

Nutztiere

Siliermittel und aerobe Stabilität – Testergebnisse 2003

Ueli Wyss, Agroscope Liebefeld-Posieux, Eidgenössische Forschungsanstalt für Nutztiere und Milchwirtschaft (ALP),
CH-1725 Posieux

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

Zusammenfassung

Bei den beiden Siliermitteln **Bonsilage Mais Granulat** und **NH 708 uroSIL** haben wir die Wirksamkeit zur Verbesserung der aeroben Stabilität untersucht. Neben einer Negativkontrolle ohne Zusatz wurde als Positivkontrolle eine Variante mit **Luprosil** berücksichtigt. Zusätzlich wurden noch zwei Varianten mit **Futterharnstoff** (Granulat und flüssig appliziert) untersucht. Die Versuche wurden mit **Silomais** bei zwei **Trockensubstanz(TS)-Stufen** (35 und 45 % TS) in Laborsilos zu 1,5 Liter Inhalt durchgeführt. Sieben Tage vor der Entnahme haben wir die Silagen während 24 Stunden einem **Luftstress** unterzogen. Die **Silierdauer** betrug 56 Tage.

Alle Silagen zeigten eine gute Gärqualität. Die mit **Harnstoff** behandelten Silagen wiesen im Vergleich zu den übrigen Varianten höhere **Rohproteingehalte** auf. Die Silagen mit 35 % TS zeichneten sich bei der Entnahme durch einen tiefen **Hefekeimbefest** aus; bei keiner der untersuchten Varianten konnte eine **Erwärmung** festgestellt werden. Bei den Silagen mit 45 % TS gab es zwischen den Varianten **Unterschiede** bei der aeroben Stabilität. Mit **Bonsilage Mais Granulat** konnte im Vergleich zur Variante ohne Zusatz die **Erwärmung leicht** und mit **Luprosil, NH 708 uroSIL** und den beiden **Harnstoffvarianten** stark verzögert werden.

Die aerobe Stabilität der Silagen hängt in erster Linie mit der **Silietechnik** und dem **Siliermanagement** zusammen. Mängel bei diesen beiden Faktoren können durch den Einsatz von **Siliermitteln** nicht ausgeglichen werden. Es ist jedoch möglich, mit den richtigen Mitteln und deren korrekter Anwendung die aerobe Stabilität des Futters zu verbessern. Wie in den vergangenen Jahren, wurden auch im Jahr 2003 Produkte zum Vorbeugen von **Nachgärungen** geprüft. So wurden mit den beiden Produkten **Bonsilage Mais Granulat** und **NH 708 uroSIL**, welche im Jahr 2002 nicht in allen Versuchen wirksam waren und die **provisorische Bewilligung** verlängert wurde, nochmals **Wirksamkeitsprüfungen** durch-

geführt. Zusätzlich wurden auch Varianten mit **Harnstoff** untersucht. Speziell bei **Maissilage** wird im Ausland vermehrt auch **Harnstoff** eingesetzt. Einerseits wird dadurch die **Stickstoffversorgung** der **Mikroben** im Pansen angehoben und andererseits soll bei der **Silierung** gleichzeitig die **Anfälligkeit** für **Nachgärungen** vermindert werden (Spiekers 2002).

Versuchsablauf

Im Jahr 2003 war der **Mais** im Vergleich zu einem **Normaljahr** wegen der **Trockenheit** fast einen Monat früher reif. Der erste **Posten Mais** wurde am 19. August (1. Erntetermin) mit einem **TS-Gehalt** von 35 % einsiliert. Der zweite **Posten** eines andern Feldes wurde am 27. August

(2. Erntetermin) mit einem **TS-Gehalt** von 45 % einsiliert.

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.

Die **Rohnährstoffe** waren beim **Mais** vom zweiten im Vergleich zum ersten Erntetermin stets etwas tiefer (Tab. 1). Die **Zuckergehalte** waren bei beiden Terminen über 3 % pro kg TS und die **Vergärbarkeitskoeffizienten** über 45. Dies bedeutet, dass die **Silierbarkeit** bei beiden Terminen als leicht silierbar eingestuft werden konnte.

Als **Negativkontrolle** diente eine Variante «**Ohne Zusatz**» und als **Positivkontrolle** eine Variante mit **Propionsäure** (**Luprosil**). Geprüft wurden die beiden Produkte **Bonsilage Mais Granulat** und **NH 708 uroSIL**. Beide Produkte wurden bereits im Jahr 2002 geprüft (Wyss 2003). Da die Produkte jedoch nicht in jedem Fall wirksam waren, mussten von den Firmen weitere Daten verlangt werden. Die Firmen erteilten den Auftrag, die Produkte nochmals zu testen. Das Produkt **Bonsilage Mais Granulat**, welches aus homo- und heterofermentativen **Milchsäurebakterien** besteht, wurde bei beiden **TS-Stufen** geprüft. Das Produkt **NH 708 uroSIL**, welches neben **Milchsäurebakterien** und **Melasse** auch **Kräuterextrakte** enthält, wurde nur bei der höheren **TS-Stufe** getestet.

