

## Untersuchungen zum Einsatz heterofermentativer Milchsäurebakterien-Präparate bei trockenheitsgeschädigtem (kolbenlosem) Silomais

### Fragestellung:

Können biologische Siliermittel mit heterofermentativen Milchsäurebakterien die aerobe Stabilität von trockenheits-/hitzebeschädigtem Silomais verbessern?

### Einleitung:

Im Zuge der Klimaveränderung steigt auch in unseren Breiten die Wahrscheinlichkeit von Dürren und damit die Häufigkeit von geschädigtem Pflanzenmaterial zur Ernte. Es wird davon ausgegangen, dass trockenheitsgeschädigter Silomais aufgrund des hohen Trockenmasse (TM)-Gehalts, der hohen Zuckergehalte und Ausgangstemperatur sowie der geringen Verdichtbarkeit bei gleichzeitig häufig zu frühen Öffnungszeiten der Silos zur Nacherwärmung neigt. Er sollte vorzugsweise mit chemischen Siliermitteln der DLG-Wirkungsrichtung 2, Verbesserung der aeroben Stabilität, behandelt werden ([Richter, 2004](#)) um diesen Nacherwärmungsgeschehen bei der Verfütterung entgegenzuwirken. Die Wirksamkeit von biologischen Siliermitteln derselben Wirkungsrichtung wurde in den letzten Jahren an entsprechendem Siliergut nicht gezielt untersucht, was den Anlass für die vorliegende Untersuchung gab.

### Material und Methode:

Im Trockenjahr 2015 wurde an drei Terminen trockenheitsgeschädigter, kolbenarmer Silomais geerntet und einem Silierversuch nach Vorgaben der DLG-Richtlinien zur Prüfung von Siliermitteln auf Gütezeichenfähigkeit zugeführt.

Das Ausgangsmaterial stellte sich vergleichsweise stärkearm und teilweise zuckerreich dar (Tabelle 1). Der Trockenmasse (TM)-Gehalt war vergleichsweise niedrig, der epiphytische mikrobielle Besatz eher hoch. Bezüglich der Inhaltsstoffe fiel das Ausgangsmaterial weiterhin durch teilweise hohe Rohasche- und Rohproteingehalte auf, zu Lasten der Stärkegehalte. Auch der Gehalt an enzymlöslicher organischer Substanz (ELOS) erreichte nicht immer den Zielwert von 670 g/kg (Bundesarbeitskreis Futterkonservierung, 2011). Die Vergärbarkeitskoeffizienten nach Weißbach et al. (1974) betragen 39 bis 58, wobei ab 45 von einem erfolgreichen Silierverlauf ausgegangen werden kann.

Die Erntematerialien wurden mit einem Laborhäcksler gehäckselt und damit jeweils 9 Laborsilos befüllt. Die luftdichtverschlossenen Behältnisse wurden bei konstant 25 °C lichtgeschützt gelagert.

Beim sogenannten Luftstress werden bei speziellen Laborsilos die Verschlüsse geöffnet und ein 24-stündiger Luftzutritt gewährleistet. Anschließend werden die Silos wieder luftdicht verschlossen.

Der Test auf aerobe Stabilität erfasst die Dauer nach der Auslagerung der Silagen bis zu einem Temperaturanstieg gegenüber der Umgebungstemperatur (20 °C) um 3 K bzw. °C. Dieser Anstieg kennzeichnet in der Regel einen beginnenden aeroben mikrobiellen Verderb und damit das Ende der „Stabilität“.

