

Siliermittel und aerobe Stabilität – Testergebnisse 2009

Ueli Wyss, Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, 1725 Posieux

Auskünfte: Ueli Wyss, E-Mail: ueli.wyss@alp.admin.ch, Tel. +41 26 407 72 14



Silomais gilt als leicht silierbar. Probleme treten bei den Maissilagen vor allem durch Nachgärungen bei der Entnahme auf.

Einleitung

Silomais gilt als leicht silierbar. Probleme treten bei den Maissilagen vor allem bei der Entnahme durch die starke Anfälligkeit für Nachgärungen auf. Eine ungenügende Verdichtung und vor allem zu geringe Entnahmemengen bei der Verfütterung sind die Hauptgründe für das Auftreten von Nachgärungen. Durch den gezielten Einsatz von Siliermitteln kann die aerobe Stabilität der Silagen verbessert werden. Inwieweit die beiden Produkte Fireguard und Sil-EM für diesen Anwendungsbereich wirksam sind, wurde in Versuchen mit Silomais im Herbst 2009 untersucht.

Material und Methoden

Silomais der Sorte Amadeo wurde am 8. (1. Erntetermin) und am 25. September 2009 (2. Erntetermin) mit einem durchschnittlichen TS-Gehalt von 31,9 und 40,3 % einsiliert. Die Maispflanzen wurden auf dem Feld von Hand geschnitten und anschliessend mit einem Probenhäcksler zerkleinert (theoretische Häcksellänge 5 mm). Pro Erntetermin und Variante wurden jeweils fünf Laborsilos zu 1,5 l Inhalt gefüllt.

Die Gehaltswerte der Maispflanzen beim Einsilieren sind aus Tabelle 1 ersichtlich. Die anhand des TS-Gehaltes und des Verhältnisses Zucker/Pufferkapazität berech-

neten Vergärbarkeitskoeffizienten ergaben Werte von 55 und 69. Bei Werten über 45 gilt das Siliergut als leicht silierbar (Kaiser und Weiss 2007).

Als Negativkontrolle diente eine Variante «Ohne Zusatz» und als Positivkontrolle eine Variante mit Luprosil. Geprüft wurden die beiden Produkte Fireguard und Sil-EM. Das Produkt Fireguard wurde bereits 2005 und 2008 geprüft (Wyss 2006; Wyss 2009). Die genauen Dosierungen der eingesetzten Siliermittel sind in Tabelle 2 dargestellt. Beim 2. Erntetermin wurden beim Produkt Fireguard zusätzlich noch die beiden Dosierungen von 30 und 60 g pro 100 kg Futter getestet. Beim Produkt Fireguard handelt es sich um ein Kombiprodukt. Neben Kaliumsorbat und Natriumbenzoat sind in diesem Produkt auch homofermentative Milchsäurebakterien enthalten. Das Produkt Sil-EM besteht aus effektiven Mikroorganismen. Gemäss der Deklaration beträgt der Keimbesatz an Milchsäurebakterien beim Produkt Fireguard $2,5 \times 10^8$ koloniebildende Einheiten (KBE) pro g Siliermittel. Eine Überprüfung der Keimzahl bei beiden Ernteterminen ergab Werte von $3,9 \times 10^6$ und $5,5 \times 10^5$ KBE/g. Im Produkt Sil-EM sind laut Deklaration $1,4 \times 10^8$ KBE/g enthalten. Hier ergab die Überprüfung Werte von $1,9 \times 10^8$ und $2,0 \times 10^8$ KBE/g.

