



Siliermittel zur Verbesserung der aeroben Stabilität

Ueli WYSS, Eidgenössische Forschungsanstalt für Nutztiere (RAP), CH-1725 Posieux

Nachgärungen verursachen bei der Entnahme der Silagen oft hohe Nährstoffverluste. Eine Möglichkeit zur Vorbeugung der Nachgärungen ist der Einsatz von wirksamen Siliermitteln. Wie wirksam verschiedene Siliermittel waren, haben wir bei Maissilagen, einsiliert bei zwei unterschiedlichen Trockensubstanz-Gehalten, untersucht. Die Untersuchungen zeigten, dass von den fünf geprüften Produkten mit zwei Produkten die aerobe Stabilität der Silagen verbessert werden konnte. Diese beiden Produkte wurden nun definitiv bewilligt.

Nachgärungen treten bei der Entnahme der Silagen auf, wobei diese durch geringe Entnahmemengen gefördert werden. Verantwortlich dafür sind in erster Linie die Hefen, die sich unter Lufteinfluss und bei hohen Temperaturen (Sommersilagefütterung) besonders stark vermehren. Als Folge der Tätigkeit der Hefen erwärmen sich die Silagen, der pH-Wert steigt an und es entstehen hohe Nährstoffverluste. Neben der Einhaltung der Silierregeln (Luftabschluss) können auch wirksame Siliermittel zur Bekämpfung beziehungsweise Vorbeugung der Nachgärungen eingesetzt werden. Bereits 1995 wurden an unserer Forschungsanstalt drei Siliermittel zur Verbesserung der aeroben Stabilität getestet. Keines der geprüften Siliermittel, die alle Milchsäurebakterien enthielten, zeigte damals eine gute Wirksamkeit für diese Wirkungsrichtung (Wyss 1996). Im vorliegenden Versuch untersuchten wir nun die Wirksamkeit von fünf neuen Produkten. Zusätzlich haben wir auch Abklärungen zur Prüfmethode durchgeführt. So wurden die beiden Kontrollvarianten sowohl mit als auch ohne Luftstress geprüft.

