

Pflanzen

Siliermittel und aerobe Stabilität – Testergebnisse 2002

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

Auskünfte: Ueli Wyss, E-Mail: ueli.wyss@rap.admin.ch, Fax +41 (0)26 407 73 00, Tel. +41 (0)26 407 72 14

Zusammenfassung

Bei den vier Siliermitteln **Bonsilage Mais Granulat, Bonsilage Mais flüssig, Multifor-Sil Corn und NH 708 uroSIL** haben wir die **Wirksamkeit zur Verbesserung der aeroben Stabilität untersucht. Neben einer Negativkontrolle ohne Zusatz wurden zusätzlich als Positivkontrollen Varianten mit Luprosil (zwei Dosierungen) berücksichtigt. Die Versuche wurden mit Silomais bei drei TS-Stufen (26, 30 und 34 % TS) in Laborsilos zu 1,5 Liter Inhalt durchgeführt. 7 Tage vor der Entnahme haben wir die Silagen einem Luftstress für 24 Stunden unterzogen.**

Alle Silagen zeigten eine gute Gärqualität. Die beiden Produkte Bonsilage Mais flüssig und Multifor-Sil Corn konnten die aerobe Stabilität der Silagen verbessern. Bei 26 % TS erwärmten sich die Silagen mit dem Produkt NH 708 uroSIL sowie mit Luprosil (tiefe Dosierung) im Vergleich zu den unbehandelten Silagen schneller. Das gleiche wurde auch mit dem Produkt Bonsilage Mais Granulat bei 34 % TS festgestellt.

Nachgärungen treten häufig bei Silagen von guter Qualität auf, da diese unter Sauerstoffzufuhr einen günstigen Nährboden für die Hefen und Schimmelpilze liefern. Dies ist besonders darauf zurückzuführen, dass gute Silagen viel Milch- und wenig Essigsäure enthalten und die Essigsäure das Wachstum der Hefen verhindert. Seit einiger Zeit gibt es nun auch Siliermittel mit Milchsäurebakterien, die zur Vorbeugung von Nachgärungen eingesetzt werden können. Diese Produkte enthalten neben homofermentativen auch hetero-

fermentative Milchsäurebakterien. Die heterofermentativen Milchsäurebakterien produzieren neben Milchsäure auch Essigsäure und Alkohol sowie zum Teil zusätzlich Propanediol. Durch die höheren Essigsäuregehalte und das Propanediol wird die aerobe Stabilität der Silagen verbessert. Im vorliegenden Versuch wurden vier neue Siliermittel zum Vorbeugen von Nachgärungen untersucht.

Da nach Randy (2002) beim Einsatz von chemischen Siliermitteln je nach Dosierung, speziell

unter Luftzutritt, die Verschimmelung und die aerobe Stabilität stark beeinflusst wird, haben wir bei der Positivkontrolle zwei Dosierungsstufen geprüft.

Versuchsablauf

Für die Versuche haben wir am 25. September (1. Erntetermin), 2. Oktober (2. Erntetermin) und 22. Oktober 2002 (3. Erntetermin) Silomais der Sorte LG 22.22 mit einem durchschnittlichen TS-Gehalt von 26, 30 und 34 % einsiliert. Im Gegensatz zu früheren Jahren haben wir drei Erntetermine gewählt, da beim ersten Erntetermin der TS-Gehalt tiefer war als gewünscht. Zudem erreichten wir auch beim dritten Erntetermin nicht so hohe TS-Gehalte wie in früheren Jahren.

Die Maispflanzen wurden auf dem Feld von Hand geschnitten, anschliessend mit dem Probenhäcksler zerkleinert (theoretische Häcksellänge 7 mm) und in jeweils drei Laborsilos zu 1,5 l Inhalt einsiliert.