Zusammenfassung Die Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP hat die beiden Siliermittel Fireguard und Sil-EM zur Verbesserung der aeroben Stabilität bei Maissilagen geprüft. Zusätzlich wurde neben einer Negativkontrolle ohne Zusatz auch eine Positivkontrolle mit Luprosil mitberücksichtigt. Die Versuche wurden mit Silomais der Sorte Amadeo mit Trockensubstanz(TS)-Gehalten von 32 und 40 % in Laborsilos zu 1,5 Liter Inhalt durchgeführt. Die Silierdauer betrug 56 Tage. Mit Ausnahme der mit Sil-EM behandelten Silagen zeigten alle Silagen eine sehr gute Gärqualität und dementsprechend hohe DLG-Punktzahlen. Der Einsatz von Sil-EM führte zu erhöhten Essigsäuregehalten und höheren Verlusten, jedoch zu einer Verbesserung der aeroben Stabilität. Beim Siliermittel Fireguard ist die Dosierung für die Wirksamkeit zur Verbesserung der aeroben Stabilität entscheidend. Die beiden Produkte Fireguard und Sil-EM wurden nun definitiv für die Verbesserung der aeroben Stabilität bewilligt.

Tab. 1 | Gehaltswerte des Silomaises beim Einsilieren

		1. Erntetermin	2. Erntetermin
Trockensubstanz	%	31,9	40,3
Rohasche	g/kg TS	44	32
Rohprotein	g/kg TS	74	74
Rohfaser	g/kg TS	195	158
ADF	g/kg TS	216	190
NDF	g/kg TS	421	338
Zucker	g/kg TS	86	84
Nitrat	g/kg TS	0,7	0,1
Pufferkapazität	g/kg TS	28	23
Vergärbarkeitskoeffizient		55	69
NEL	MJ/kg TS	6,3	6,6
APDE	g/kg TS	68	71
APDN	g/kg TS	47	47

ADF: Lignozellulose
 NDF: Zellwände
 NEL: Netto-Energie Laktation
 APDE: Absorbierbares Protein im Darm, das auf Grund der verfügbaren Energiemenge aufgebaut werden kann.
 APDN: Absorbierbares Protein im Darm, das auf Grund des abgebauten Rohproteins aufgebaut werden kann.



Tab. 2 | Die Prüfverfahren und die Dosierungen der eingesetzten Siliermittel (Dosierung für 100 kg Futter)

	1. Erntetermin	2. Erntetermin
Ohne Zusatz (Negativkontrolle)	–	–
Luprosil (Positivkontrolle)	500 g	600 g
Fireguard	15 g (200 g)	15 g (200 g)
Sil-EM	250 g (250 g)	250 g (250 g)

Angaben in Klammern = Wasserzusatz

Zur Bestimmung der Säuerungsgeschwindigkeit wurde bereits drei Tage nach dem Einsilieren ein Silo pro Variante geöffnet und der pH-Wert analysiert. Die restlichen Silos wurden nach acht Wochen Silierdauer geöffnet. Eine Woche vor der Entnahme wurden die Silagen während 24 Stunden einem Luftstress unterzogen, dabei wurden die Löcher (oben und unten im Glas) geöffnet. Für die Analysen wurden drei Silos pro Variante berücksichtigt.

Die aerobe Stabilität wurde anhand von Temperaturmessungen ermittelt. Alle 30 Minuten wurde die Temperatur gemessen und registriert. Diese Erhebung dauerte mindestens acht Tage. Als aerob stabil wurden die Silagen angesehen, solange die Temperatur in der Silage die Lokaltemperatur nicht um mehr als 1°C übertraf.

Resultate und Diskussion

Gehaltswerte der Silagen

Die Gehaltswerte der Silagen, aufgeteilt nach Erntetermin und Variante, sind aus Tabelle 3 ersichtlich. Die grössten Unterschiede wies der Zuckergehalt auf, der je nach Variante mehr oder weniger stark abgebaut wurde. Weitere Unterschiede konnten bei den Faserbestandteilen festgestellt werden, was wiederum auf den unterschiedlichen Zuckerabbau zurückzuführen ist. Die unterschiedlichen Faserbestandteile wirkten sich entsprechend auf die NEL-Gehalte aus. Hier wies die Positivkontrolle bei beiden Ernteterminen die höchsten Werte auf.