Versuchsablauf

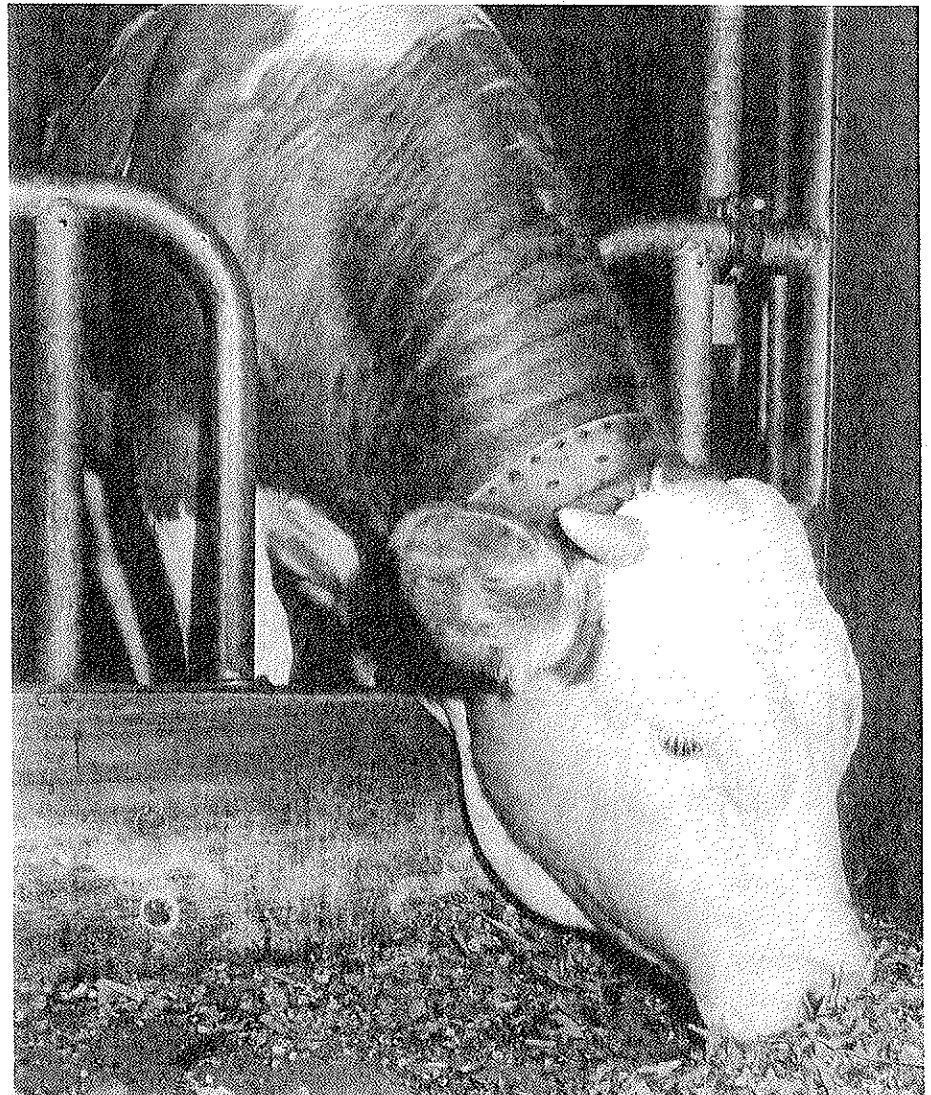
Silomais der Sorte LG-11 wurde einerseits am 16. Oktober 1996 (1. Erntetermin) mit einem durchschnittlichen Trockensubstanz(TS)-Gehalt von 30 % und andererseits am 6. November 1996 (2. Erntetermin) mit einem durchschnittlichen TS-Gehalt von 38 % einsiliert. Die Maispflanzen wurden auf dem Feld von Hand geschnitten, anschliessend mit einem Probenhäcksler zerkleinert (theoretische Häcksellänge 6 mm) und in 1,5 l Laborsilos (3 Silos pro Behandlung) einsiliert.

Das Siliergut wies bei beiden Ernteterminen ähnliche Rohaschegehalte auf. Hingegen wurden beim zweiten Erntetermin ein leicht höherer Rohprotein- und geringerer Rohfasergehalt sowie ein bedeutend tiefe-

rer Zuckergehalt im Vergleich zum ersten Erntetermin festgestellt (Tab. 1). Bei beiden Ernteterminen konnte der Silomais

Tab. 1. Gehaltswerte des Ausgangsmaterials

		1. Erntetermin	2. Erntetermin
Trockensubstanz-			
Gehalt	%	30,0	37,7
Rohasche	g pro kg TS	38	41
Rohprotein	g pro kg TS	72	79
Rohfaser	g pro kg TS	194	187
Zucker	g pro kg TS	121	70



Nachgärungen sind oft ein Problem bei der Entnahme und Verfütterung von Silagen, speziell von Maissilagen. (Foto: RAP)

jedoch als leicht silierbar eingestuft werden.

Als Negativkontrolle diente die Variante «Ohne Zusatz» und als Positivkontrolle eine Variante mit Luprosil. Geprüft wurden insgesamt fünf Produkte, wobei alle Produkte chemische Siliermittel waren. Beim Produkt Cool-Sile wurde zusätzlich nach den Empfehlungen des Herstellers ein Milchsäurebakterien-Impfzusatz (Sil-Add) beigemischt. Die genauen Dosierungen der eingesetzten Siliermittel sind in Tabelle 2 dargestellt.