**Tabelle 1: Charakteristische Kennzahlen zur Beschreibung des Ausgangsmaterials**

Erntedatum	Standort	TM	PK	WLK	Nitrat	MSB	XA	XP	Stärke	ELOS	ADFom
		g/kg	mg/100g	g/kg TM	mg/kg TM	KbE <sub>log</sub> /g					
18.08.2015	Grub	300	-	70	646	8,3	56	96	160	660	258
31.08.2015	Grub	348	30	54	374	6,9	32	74	274	686	250
08.09.2015	ACH	313	40	36	53	7,2	47	90	198	616	288

TM=Trockenmasse, PK=Pufferkapazität, WLK=Wasserlösliche Kohlenhydrate, VK=Vergärbarkeitskoeffizient TM(%)+8\*WLK/PK, MSB=Milchsäurebakterien, XA=Rohasche, XP=Rohprotein, ELOS=Enzymlösliche organische Substanz, ADFom=Säure-Detergentien-Faser nach Veraschung, ACH=Achselschwang

Die Gärparameter (pH-Wert, Gehalte an Milch-, Essig-, Propion- und Buttersäure, 1,2-Propandiol- sowie Ethanol- und Ammoniakgehalte), welche nach 90 Tagen Gärdauer bei 25 °C ermittelt werden, sind Indikatoren für den Siliererfolg. Darüber hinaus kann anhand periodischer Wägung der Laborsilos das Ausmaß (korrigiert nach Weißbach, 1998) an gasförmigen Silierverlusten ermittelt werden.

**Ergebnisse:**

Der mikrobiologische Besatz war bei den verwendeten Materialien hoch. Allerdings war bei anderen trockenheitsgeschädigten Silomaispflanzen des Erntejahres (Rößl, 2015) der nachgewiesene epiphytische Besatz deutlich geringer. Die Beobachtung kann somit nicht verallgemeinert werden.

In den Laborsilos wurden mit der üblichen Verdichtungstechnik Dichten von 165-219 kg TM/m<sup>3</sup> erzeugt, was eine, auch in der Praxis, eher schwierige Verdichtbarkeit des Ernteguts ableiten lässt. Nach zwei Tagen stellten sich pH-Werte zwischen 4,0 und 4,5 ein, welche einen normalen Siliervorgang abbilden. Zum Ende des Silierversuchs lagen die pH-Werte bei 3,7 bis 4,0 und bewegten sich etwas oberhalb des für Maissilagen üblichen Bereichs (Tabelle 2), obwohl gerade beim zuerst geernteten Silomais mit den stärksten Trockenschäden ungewöhnlich hohe Milchsäuregehalte von 9,2 % der TM ermittelt wurden. Ein Vergleich mit der Silierung von Gras könnte aufgrund der nachgewiesenen Gärsäuremuster gezogen werden.

**Tabelle 2: Kenngrößen zur Charakterisierung der erzeugten Silagen und zur Darstellung der Siliermitteleffekte (fett)**

Material	TM	pH2	pH*	MS*	ES*	BS*	Alk*	ASTA 49	ASTA 90	TMV*
	g/kg			g/kg TM				Tage		%
Grub 1	280 (3)	4,1 (0,0)	-	<b>92</b> (3)	18 (1)	0 (0)	0 (0)	<b>2,1</b> (0,4)	<b>4,0</b> (0,1)	<b>6,1</b> (0,1)
Grub 1 SM	291 (8)	4,1 (0,0)	-	<b>45</b> (2)	16 (5)	0 (0)	0 (0)	<b>9,0</b> (0,0)	<b>9,0</b> (0,0)	<b>6,9</b> (0,1)
Grub 2	350 (2)	4,1 (0,0)	3,7 (0,0)	46 (2)	<b>7</b> (0)	0 (0)	6 (0)	<b>3,4</b> (0,2)	<b>9,0</b> (1,2)	<b>4,4</b> (0,0)
Grub 2 SM	342 (3)	4,1 (0,0)	3,9 (0,1)	33 (7)	<b>18</b> (6)	0 (0)	6 (0)	<b>9,0</b> (0,0)	<b>9,0</b> (0,0)	<b>5,1</b> (0,0)
ACH	336 (3)	4,4 (0,0)	3,9 (0,0)	73 (2)	<b>16</b> (1)	0 (0)	6 (0)	8,9 (1,3)	<b>9,0</b> (0,8)	<b>4,8</b> (0,1)
ACH SM	321 (2)	4,4 (0,0)	4,0 (0,0)	70 (2)	<b>36</b> (3)	0 (0)	4 (0)	9,0 (0,0)	<b>9,0</b> (0,0)	<b>6,0</b> (0,1)