Zusätzlich wurde im Jahr 2003 auch Harnstoff als Konservierungsmittel eingesetzt. Dabei wurde Futterharnstoff entweder als Granulat eingemischt oder in Wasser aufgelöst und flüssig appliziert. Wichtig ist, besonders im Hinblick auf die Fütterung (Vergiftung), auf eine gleichmässige Verteilung im Siliergut zu achten.

Die genauen Dosierungen der eingesetzten Siliermittel sind in Tabelle 2 dargestellt.

Die Silos wurden nach 8 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 Laborsilo) geöffnet. Für

die Analysen wurde jeweils nur das Material von zwei Silos berücksichtigt.

Die aerobe Stabilität (Nachgärtest) wurde anhand von Temperaturmessungen ermittelt. Alle 30 Minuten wurde die Temperatur gemessen und registriert. Diese Erhebung dauerte 9 beziehungsweise 10 Tage. Als aerob stabil wurden die Silagen angesehen, solange die Temperatur in der Silage die Lokaltemperatur nicht um mehr als 1 °C übertraf.

Tab. 1. Gehaltswerte von Silomais beim Einsilieren

		1. Erntetermin	2. Erntetermin
TS-Gehalt	%	35,0	44,9
Rohasche	g/kg TS	41	37
Rohprotein	g/kg TS	76	65
Rohfaser	g/kg TS	205	192
Zucker	g/kg TS	117	93
Vergärbarkeitskoeffizient		68	71

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

Variante	1. Erntetermin	2. Erntetermin
Ohne Zusatz	-	-
Luprosil (Positivkontrolle)	500 g	600 g
Bonsilage Mais Granulat	25 g	25 g
NH 708 uroSIL	-	250 g (250 g)
Harnstoff	300 g	300 g
Harnstoff (flüssig appliziert)	300 g (2000 g)	300 g (600 g)

Anmerkung: Angaben in Klammern = Wasserzusatz

Gehaltswerte und Gärqualität der Silagen

Durch den Harnstoffeinsatz wiesen die Silagen im Vergleich zur Kontrollvariante höhere Rohproteingehalte auf (Tab. 3). Bei 3 kg Harnstoff pro Tonne Frischsubstanz waren die Rohproteingehalte in den behandelten Silagen im Vergleich zur Variante ohne Zusatz mit 35 % TS im Durchschnitt um 21 % höher. Bei den Silagen mit 45 % TS betrug die Erhöhung sogar 33 %. Ein Teil des Stickstoffs aus dem Harnstoff geht in Form von Ammoniak verloren. Nach Spiekers (2002) werden etwa 75 % des zugesetzten Harnstoffs in den Silagen wiedergefunden. Im Weiteren wiesen die Varianten mit Harnstoff im Vergleich

Tab. 3. Rohnährstoffe der Maissilagen

Variante	Erntetermin	Rohasche g/kg TS	Rohprotein g/kg TS	Rohfaser g/kg TS	Zucker g/kg TS
Ohne Zusatz	1	35	85	194	27
Luprosil (Positivkontrolle)	1	37	81	191	26
Bonsilage Mais Granulat	1	35	81	181	26
Harnstoff	1	34	105	180	14
Harnstoff (flüssig appliziert)	1	36	100	182	15
Ohne Zusatz	2	33	68	182	30
Luprosil (Positivkontrolle)	2	31	70	167	40
Bonsilage Mais Granulat	2	34	73	168	20
NH 708 uroSIL	2	32	74	175	8
Harnstoff	2	32	91	179	14
Harnstoff (flüssig appliziert)	2	33	90	179	14

Tab. 4. 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	34,3	3,9	27	10	0	0	3	1,1	3	1,6	88
Luprosil (Positivkontrolle)	1	34,6	3,7	42	13	8	0	3	.	2	1,4	100
Bonsilage Mais Granulat	1	34,4	3,8	43	10	0	0	3	3,1	3	1,4	88
Harnstoff	1	34,7	4,0	28	14	0	0	4	.	12	2,3	87
Harnstoff (flüssig appliziert)	1	35,2	4,0	44	12	0	0	3	.	12	2,0	85
Ohne Zusatz	2	43,0	4,3	15	7	0	0	3	1,9	3	1,7	85
Luprosil (Positivkontrolle)	2	45,8	4,2	10	6	5	0	2	.	2	1,2	88
Bonsilage Mais Granulat	2	44,8	3,9	14	3	0	0	4	1,8	3	1,4	81
NH 708 uroSIL	2	44,1	4,1	6	11	1	0	8	0,0	3	3,0	89
Harnstoff	2	44,1	4,3	7	5	0	0	5	.	11	2,2	79
Harnstoff (flüssig appliziert)	2	43,7	4,3	7	6	0	0	6	.	11	2,4	79

NH₃-N/N tot.: Ammoniakstickstoffanteil am Gesamtstickstoff

zu den übrigen Varianten tiefere Zuckergehalte auf (Tab. 3). Die Variante ohne Zusatz wies bei beiden TS-Stufen die höchsten Rohfasergehalte auf.