Durch einen Luftstress wurden die Versuchsbedingungen zusätzlich erschwert. Dabei bedeutete der Luftstress, dass die Laborsilos oben im Deckel und unten am Rand des Silos je ein Loch (Durchmesser 6 mm) aufwiesen, die mit Gummizapfen verschlossen und periodisch geöffnet wurden. Die Öffnung erfolgte nach 14, 28 und 42 Tagen Silierdauer jeweils für 24 Stunden. Diese Methode wird auch bei der DLG-Prüfung angewandt. Bei den beiden Kontrollvarianten («Ohne Zusatz» und

mit Luprosil) wurde jeweils eine Variante ohne und mit Luftstress geprüft, um den Einfluss des Luftstresses auf die Gärparameter und die aerobe Stabilität untersuchen zu können.

Die Silos vom ersten Erntetermin wurden nach 53 Tagen und vom zweiten Erntetermin nach 61 Tagen geöffnet.

Von den insgesamt drei Silos pro Behandlung wurde jeweils dasjenige Silo mit den höchsten Gärgasverlusten nicht berücksichtigt. Die Gärsäuren und die aerobe Stabilität wurde von den zwei restlichen Silos getrennt untersucht. Die Rohnährstoffgehalte haben wir in einer Mischprobe aus den beiden Silos analysiert.

Die aerobe Stabilität haben wir anhand von Temperaturmessungen ermittelt. Alle zwei Stunden wurde die Temperatur gemessen und registriert. Als aerob stabil wurden die Silagen angesehen, solange die Temperatur in der Silage die Lokaltemperatur nicht um mehr als 1 °C übertraf. Die Lokaltemperatur betrug rund 20 °C, mit Werten zwischen 19,5 und 22,0 °C.

Luftstress beeinflusst aerobe Stabilität

In den Tabellen 3 und 4 sind die Restzuckergehalte, Gärparameter und Gärgasverluste dargestellt. Bei den beiden Varianten «Ohne Zusatz» und mit Luprosil beeinflusste der Luftstress die Rohnährstoffgehalte nicht. Durch den Zusatz von Luprosil wiesen die Silagen im Vergleich zur Variante «Ohne Zusatz» jeweils höhere Restzuckergehalte sowohl mit als auch ohne Luftstress auf. Bei den Gärparametern zeigte der Luftstress nur eine geringe Wirkung. Alle Kontrollsilagen wiesen nach dem DLG-Bewertungsschlüssel die Maximalnoten auf. Hingegen konnten bei den Gärgasverlusten sowohl Unterschiede durch den Luprosilzusatz als auch durch den Luftstress festgestellt werden. Wie aus Abbildung 1 ersichtlich ist, bewirkte die Öffnung der Silos jeweils einen unmittelbaren Anstieg der Gärgasverluste.

Auf die aerobe Stabilität der Silagen hatte der Luftstress einen wesentlichen Einfluss. So erwärmten sich die Silagen mit Luftstress der beiden Kontrollvarianten jeweils früher im Vergleich zu denselben Varianten ohne Luftstress. Der Temperaturverlauf, dargestellt als Differenz zur Umgebungstemperatur, ist aus Abbildung 2 ersichtlich. Weshalb der Luprosilzusatz unter Luftstress die aerobe Stabilität nicht verbessern konnte, ist nicht genau bekannt, zumal die Silagen mit und ohne Luftstress die gleichen Propionsäuregehalte aufwiesen. In früheren Versuchen wirkte sich die Propionsäure jeweils positiv auf die aerobe Stabilität aus (Vogel

Tab. 2. Die einzelnen Prüfverfahren sowie die genauen Dosierungen der eingesetzten Siliermittel