Bei den Rohnährstoffgehalten nahm nur der Zuckergehalt mit zunehmendem TS-Gehalt ab (Tab. 1). Pro kg Frischsubstanz waren die Zuckergehalte jedoch überall über 3 % und die Vergärbarkeitskoeffizienten über 45. Dies bedeutet, dass die Silierbarkeit bei allen Terminen als leicht silierbar eingestuft werden konnte.

Als Negativkontrolle diente eine Variante «Ohne Zusatz» und als Positivkontrolle eine Variante

Tab. 1. Gehaltswerte von Silomais beim Einsilieren

		1. Erntetermin	2. Erntetermin	3. Erntetermin
TS-Gehalt	%	26,2	30,6	34,2
Rohasche	g/kg TS	36	35	35
Rohprotein	g/kg TS	79	84	76
Rohfaser	g/kg TS	216	196	201
Zucker	g/kg TS	146	131	104
Vergärbarkeitskoeffizient	g/kg TS	72	67	74

mit Propionsäure (Luprosil). Dabei haben wir zwei unterschiedliche Dosierungen untersucht. Als neue Produkte wurden Bonsilage Mais Granulat, Bonsilage Mais flüssig, Multifor-Sil Corn und NH 708 uroSIL getestet. Bei Bonsilage Mais handelt es sich um das gleiche Produkt, welches als Granulat oder flüssig appliziert wurde. Das Produkt enthält sowohl homo- als auch heterofermentative Milchsäurebakterien. Multifor-Sil Corn ist eine Kombination zwischen einer chemischen Komponente und homofermentativen Milchsäurebakterien. Im Produkt NH 708 uroSIL sind Milchsäurebakterien, Melasse und Kräuterextrakte enthalten. Das Konzentrat an Bakterien ist auch unter dem Namen EM (effektive Mikroorganismen) bekannt. Die genauen Dosierungen der eingesetzten Siliermittel sind in Tabelle 2 dargestellt.

Die Silos wurden nach acht Wochen Silierdauer geöffnet. Eine Woche vor der Entnahme wurden die Silagen einem Luftstress von 24 Stunden unterzogen, dabei wurden die Löcher (oben und unten im Laborsilo) geöffnet. Für die Analysen haben wir jeweils nur das Material von zwei Silos berücksichtigt.

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

Gute Gärqualität der Silagen

Alle Silagen waren frei von Buttersäure und hatten unabhängig vom TS-Gehalt relativ tiefe pH-Werte sowie einen geringen Ammoniakstickstoffanteil am Gesamtstickstoff (Tab. 3). Pro-