Alle Silagen waren frei von Buttersäure und hatten relativ tiefe

pH-Werte (Tab. 4). Mit Ausnahme der Varianten mit Harnstoff war der Ammoniakstickstoffanteil am Gesamtstickstoff sehr gering. Propionsäure konnte praktisch nur bei den Varianten mit Luprosil nachgewiesen werden.

Beim Produkt Bonsilage Mais Granulat sowie auch bei der Variante ohne Zusatz wurde Propanediol gebildet. Die Silagen mit Bonsilage Mais Granulat wiesen bei beiden TS-Stufen die tiefsten pH-Werte auf, hingegen waren die Gehalte an



Abb. 1. Die aerobe Stabilität der Silagen hängt in erster Linie mit der Siliertechnik und dem Siliermanagement zusammen. (Foto: U. Wyss, Agroscope Liebefeld-Posieux)

Gärsäuren im ähnlichen Bereich wie bei den Varianten ohne Zusatz.

Das Siliermittel NH 708 uroSIL fiel, wie bereits bei den letzten Untersuchungen (Wyss 2003) durch die höchsten Ethanolgehalte auf und entsprechend waren bei diesen Silagen die Gärgasverluste am höchsten.

Bei den Silagen mit Harnstoff konnten bei beiden TS-Stufen die höchsten pH-Werte festgestellt werden. Nach Kung *et al.* (2003) wird durch den Harnstoffeinsatz die Pufferkapazität im Ausgangsmaterial erhöht und dies führt zu einer langsameren und weniger starken pH-Wert-Absenkung und zu höheren Milchsäuregehalten in den Silagen. Deschard *et al.* (1988) fanden beim Harnstoffeinsatz zwar auch höhere pH-Werte, jedoch bedingt durch eine weniger intensive Gärung auch tiefere Gehalte an Milch- und Essigsäure sowie Ethanol.

Nach dem DLG-Bewertungsschlüssel (Weissbach und Honig 1997) erreichten die Silagen Punktezahlen zwischen 79 und 100, was einer guten bis sehr guten Qualität entspricht (Tab. 4).

Tiefer Keimbesatz und aerobe Stabilität

Wie aus Tabelle 5 hervorgeht, waren die Silagen des ersten Erntetermins nach der Entnahme sehr keimarm. Hefen und Schimmel konnten praktisch keine nachgewiesen werden. Nach Adler (2002) enthält zwar eine gute Maissilage keine Schimmelpilze ($< 10^3$ KEB/g), doch Hefen können in einer guten Maissilage bis 1 Mio. KBE/g festgestellt werden. Die unbehandelte und auch die behandelte Silagen erwärmten sich nicht während des 10-tägigen Nachgärtests (Tab. 5). Zusätzlich veränderten sich auch die pH-Werte nicht.

Beim trockeneren Mais wiesen die Silagen bereits etwas höhere

Hefegehalte auf (Tab. 5). Bei den Schimmelpilzen wiesen alle Silagen unter 10^3 KBE auf. Was die aerobe Stabilität betrifft, konnten nur bei den Varianten mit Luprosil, NH 708 uroSIL und den beiden Harnstoffvarianten keine Erwärmungen und keine pH-Wert-Anstiege festgestellt werden (Tab. 5). Mit dem Einsatz von Bonsilage Mais Granulat konnte im Vergleich zur Variante ohne Zusatz die Erwärmung leicht verzögert werden.

Folgerungen

■ Die Produkte **Bonsilage Mais Granulat** und **NH 708 uroSIL** erwiesen sich bei Silomais mit 45 % TS als wirksam zum Vorbeugen gegen Nachgärungen. Anhand von diesen und den Ergebnissen des Jahres 2002 wurden diese beiden Produkte nun definitiv bewilligt.