	Dosierungen pro 100 kg Futter	
	1. Erntetermin	2. Erntetermin
Ohne Zusatz	–	–
Luprosil	400 g (1600 g)	600 g (2400 g)
Amasil Combi	400 g (1600 g)	500 g (2000 g)
Cool-Sile	75 ml (125 ml)	150 ml (250 ml)
Cool-Sile + Sil-Add	75 ml + 0,5 g (125 ml)	150 ml + 0,5 g (250 g)
Schaumasil	400 g	800 g
Schaumasil flüssig	300 g (1200 g)	600 g (2400 g)
Gärungsstopp	16,7 ml (83,3 ml)	33,3 ml (166,7 ml)

Anmerkung: Angaben in Klammern = Wasserzugabe

Tab. 3. Gärparameter und Gärgasverluste der Silagen - 1. Erntetermin (Werte bezogen auf den mit den Gärsäuren, Ammoniak und Ethanol korrigierten Trockensubstanzgehalt)

Behandlung	TS %	pH	g pro kg TS						Ethanol	fl. S. Ges.S. %	NH ₃ -N Ges.N	Gärgas- verlust	Punkte DLG
			Zucker	Milch- säure	Essig- säure	Butter- säure	Propion- säure						
Ohne Luftstress													
Ohne Zusatz	28,7	3,9	19	51	14	0	0	3	22	6	1,4	100	
Luprosil	28,3	3,8	52	58	8	0	12	1	26	4	0,5	100	
Mit Luftstress													
Ohne Zusatz	28,7	3,9	18	40	14	0	0	3	26	6	2,2	100	
Luprosil	28,1	3,8	50	54	8	0	12	2	27	4	1,2	100	
Amasil Combi	28,0	3,9	35	36	5	0	4	28	21	9	3,7	99	
Cool-Sile	28,1	4,0	17	50	15	0	0	3	23	6	2,2	100	
Cool-Sile + Sil-Add	28,7	3,9	19	55	14	0	0	3	21	6	2,1	100	
Schaumasil	29,0	3,9	16	47	7	0	5	23	21	4	3,6	100	
Schaumasil flüssig	27,8	3,9	29	48	6	0	7	23	22	4	3,4	100	
Gärungsstopp	28,5	3,9	15	54	16	0	0	3	23	6	2,2	100	

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



Tab. 4. Gärparameter und Gärgasverluste der Silagen - 2. Erntetermin (Werte bezogen auf den mit den Gär säuren, Ammoniak und Ethanol korrigierten Trockensubstanzgehalt)

Behandlung	TS %	pH	g pro kg TS						Ethanol	fl. S.	NH ₃ -N	Gärgas- verlust	Punkte DLG
			Zucker	Milch- säure	Essig- säure	Butter- säure	Propion- säure	Ges.S.		Ges.N			
Ohne Luftstress													
Ohne Zusatz	37,2	4,0	10	44	11	0	1	2	21	6	1,2	100	
Luprosil	37,0	3,9	28	29	8	0	12	1	42	5	0,6	100	
Mit Luftstress													
Ohne Zusatz	38,0	4,0	12	32	11	0	0	1	26	7	1,8	100	
Luprosil	37,0	3,9	33	28	8	0	13	0	43	5	1,0	100	
Amasil Combi	36,3	4,1	28	18	6	0	4	13	35	9	2,1	99	
Cool-Sile	37,9	4,0	11	34	12	0	0	2	26	6	1,8	100	
Cool-Sile + Sil-Add	37,1	3,9	12	38	10	0	0	3	20	6	1,7	100	
Schaumasil	37,4	4,0	20	25	8	0	7	1	39	5	1,2	100	
Schaumasil flüssig	36,6	4,0	45	20	6	0	10	1	44	4	0,9	100	
Gärungsstop	37,8	4,0	10	31	11	0	1	2	28	6	1,8	100	