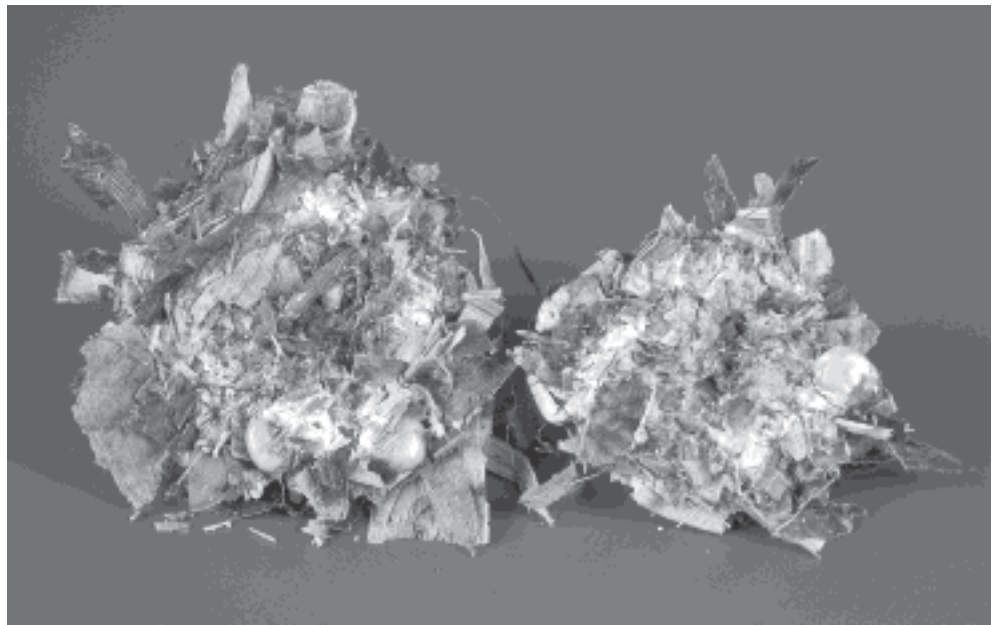


Abb.1. In den Mais-silagen können sich Schimmelnester bilden, die sich zu einer Kugel formen. Im Zentrum weisen solche Kugeln oft eine starke, rote Verfärbung auf.

pionsäure konnte praktisch nur bei den Varianten mit Luprosil nachgewiesen werden, wobei die Menge von der Dosierung abhängig war. Die höhere Dosierung an Luprosil führte zu einer weniger intensiven Milchsäuregärung, einem geringeren Zuckerabbau und zu tieferen Gärgasverlusten. Die pH-Werte waren bei der höheren Dosierungsstufe trotz den tieferen Milchsäuregehalten etwas niedriger als bei der tieferen Dosierung.

Bei den Produkten Bonsilage Mais Granulat und flüssig war bei allen drei TS-Stufen die Milchsäure- und zum Teil auch die Essigsäurebildung höher im Vergleich zur Negativkontrolle. Zudem konnte bei diesen Vari-

anten auch Propanediol nachgewiesen werden. Dabei war die Menge an Propanediol und zum Teil auch an Essigsäure bei der Flüssigapplikation im Vergleich zur Granulatvariante höher. Nach Oude Elferink *et al.* (1999) wandeln die heterofermentativen Milchsäurebakterien, speziell die Gattung *Lactobacillus buchneri*, unter anaeroben Bedingungen einen Teil der gebildeten Milchsäure in Essigsäure und Propanediol um. Bei den Silagen der ersten beiden Erntetermine waren die Gärgasverluste dieser beiden Varianten höher als bei der Negativkontrolle. Beim dritten Erntetermine waren die Essigsäuregehalte und die Gärgasverluste bei den Silagen mit Bonsilage Mais nicht höher als

Tab. 2. Die einzelnen Prüfverfahren sowie die Dosierungen der eingesetzten Siliermittel (Dosierung pro 100 kg Futter)

Variante	1./2. Erntetermin	3. Erntetermin
Ohne Zusatz	-	-
Luprosil (normal)	600 g	600 g
Luprosil (tief)	300 g	300 g
Bonsilage Mais Granulat	25 g	25 g
Bonsilage Mais flüssig	0,1 g (200 g)	0,1 g (200 g)
Multifor-Sil Corn	150 g	150 g
NH 708 uroSIL	167 g (167 g)	250 g (250 g)

