1: Temperaturentwicklung nach Silierende ( $^{\circ}\text{C}$ ), Test von Erwärmungshemmern bei Mais, LCV

In Tabelle 4 ist die Anzahl an Stunden nach Silierende dokumentiert, bei der die Temperatur in den Mikrosilagen im Schnitt um  $3\text{ °C}$  höher lag als die Umgebungstemperatur (= *aerobe Stabilität*). Die Vergleichsproben (hohe und niedrige Verdichtung) erwärmten sich am schnellsten. Auch bei den Silierproben **PVI** und **PVP** stieg die Temperatur relativ schnell an (nach 49 bzw. 52 Stunden). Bei der mit **Lalsil Fresh** behandelten Probe dauerte es 80 Stunden, bevor die Temperatur in der Mikrosilage um  $3\text{ °C}$  höher war als die Umgebungstemperatur. Die mit **DAEcocorn** und **EM Silage** behandelten Proben erreichten nach 70 Stunden diese Temperatur.

**Tabelle 4:** Anzahl der Stunden, bei der die Temperatur  $3\text{ °C}$  höher liegt als die Umgebungstemperatur (= Maß für die aerobe Stabilität)

Produkt	Stundenzahl
Vergleichsprobe hohe Verdichtung	41
Vergleichsprobe niedrige Verdichtung	29
EM Silage	70
DAEcocorn	70
Lalsil Fresh	80
PVI	49
PVP	52

## Trockenmasseverluste

Es gab signifikante Unterschiede zwischen einigen Produkten bezüglich des Trockenmassegehaltes (% TM; Tabelle 5). Der höchste Trockenmassegehalt nach Silierende wurde bei **PVI** und **EM Silage** sowie der hoch verdichteten Vergleichsprobe gemessen. Die niedrigsten Gehalte wiesen **Lalsil Fresh** und **DAEcocorn** auf.

Tabelle 5: Trockenmassegehalt (% TM)

Produkt	% TM bei Silierende	% TM-Verlust während der Silierung	% TM 7 Tagen nach Silierende	% TM-Verlust 7 Tage nach Silierende
Vergleichsprobe hohe Verdichtung	32,78	2,19	30,42	7,19
Vergleichsprobe niedrige Verdichtung	31,57	4,86	28,89	8,47
EM-Silage	32,64	2,15	31,76	2,65
DAEcocorn	31,32	4,26	30,11	3,84
Lalsil Fresh	30,97	4,90	30,56	1,33
Positive Vergleichsprobe Inokulant (PVI)	32,18	3,61	31,35	2,64
Positive Vergleichsprobe (PVP)	32,83	4,92	32,06	2,12

Die geringsten Trockenmasseverluste während der Silierung zeigten **EM Silage** und die Vergleichsprobe mit hoher Verdichtung. Diese unterschieden sich dadurch signifikant von den 5 anderen Silagen. In Tabelle 5 ist außerdem der Trockenmassegehalt (% TM) 7 Tage nach Silierende angegeben. Im Gegensatz zur TM unmittelbar nach Silierende ist nun **EM Silage** die niedrigste (28,89 %). Die TM ist bei **PVP** am höchsten. Der Trockenmasseverlust war 7 Tage nach Silierende am höchsten bei **PVI**, am niedrigsten bei **PVP**.

## Futterwertanalyse

Nach Silierende wurden von jedem Ansatz Mischproben gezogen und hinsichtlich ihres Futterwertes analysiert. Dabei ergaben sich keine signifikanten Unterschiede.

## Schlussfolgerung

Die Untersuchung machte deutlich, dass der Einsatz von Silierhilfsmitteln mit erwärmungshemmender Wirkung zu positiven Resultaten führen kann. Des Weiteren wurde die Anzahl der Hefen vermindert, was wiederum das Risiko für eine Nacherwärmung verringert. Auch die Anzahl der Schimmelpilze konnte reduziert werden. Die getesteten Produkte konnten die Nacherwärmung des Siliergutes nach Öffnung der Mikrosilagen verlangsamen, wodurch die aerobe Stabilität um ungefähr 30 bis 40 Stunden verlängert wurde. Der Einsatz von Silierhilfsmitteln führte auch zu signifikant niedrigeren Lagerungsverlusten, was für die Praxis sehr bedeutend sein kann.

Übersetzung aus „*Landbouw & Techniek*“ Nummer 14 (18. August 2006)  
Claudia Bernreuther (De Heylanden 13, 2400 Mol, September 2007)