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

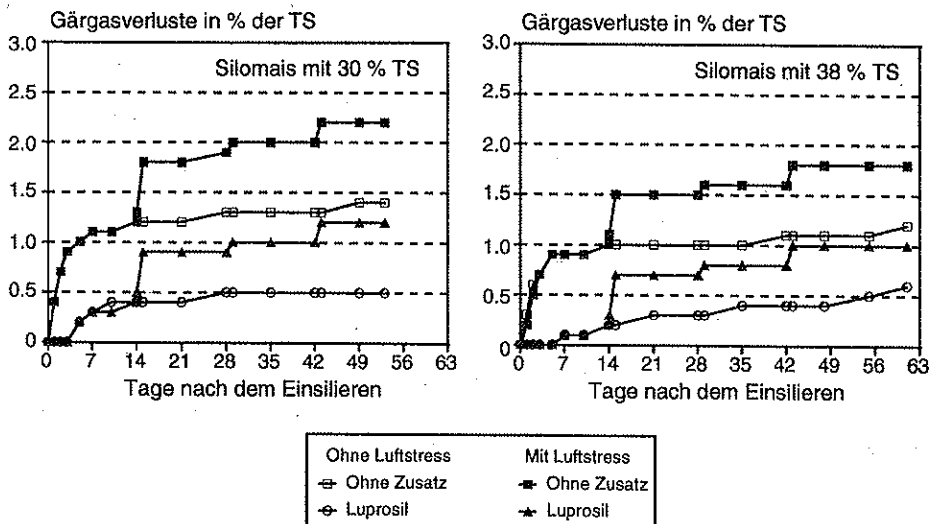


Abb. 1. Gärgasverluste bei den Silagen mit und ohne Luftstress.

1992; Wyss 1996). Diese Versuche wurden jedoch ohne Luftstress durchgeführt. Eventuell müsste die Luprosildosierung bei Luftstress erhöht werden, um wirksam gegen die Nachgärungen vorbeugen zu können.

Siliermittel unterschiedlich wirksam

Bei den geprüften Siliermitteln ergaben sich einige Unterschiede bei den Restzuckergehalten, den Gärparametern und den Gärgasverlusten (Tab. 3 und 4). So wiesen die beiden Silagen (1. und 2. Erntetermin), behandelt mit Amasil Combi, im Vergleich zu den übrigen Silagen jeweils den höchsten Proteinabbau auf. Die Werte la-

gen jedoch unter 10 %, dem Grenzwert zwischen guter und fehlerhafter Silage. Unterschiede traten auch bei den Propionsäure- und Ethanolgehalten auf. Die unterschiedlichen Propionsäuregehalte sind durch die unterschiedlichen Mengen an Propionsäure, die mit den Siliermitteln zugesetzt wurden, erklärbar. Anders sieht es mit den Ethanolgehalten aus. Hier zeigten die Varianten mit Amasil Combi, Schaumasil und Schaumasil flüssig beim ersten Erntetermin und die Variante mit Amasil Combi beim zweiten Erntetermin erhöhte Gehalte im Vergleich zu den restlichen Silagen. Die Silagen mit den hohen Ethanolgehalten zeichneten sich auch durch hohe Gärgasverluste aus. Anhand der periodischen Wägungen der Silos

konnten wir feststellen, dass die Gärgasverluste bereits nach der ersten Öffnung der Löcher (Luftstress) stark anstiegen. Dabei stellt sich die Frage, inwieweit durch eine höhere Dosierung der entsprechenden Siliermittel die Ethanolgärung verhindert werden könnte.

Gesamthaft gesehen wiesen alle Silagen eine sehr gute Gärqualität auf. Beurteilt nach dem DLG-Bewertungsschlüssel wurde fast durchwegs die Maximalnote erreicht.