Anmerkung: Angaben in Klammern = Wasserzusatz

Tab. 3. Gärparameter der Maissilagen

Variante	Ernte-termin	TS %	pH	Milchsäure g/kg TS	Essigsäure g/kg TS	Propionsäure g/kg TS	Buttersäure g/kg TS	Ethanol g/kg TS	Propanediol g/kg TS	NH ₃ -N N tot. %	Gärgasverlust %	DLG Punkte
Ohne Zusatz	1	26,5	3,8	39	11	0	0	2	0	4	1,9	88
Luprosil (normal)	1	27,5	3,7	38	3	16	0	0	-	0	0,6	97
Luprosil (tief)	1	26,4	3,8	57	7	9	0	1	-	3	1,0	94
Bonsilage Mais Granulat	1	26,7	3,8	65	16	0	0	3	9	5	2,1	93
Bonsilage Mais flüssig	1	26,0	3,8	57	20	0	0	3	17	5	2,4	98
Multifor-Sil Corn	1	26,5	3,8	27	8	0	0	2	-	5	1,8	86
NH 708 uroSIL	1	27,4	3,7	29	7	0	0	4	0	3	1,9	85
Ohne Zusatz	2	28,8	3,9	30	12	0	0	4	0	6	2,2	90
Luprosil (normal)	2	30,6	3,8	28	9	14	0	1	0	3	1,4	100
Luprosil (tief)	2	30,4	3,8	30	9	7	0	2	-	4	1,7	93
Bonsilage Mais Granulat	2	29,3	3,8	42	13	0	0	3	6	5	2,3	90
Bonsilage Mais flüssig	2	28,6	3,8	49	19	1	0	4	10	5	2,5	98
Multifor-Sil Corn	2	29,4	3,9	37	14	0	0	4	-	4	2,1	92
NH 708 uroSIL	2	28,5	3,7	46	16	0	0	15	0	5	3,3	94
Ohne Zusatz	3	33,0	3,8	43	21	1	0	4	3	5	2,4	99
Luprosil (normal)	3	33,2	3,7	22	10	14	0	1	-	3	1,1	100
Luprosil (tief)	3	32,3	3,8	33	21	8	0	3	-	5	2,1	100
Bonsilage Mais Granulat	3	32,6	3,8	69	15	0	0	4	7	6	2,1	92
Bonsilage Mais flüssig	3	31,6	3,8	42	15	0	0	5	13	5	2,3	92
Multifor-Sil Corn	3	32,9	3,8	33	17	0	0	6	-	5	2,6	95
NH 708 uroSIL	3	31,2	3,8	44	20	1	0	19	0	6	3,6	98

NH₃-N/N tot.: Ammoniakstickstoffanteil am Gesamtstickstoff

bei der Negativkontrolle. Höhere Essigsäuregehalte und TS-Verluste konnten auch Driehuis *et al.* (2001) beim Einsatz von *Lactobacillus buchneri* feststellen.

Ähnlich im Vergleich zur Negativkontrolle waren die Gärparameter bei der Variante mit Multifor-Sil Corn.

Beim Einsatz des Siliermittels NH 708 uroSIL fielen vor allem die erhöhten Ethanolgehalte auf. Entsprechend hoch waren die Gärgasverluste. Die Milch- und Essigsäuregehalte waren bei die-

ser Variante ähnlich wie bei der Negativkontrolle. Propanediol konnte nicht festgestellt werden.

Beurteilt nach dem DLG-Bewertungsschlüssel (Weissbach und Honig 1997) erreichten alle Silagen Punktezahlen zwischen 85 und 100, was einer guten bis sehr guten Qualität entspricht.

Zum Teil gute Wirkung gegen Nachgärungen

Bei den Maissilagen mit 26 % TS erwärmten sich die Varianten mit Luprosil (tiefe Dosierung) und mit NH 708 uroSIL

schneller als die Negativkontrolle (Tab. 4). Die Positivkontrolle (Luprosil, normale Dosierung) vermochte die aerobe Stabilität nur leicht zu verbessern. Die Silagen erwärmten sich jedoch weniger stark im Vergleich zu denjenigen der Negativkontrolle. Eine gute Wirksamkeit zum Vorbeugen von Nachgärungen zeigten bei dieser TS-Stufe die Produkte Bonsilage Mais Granulat und flüssig sowie Multifor-Sil Corn.