■ Bei Silomais mit hohen TS-Gehalten sollte das Produkt **Bonsilage Mais** in der **flüssigen** Form eingesetzt werden. Bei der flüssi-

Tab. 5. Keimbesatz nach der Entnahme und aerobe Stabilität der Maissilagen

Variante	Erntetermin	Hefen KBE/g	Schimmelpilze KBE/g	Aerobe Stabilität Stunden	Max. Temperatur- differenz °C	pH-Wert nach 240 bzw. 220 Stunden
Ohne Zusatz	1	$< 10^2$	$< 10^2$	240	-0,6	3,9
Luprosil (Positivkontrolle)	1	$7,5 \times 10^3$	$< 10^2$	240	0,2	3,8
Bonsilage Mais Granulat	1	$< 10^2$	$< 10^2$	240	-0,3	3,8
Harnstoff	1	$< 10^2$	$< 10^2$	240	-0,4	4,0
Harnstoff (flüssig appliziert)	1	$< 10^2$	$< 10^2$	240	-0,4	3,9
Ohne Zusatz	2	$7,8 \times 10^4$	$1,3 \times 10^2$	158	3,9	6,6
Luprosil (Positivkontrolle)	2	$7,1 \times 10^2$	$1,2 \times 10^2$	220	0,3	4,2
Bonsilage Mais Granulat	2	$5,7 \times 10^5$	$1,8 \times 10^2$	181	3,2	5,7
NH 708 uroSIL	2	$< 10^2$	$1,8 \times 10^2$	220	-0,7	4,1
Harnstoff	2	$7,9 \times 10^3$	$3,5 \times 10^2$	220	-0,5	4,4
Harnstoff (flüssig appliziert)	2	$1,9 \times 10^4$	$< 10^2$	220	-0,3	4,4

KBE: koloniebildende Einheiten

Beim Material des 1. beziehungsweise 2. Erntetermins wurde der Nachgärttest nach 240 beziehungsweise 220 Stunden abgebrochen

gen Applikation ist es einerseits einfacher, das Produkt homogen zu verteilen und andererseits ist die Wirksamkeit sicherer.

■ Mit **Harnstoff**, als Granulat oder flüssig appliziert, konnte die aerobe Stabilität der Maissilagen verbessert werden. Zudem wiesen die Silagen höhere Rohproteingehalte auf.

Literatur

■ Adler A., 2002. Qualität von Futtermitteln und mikrobielle Kontamination. 8. alpenländisches Expertenforum an der BAL Gumpenstein, 9. und 10. April 2002.

■ Deschard G., Mason V.C. and Tetlow R.M., 1988. Treatment of whole-crop cereals with alkali. *Animal Feed Science and Technology* **19**, 55-66.

■ Kung L., Stockes M.R. and Lin C.J., 2003. Silage Additives. p. 305-360. In: *Silage science and technology*. Agron. Monogr. 42. ASA, CSSA and SSSA, Madison, Wisconsin.

■ Spiekens H., 2002. Harnstoffeinsatz zu Silomais. *Mais* (1), 26-29.

■ 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 Futtermittelkonservierung vom 2. Juli 1997 in Gumpenstein.

■ Wyss U., 2003. Siliermittel und aerobe Stabilität - Testergebnisse 2002. *Agrarforschung* **10** (7), 282-286.

RÉSUMÉ

Agents conservateurs d'ensilage et stabilité aérobie – résultats des tests 2003

Les deux agents conservateurs d'ensilage Bonsilage Mais Granulat 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 en tant que contrôle positif une variante traitée avec Luprosil, ainsi que deux variantes avec urée (granulé et application liquide). Les tests ont été réalisés avec du maïs plante entière, récolté à 35 et 45 % 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. La durée de conservation était de 56 jours.

Tous les ensilages ont montré une bonne qualité fermentaire. Les ensilages traités avec de l'urée avaient des teneurs en matière azotée plus élevées en comparaison avec les autres variantes.

Au désilage, les ensilages à 35% de MS étaient caractérisés par des charges en levures peu élevées et dans aucune des variantes un échauffement n'a pu être constaté. Pour les ensilages à 45 % de MS, des différences de stabilité aérobie ont été mises en évidence entre les variantes. Par rapport au témoin sans additif, le conservateur Bonsilage Mais Granulat a permis de retarder légèrement l'échauffement alors que Luprosil, NH 708 uroSIL et les deux variantes avec urée le retardaient fortement.

SUMMARY

Silage additives and aerobic stability – test results 2003

The efficacy of the silage additives Bonsilage Mais Granulat and NH 708 uroSIL on aerobic stability was investigated in maize silage in comparison to a treatment without additive and a treatment with propionic acid. In addition two further treatments with urea (granular form and liquid application) were investigated. The maize was harvested at two different dry matter levels (35 and 45 % 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. The storage period lasted 56 days.

All silages showed a good fermentation quality. In comparison to the other variants, the silages treated with urea had higher crude protein contents. The silages with 35 % DM showed few yeasts and by none of the investigated silages heating was observed. In the silages with 45 % DM there were differences concerning the aerobic stability between the variants. In comparison to the treatment without additive, the product Bonsilage Mais Granulat slightly improved the aerobic stability. With Luprosil, NH 708 uroSIL as well as with the two variants with urea, the aerobic stability was strongly improved.

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