Bezüglich der aeroben Stabilität konnten einige Unterschiede zwischen den neu geprüften Siliermitteln festgestellt werden. So verbesserten die beiden Produkte Amasil Combi und Schaumasil flüssig die Stabilität der Silagen im Vergleich zu den Kontrollvarianten. Die Anzahl Stunden bis sich die Silagen erwärmten, ist aus Tabelle 5 ersichtlich. Bei unseren Untersuchungen zeigten die Produkte Cool-Sile, allein oder kombiniert mit Sil-Add, Schaumasil (Granulat) und Gärungsstop keine Wirkung zur Verbesserung der aeroben Stabilität. Mit dem Produkt Cool-Sile konnte bei einer Reihe von firmeneigenen Untersuchungen sowohl bei Gras als auch Maissilagen die aerobe Stabilität verbessert werden. Dabei stellt sich wie beim Luprosil die Frage, ob unter Luftstress die Dosierung erhöht werden müsste.

Aufgrund der Ergebnisse des durchgeführten Versuches wurden die beiden Produkte Amasil Combi und Schaumasil flüssig zur Verbesserung der aeroben Stabilität der Silagen definitiv bewilligt.

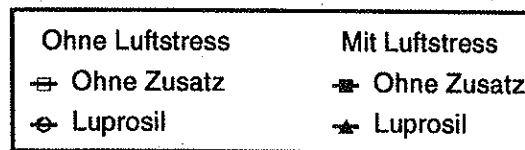
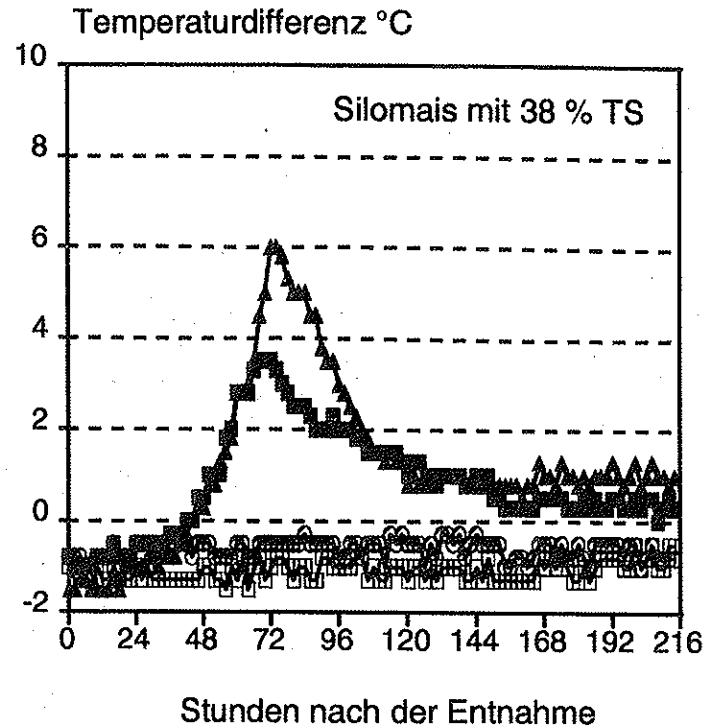
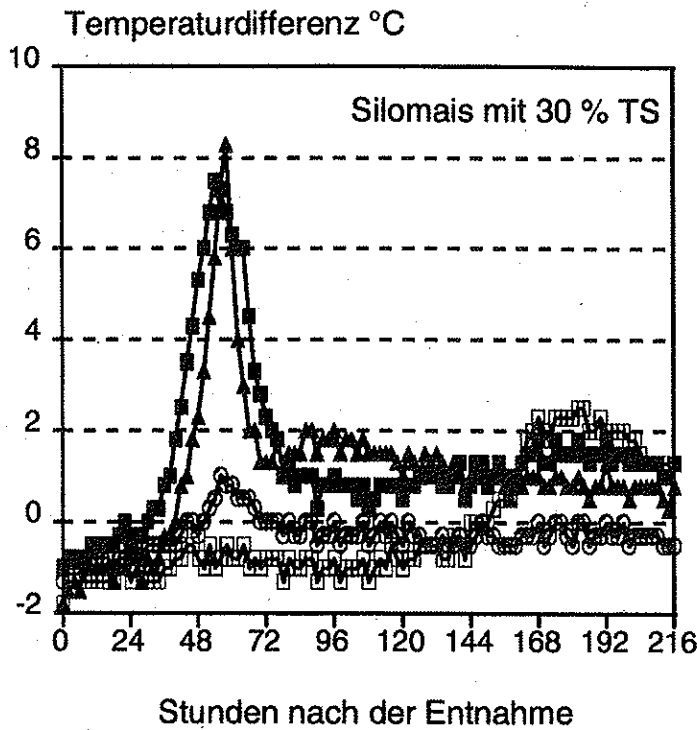