Tab. 3 | Gehaltswerte und Nährwerte der Maissilagen

Variante	Erntetermin	Rohasche	Rohprotein	Rohfaser	ADF	NDF	Zucker	NEL	APDE	APDN
		g/kg TS	g/kg TS	g/kg TS	g/kg TS	g/kg TS	g/kg TS	MJ/kg TS	g/kg TS	g/kg TS
Ohne Zusatz	1	47	75	198	225	370	51	6,2	63	47
Luprosil	1	41	74	169	196	327	57	6,5	65	46
Fireguard	1	43	77	178	211	359	15	6,4	65	48
Sil-EM	1	45	78	178	210	360	7	6,4	65	48
Ohne Zusatz	2	35	77	180	201	390	14	6,5	67	48
Luprosil	2	31	74	158	180	347	48	6,6	68	46
Fireguard	2	33	75	163	191	336	25	6,6	67	47
Sil-EM	2	37	75	190	222	386	6	6,4	65	47

Tab. 4 | Gärparameter der Maissilagen

Variante	Erntetermin	TS	pH-Wert Tag 3	pH-Wert	Milchsäure	Essigsäure	Propionsäure	Buttersäure	Ethanol	fl. S./Ges. S.	NH ₃ -N/Ges. N	Gärgasverlust	DLG Punkte
		%			g/kg TS	g/kg TS	g/kg TS	g/kg TS	g/kg TS	%	%	%	
Ohne Zusatz	1	30,6	4,7	4,2	48	7	0	0	7	14	5,0	1,5	100
Luprosil	1	32,1	4,8	3,9	49	5	17	0	2	31	2,6	0,8	100
Fireguard	1	31,5	4,7	4,0	51	24	0	1	7	32	4,3	2,4	100
Sil-EM	1	30,4	4,5	4,4	10	52	9	1	11	87	5,8	4,3	63
Ohne Zusatz	2	38,4	4,7	4	56	8	0	1	15	14	4,5	2,7	100
Luprosil	2	39,8	4,8	3,9	49	6	15	0	1	29	2,7	0,7	100
Fireguard	2	37,6	4,6	3,9	60	8	0	0	8	12	4,4	1,8	100
Sil-EM	2	36,3	4,6	4,5	7	41	2	0	33	86	6,5	5,5	81

fl. S./Ges. S.: Anteil der flüchtigen Säuren an den Gesamtsäuren
NH₃-N/Ges. N: Ammoniakstickstoffanteil am Gesamtstickstoff

Gärparameter der Silagen

Die verschiedenen Gärparameter sind aus Tabelle 4 ersichtlich. Bei allen Silagen sank der pH-Wert innerhalb der ersten drei Tage nicht tief ab. Nach einer zweimonatigen Silierdauer wiesen die meisten Silagen hingegen tiefe pH-Werte auf. Die Ausnahme bildeten die Silagen, die mit dem Siliermittel Sil-EM behandelt wurden. Verantwortlich dafür war die geringe Milchsäure- und starke Essigsäurebildung. Zudem zeigte sich, dass bei diesem Produkt bei der feuchteren Silage mehr Essigsäure gebildet wurde. Da sich hohe Essigsäuregehalte negativ auf den Futtermverzehr auswirken, sollte dieses Siliermittel nicht bei Futter mit TS-Gehalten unter 30 % TS eingesetzt werden.

In allen Silagen konnten keine beziehungsweise nur geringe Spuren von Buttersäure nachgewiesen werden. Propionsäure wies vor allem die Variante auf, die mit Luprosil behandelt wurde. Die höchsten Ethanolgehalte wiesen die beiden mit Sil-EM behandelten Silagen auf. Der Ammoniakstickstoffanteil am Gesamtstickstoff war bei allen Silagen tiefer als 10 %. Die tiefsten Werte wies jeweils die Positivkontrolle auf. Die Gärgasverluste waren bei den meisten Varianten relativ gering. Die Ausnahme bildete die mit Sil-EM behandelte Silage. Die starke Essigsäurebildung führte zu einer Verdoppelung

der Verluste. Beurteilt nach dem DLG-Bewertungsschlüssel (DLG 2006) erreichten die Silagen ohne Zusatz, die mit Luprosil und die mit Fireguard behandelten Silagen bei beiden Ernteterminen die Maximalpunktzahl auf. Mit 63 und 81 DLG-Punkten wurden die mit Sil-EM behandelten Silagen als verbesserungsbedürftig beziehungsweise gut eingestuft.