TM=Trockenmassegehalt, pH2=pH-Wert nach 2 Tagen Silierdauer bei 25 °C, MS=Milchsäure, ES=Essigsäure, BS=Buttersäure, Alk=Ethanol, ASTA 49=Aerobe Stabilität nach 49 Tagen und zweimaligem, 24-stündigem Luftstress, ASTA 90=Aerobe Stabilität nach 90 Tagen, TMV=Trockenmasseverluste, SM=heterofermentatives biologisches Siliermittel, \* Ergebnisse nach 90 Tagen Silierdauer (n=3)

Der Zusatz eines heterofermentativen biologischen Siliermittels bewirkte in allen Versuchen einen Anstieg der Gärverluste, welche mit der Bildung von Essigsäure und, in geringerem Umfang, 1,2-Propan- diol begründet werden können. Diese „Investition“, bewirkte in allen Versuchen aerob stabile Silagen. Keine der behandelten Silagen zeigte vor dem Abbruch des Tests auf aerobe Stabilität (nach 9 Tagen) Anzeichen eines Nacherwärmungsgeschehens (vgl. Tabelle 2 und Abbildung 1).

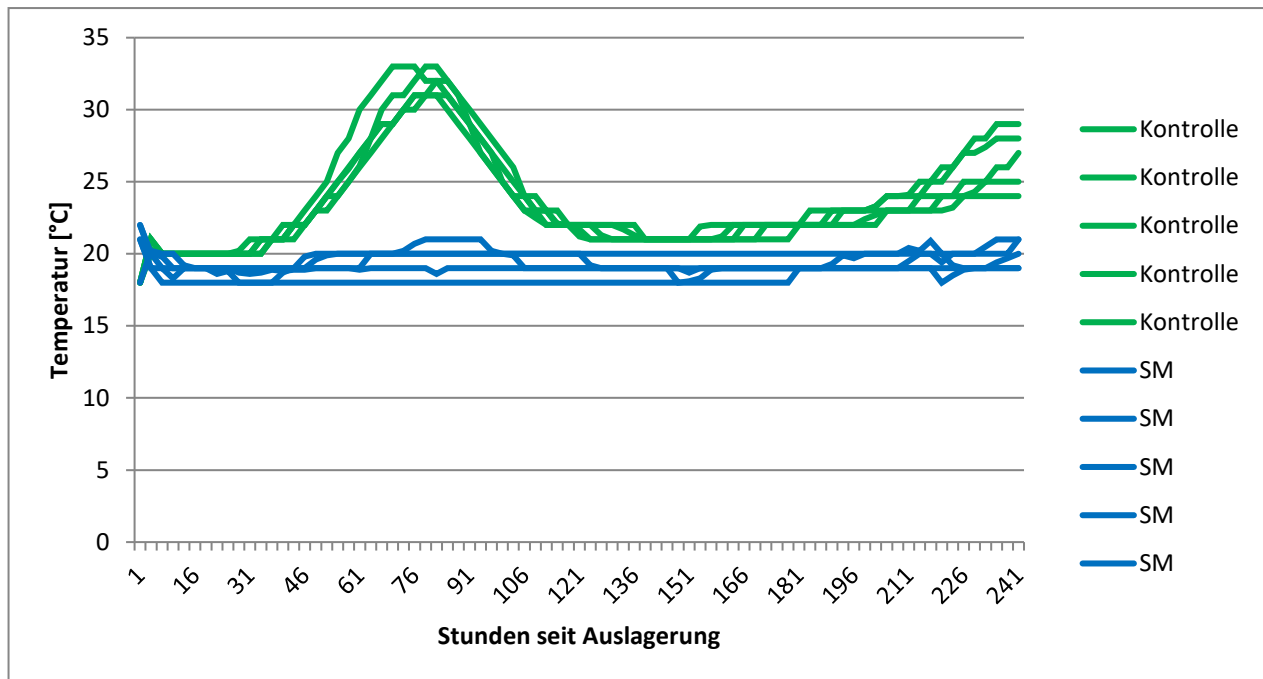


Abbildung 1: Temperaturverlauf von Laborsilagen des ersten Erntetermins mit (blau) und ohne (grün) Zusatz eines biologischen Siliermittels im Test auf aerobe Stabilität nach 49 Tagen Silierdauer und zweimaligem Luftstress.