Abb. 2. Temperaturverlauf der Silagen mit und ohne Luftstress nach der Entnahme (Temperatur als Differenz zur Umgebungstemperatur).

LITERATUR

Vogel R., 1992. Silierbedingungen für Silomais und Wirksamkeit der Impfung mit Milchsäurebakterien. *Landwirtschaft Schweiz* 5 (4), 161-168.

Wyss U., 1996. Wirksamkeit von Siliermitteln bei Maissilagen. *Agrarforschung* 3 (7), 317-320.

RÉSUMÉ

Effacité d'agents conservateurs destinés à améliorer la stabilité aérobie des ensilages

Cinq nouveaux agents conservateurs d'ensilage ont été testés quant à leur capacité à améliorer la stabilité aérobie au désilage. En plus d'un témoin „sans conservateur“, l'essai comprenait aussi une variante traitée à l'acide propionique (Luprosil). Les tests ont été réalisés avec du maïs plante entière, récolté à 30 et 38 % de MS. Le maïs a été ensilé en silos de laboratoire de 1,5 l, soumis à des pénétrations d'air ponctuelles durant la période de stockage. Parallèlement, les deux variantes-témoins ont également été ensilées en conditions exemptes de stress aérobie. Dans les deux variantes en question, on a constaté que la pénétration d'air durant le stockage conduisait à une détérioration de la stabilité aérobie au désilage, l'adjonction de „Luprosil“ ne permettant pas de maîtriser le problème.

Des cinq nouveaux agents conservateurs à l'essai, les produits «Amasil Combi» et «Schauma-

Tab. 5. Aerobe Stabilität der Silagen

Behandlung	1. Erntetermin		2. Erntetermin	
	aerobe Stabilität Anzahl Stunden	höchste Temperatur-differenz °C	aerobe Stabilität Anzahl Stunden	höchste Temperatur-differenz °C
Ohne Luftstress				
Ohne Zusatz	160	2,5	214	-0,5
Luprosil	216	1,0	214	0,0
Mit Luftstress				
Ohne Zusatz	38	7,5	54	3,5
Luprosil	44	8,3	52	6,0
Amasil Combi	70	9,0	78	3,3
Cool-Sile	40	7,8	48	5,5
Cool-Sile + Sil-Add	44	6,0	40	3,8
Schaumasil	34	13,5	48	7,0
Schaumasil flüssig	122	4,8	68	4,0
Gärungsstop	36	8,5	48	6,8

sil liquide» ont amélioré la stabilité aérobie des ensilages. Ces deux produits sont définitivement autorisés en Suisse.

SUMMARY

Silage additives for the improvement of aerobic stability

The efficacy of five silage additives on aerobic stability was investigated in whole crop maize in comparison to a treatment without additive and a treatment with propionic acid. The maize was harvested at two different dry matter levels (30

and 38 % dry matter) and ensiled in 1.5 liter laboratory scale silos. During the storage period an air stress was made. For the two control silages, which were made with and without air penetration, the air stress negatively influenced aerobic stability. Under these conditions propionic acid didn't improve aerobic stability either. Out of the five new additives, only the two products Amasil Combi and Schaumasil liquid did improve aerobic stability. These products are now definitively authorized.

KEY WORDS: aerobic stability, fermentation quality, air stress, maize silage