Tab. 5 | Aerobe Stabilität der Maissilagen

Variante	Erntetermin	Aerobe Stabilität	Max. Temperaturdifferenz	pH-Wert Ende Nachgärtest
		Anzahl Stunden	°C	
Ohne Zusatz	1	33	7,2	7,3
Luprosil	1	60	5,5	4,3
Fireguard	1	203	1,8	4,6
Sil-EM	1	216*	0,2	4,4
Ohne Zusatz	2	22	14,1	7,9
Luprosil	2	192*	0,6	5,2
Fireguard	2	21	10,8	7,7
Sil-EM	2	192*	0,3	4,5

* Test nach 216 bzw. 192 Stunden abgebrochen



Foto: ALP

Abb. 1 | Hefepilze sind hauptverantwortlich für die Nachgärungen in Silagen.

Aerobe Stabilität

Bei den Silagen des ersten Erntetermins erwärmte sich die Negativkontrolle sehr schnell und der pH-Wert stieg stark an (Tab. 5). Die Positivkontrolle vermochte die Erwärmung um einen Tag zu verbessern. Der Verderb war hier nicht so stark, das Futter war nicht verschimmelt und der pH-Wert war noch tief. Eine gute Wirkung zeigten bei diesem Futter die beiden Siliermittel Fireguard und Sil-EM.

Bei den Silagen des zweiten Erntetermins zeigten die beiden Produkte Luprosil und Sil-EM eine sehr gute Wirksamkeit. Die Silagen erwärmten sich nicht während den 192 Stunden, wo die Temperatur verfolgt wurde. Hingegen erwärmten sich hier die Negativkontrolle sowie die mit Fireguard behandelte Silage sehr rasch und der pH-Wert stieg stark an. Dies ist vor allem auf die Aktivität der Hefen zurückzuführen (Abb. 1). Die zusätzlichen Untersuchungen bezüglich der höheren Dosierungen mit dem Siliermittel Fireguard zeigten, dass die Dosierung bei der Vorbeugung der Nachgärungen eine wichtige Rolle spielt. Erst die Dosierung von 60 g vermochte die aerobe Stabilität von 21 auf 61 Stunden zu verbessern, wobei die Temperatur bei der höchsten Dosierung weniger stark anstieg (Abb. 2).

Schlussfolgerungen

- Die Gärqualität war bei den meisten Silagen sehr gut.
- Der Einsatz des Siliermittels Sil-EM führte zu erhöhten Essigsäuregehalten, höheren Verlusten und tieferen DLG-Punktzahlen.
- Mit dem Siliermittel Sil-EM konnte die aerobe Stabilität der Silagen verbessert werden.
- Das Siliermittel Fireguard zeigte beim Silomais mit 32 % TS eine gute Wirksamkeit. Beim Silomais mit 40 % TS reichte die vorgeschlagene Dosierung nicht aus. Erst mit einer Erhöhung der Dosierung konnte die aerobe Stabilität der Silagen verbessert werden.
- Die beiden Siliermittel Fireguard (Anpassung der Dosierung) und Sil-EM (nicht unter TS-Gehalt von 30 % einsetzen) wurden mit Auflagen bewilligt. ■