### Zusammenfassung:

Die gehäckselten Silomaispartien wurden einem standardisierten Silierversuch unterzogen. Den Erntegütern wurden jeweils ein biologisches Siliermittel, welches heterofermentative MSB enthielt, zugesetzt und folgende Erkenntnisse aus den Versuchen abgeleitet:

- frühzeitig geernteter, trockenheitsgeschädigter Silomais neigt, vor allem bei kurzer Silierdauer und geringer Verdichtbarkeit zu Nacherwärmung
- durch die verstärkte Bildung der Gärprodukte Essigsäure bzw. 1,2-Propan diol stiegen die gasförmigen Verluste während der Silierung leicht an
- der Zusatz des biologischen Siliermittels in DLG-Wirkungsrichtung 2 bewirkte im Laborversuch eine ausnahmslose, teilweise sehr deutliche Verbesserung der aeroben Stabilität
- der Zusatz biologischer Siliermittel auf Basis heterofermentativer Milchsäurebakterien kann in Trockenjahren somit zu einer deutlichen Verbesserung der aeroben Stabilität von Silagen aus trockenheitsgeschädigten Silomaispartien beitragen

## Methodik Nährstoffuntersuchung

### Parameter

### Methode

Bezugsbasis TM

### Rohnährstoffe

Trockenmasse (TM / 105°C) g/kg	VDLUFA MB III; 3.1
Rohasche (RA / 550°C) g/kg TM	VDLUFA MB III; 8.1
Rohprotein (RP) g/kg TM	VDLUFA MB III; 4.1.2
Rohfaser (Rfa) g/kg TM	VDLUFA MB III; 6.1.1
Rohfett (Rfe / mit Hydrolyse) g/kg TM	VDLUFA MB III; 5.1.1
Stärke g/kg TM	VDLUFA MB III; 7.2.1
Zucker g/kg TM	HPLC, validierte Hausmethode
ADFom (organic matter) g/kg TM	VDLUFA MB III 6.5.2
aNDFom (organic matter) g/kg TM	VDLUFA MB III 6.5.1
ELOS g/kg TM	VDLUFA MB III; 6.6.1
Gasbildung ml / 200 mg (HFT)	VDLUFA MB III; 25.1
Umsetzbare Energie (ME in MJ/kgTM)	GfE 2008

### Gärparameter

pH-Wert	Elektrode
Gärsäuren	Ionenchromatographie, validierte Hausmethode
Ammoniak	Ionenchromatographie, validierte Hausmethode
Ethanol	enzymatisch, validierte Hausmethode
1,2-Propandiol	HPLC, validierte Hausmethode

### Literatur:

- Richter, W. 2004: Silierung von trockenheitsgeschädigtem Silomais. Internetseite der LfL <http://www.lfl.bayern.de/ite/futterwirtschaft/047940/index.php>, abgerufen am 19.01.2016.
- Weißbach, F., Pahlow, G., Tebbe, C. 1998: Methodik zur Ermittlung der Gärverluste bei der Silierung. In: FAL Jahresbericht 1998, S. 26.
- Bundesarbeitskreis Futterkonservierung 2001: Praxishandbuch Futter- und Substratkonservierung, 8. vollständig überarbeitete Auflage, ISBN 978-3-7690-0791-6.
- Weißbach, F., Schmidt, L., Hein, E. 1974: Method of anticipation of the run fermentation in silage making, based on the chemical composition of the green fodder. Proc. XII. International Grassland Congress, Section 2, 663-673.
- Rößl, G. 2015: persönliche Mitteilung.