Bei den Maissilagen mit 30 % TS erwärmten sich alle behandelten

Tab. 4. Aerobe Stabilität der Maissilagen

Variante	Ernte-termin	Aerobe Stabilität, Anzahl Stunden			Max. Temperaturdifferenz °C		pH-Wert Tag 10	
		Probe 1	Probe 2	Mittelwert	Probe 1	Probe 2	Probe 1	Probe 2
Ohne Zusatz	1	87	141	114	5,2	6,6	-	-
Luprosil (normal)	1	171	98	134	1,9	2,4	-	-
Luprosil (tief)	1	35	59	47	10,1	5,0	-	-
Bonsilage Mais Granulat	1	225	212	218	1,5	2,9	-	-
Bonsilage Mais flüssig	1	240	240	240	-0,3	-0,3	-	-
Multifor-Sil Corn	1	240	240	240	0,9	0,1	-	-
NH 708 uroSIL	1	73	94	83	5,7	3,7	-	-
Ohne Zusatz	2	41	58	49	8,3	9,2	6,9	7,0
Luprosil (normal)	2	59	61	60	3,8	3,6	4,4	4,7
Luprosil (tief)	2	74	69	71	3,6	3,4	5,0	5,1
Bonsilage Mais Granulat	2	83	45	64	3,5	7,0	7,1	7,1
Bonsilage Mais flüssig	2	98	33	65	4,2	14,8	6,5	7,1
Multifor-Sil Corn	2	240	240	240	0,5	0,4	3,9	3,9
NH 708 uroSIL	2	174	174	174	5,0	4,9	5,6	6,1
Ohne Zusatz	3	240	240	240	0,1	0,1	3,9	4,0
Luprosil (normal)	3	240	240	240	0,1	0,1	3,9	3,8
Luprosil (tief)	3	240	240	240	0,1	-0,1	3,9	3,9
Bonsilage Mais Granulat	3	85	147	116	3,5	4,3	7,3	7,6
Bonsilage Mais flüssig	3	240	240	240	0,5	1,0	4,0	4,0
Multifor-Sil Corn	3	240	240	240	0,1	0,3	3,9	3,9
NH 708 uroSIL	3	240	240	240	0,2	0,2	3,9	3,9

Silagen im Durchschnitt weniger schnell als diejenigen der Negativkontrolle. Bei den Varianten Bonsilage Mais Granulat und flüssig gab es jedoch Unterschiede zwischen den zwei Wiederholungen. Zu erwähnen ist, dass bei den Gärparametern keine Unterschiede zwischen den Wiederholungen festgestellt werden konnten. Am besten schnitt bei dieser TS-Stufe die Variante mit Multifor-Sil Corn ab. Auch bei den Varianten mit Luprosil (beide Dosierungsstufen) konnten Erwärmungen bis über 3 °C festgestellt werden. Die maximalen Temperaturdifferenzen waren jedoch geringer als bei der Negativkontrolle. Zudem konnte nach der 10-tägigen Erhebungsdauer kein Schimmelbefall festgestellt werden und die pH-Werte stiegen nicht so stark an wie bei der Negativkontrolle.

Bei den Maissilagen mit 34 % TS konnten mit Ausnahme der Variante mit Bonsilage Mais Granulat keine Erwärmungen während der 10-tägigen Erhebungsdauer festgestellt werden. Auch die pH-Werte waren noch sehr tief.

Zusätzlich durchgeführte Bestimmungen des Hefe- und Schimmelpilzbesatzes in den Silagen mit 30 und 34 % TS nach der Entnahme zeigten, dass der Schimmelpilzbesatz bei allen Silagen sehr gering (< 1000 koloniebildende Einheiten (KBE) pro g) war. Bezüglich Hefen variierte der Besatz bei den Silagen mit 30 % TS zwischen 0 und 110'000 KBE pro g und bei den Silagen mit 34 % TS zwischen 0 und 9'000 KBE pro g.

Folgerungen

■ Die Produkte Bonsilage Mais flüssig und Multifor-Sil Corn erwiesen sich als gut wirksam zum Vorbeugen von Nachgärungen. Diese Produkte wurden nun definitiv bewilligt.

■ Die Produkte Bonsilage Mais Granulat und NH 708 uroSIL waren nicht in allen Versuchen wirksam. Die provisorische Bewilligung für diese beiden Produkte wurde um ein Jahr verlängert. Die Firmen haben Zeit, zusätzliche Wirksamkeitsdaten zu liefern.