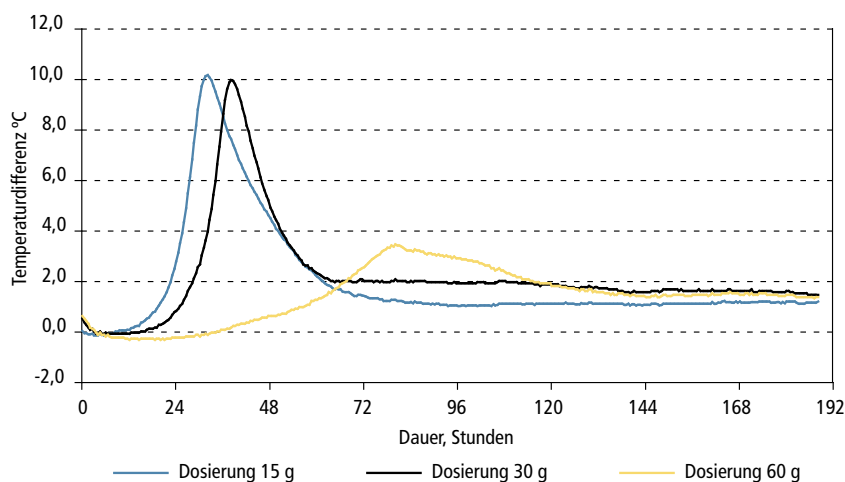


Abb. 2 | Einfluss der Dosierung des Siliermittels Fireguard auf die Temperaturentwicklung nach der Silagenentnahme.

Riassunto**Coadiuvanti per insilati e stabilità aerobica - risultati dei test 2009**

La Stazione di ricerca Liebefeld-Posieux ALP ha testato l'efficacia dei coadiuvanti per l'insilamento Fireguard e Sil-EM per il miglioramento della stabilità aerobica in insilati di mais. Oltre a un controllo negativo senza additivi è stato preso in considerazione un controllo positivo con Luprosil. I test sono stati eseguiti su insilato di mais della varietà Amadeo con tenori in sostanza secca compresi tra il 32 e il 40 per cento in silos di laboratorio da 1,5 litri. L'insilamento è durato 56 giorni.

Fatti salvi quelli trattati con Sil-EM, tutti gli insilati hanno dimostrato un'ottima qualità fermentativa, ottenendo un elevato punteggio DLG. L'impiego di Sil-EM ha determinato un aumento dei tenori in acido acetico e delle perdite, ma anche un miglioramento della stabilità aerobica. Per quanto riguarda il coadiuvante per l'insilamento Fireguard, il giusto dosaggio riveste un importante ruolo per il miglioramento della stabilità aerobica. I due prodotti Fireguard e Sil-EM sono stati autorizzati in via definitiva per il miglioramento della stabilità aerobica.

Summary**Silage additives and aerobic stability: test results 2009**

Agroscope Liebefeld-Posieux Research Station ALP investigated the efficacy of the silage additives Fireguard and Sil-EM for the improvement of aerobic stability in maize silages. Beside a negative control without additives, a positive control with Luprosil was also tested. The trials were conducted with maize of the variety Amadeo, harvested at 32 % and 40 % dry matter content and ensiled in 1.5-litre laboratory scale silos. The storage period lasted 56 days.

Except for the silages treated with Sil-EM, all the others showed good fermentation quality and therefore high DLG points. The application of Sil-EM increased the acetic acid contents and the losses, but improved the aerobic stability. For the silage additive Fireguard, the right dosage is important to improve the aerobic stability. Based on these results, both products Fireguard and Sil-EM are definitively authorized for the improvement of aerobic stability.

Key words: aerobic stability, fermentation quality, maize silage, silage additives.

Literatur

- DLG 2006. Grobfutterbewertung. Teil B – DLG-Schlüssel zur Beurteilung der Gärqualität von Grünfuttersilagen auf Basis der chemischen Untersuchung. *DLG-Information* (2).
- Kaiser E. & Weiss K., 2007. Nitratgehalt im Grünfütter – Bedeutung für Gärqualität und Siliertechnische Massnahmen. *Übersichten zur Tierernährung* 35 (1), 13–30.
- Wyss U., 2006. Silierringmittel und aerobe Stabilität - Testergebnisse 2005. *Agrarforschung* 13 (8), 348–352.
- Wyss U., 2009. Silierringmittel und aerobe Stabilität: Testergebnisse 2008. *Agrarforschung* 16 (8), 320–324.