■ Bei der Positivkontrolle mit Luprosil zeigte sich beim Mais mit 26 % TS, dass die Einhaltung der empfohlenen Dosierung wichtig ist für eine gute Wirksamkeit zum Vorbeugen von Nachgärungen.

Abb. 2. Silomais gehört zu den leicht silierbaren Futterpflanzen, doch bei der Entnahme gibt es oft Probleme mit Nachgärungen (Foto: U. Wyss, RAP).



Literatur

- Driehuis F., Oude Elferink S., Van Wikselaar P.G., 2001. Fermentation characteristics and aerobic stability of grass silage inoculated with *Lactobacillus buchneri*, with or without homofermentative lactic acid bacteria. *Grass and Forage Science*, **56**, 330-343.
- Oude Elferink S., Driehuis F., Kroneman J., Gottschal C., Spoelstra S., 1999. *Lactobacillus buchneri* can improve the aerobic stability of silage via a novel fermentation pathway: the anaerobic degradation of lactic acid to acetic acid and 1,2-propanediol. Proceedings of the 12th International Silage Conference, Uppsala, Sweden, pp. 266-267.
- Randby A.T., 2002. Effect of acid-based additives on fermentation quality, aerobic stability, and fungal growth in roundbale silage, stored with a tight or perforated plastic cover. Proceedings of the 19th General Meeting of the European Grassland Federation, La Rochelle, France, pp 226-227.
- Weissbach F. und Honig H., 1997. DLG-Schlüssel zur Beurteilung der Gärqualität von Grünfuttersilagen auf der Basis der chemischen Untersuchung. Tagung des DLG-Ausschusses für Futterkonservierung vom 2. Juli 1997 in Gumpenstein.

RÉSUMÉ

Agents conservateurs d'ensilage et stabilité aérobie – résultats des tests 2002

Les quatre agents conservateurs d'ensilage Bonsilage Mais granulé, Bonsilage Mais liquide, Multifor-Sil Corn et NH 708 uroSIL 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 des variantes traitées avec Luprosil (deux dosages). Les tests ont été réalisés avec du maïs plante entière, récolté à 26, 30 et 34 % de MS. Le maïs a été ensilé en silos de laboratoire de 1,5 l et soumis à une pénétration d'air d'une durée de 24 heures 7 jours avant l'ouverture des silos.

Tous les ensilages ont montré une bonne qualité fermentaire. Les produits Bonsilage Mais liquide et Multifor-Sil Corn ont amélioré la stabilité aérobie. Les ensilages ayant 26 % MS se sont réchauffés plus rapidement avec les produits uroSIL et Luprosil (dosage bas) que les ensilages non-traités. La même observation a été faite avec le produit Bonsilage Mais granulé utilisé avec l'ensilage ayant 34 % MS.

SUMMARY

Silage additives and aerobic stability – test results 2002

The efficacy of the four silage additives Bonsilage Mais (dry application), Bonsilage Mais (liquid application), Multifor-Sil Corn and NH 708 uroSIL on aerobic stability was investigated in maize silage in comparison to a treatment without additive and treatments with propionic acid (two dosages). The maize was harvested at three different dry matter levels (26, 30 and 34 % dry matter) and ensiled in 1.5 litre laboratory scale silos. 7 days before the silos were opened the silage underwent an air stress for 24 hours during the storage period. All silages showed a good fermentation quality. With the additives Bonsilage Mais (liquid) and Multifor-Sil Corn the aerobic stability of the silages was improved. The silages with the product NH 708 uroSIL as well as with Luprosil (deep dosage) heated up earlier in comparison to the untreated silage, at 26 % DM. The same was also observed with the product Bonsilage Mais (dry) at 34 % DM.

Key Words: aerobic stability, fermentation quality, air stress, maize silage