

Nutztiere

Siliermittel und aerobe Stabilität - Testergebnisse 2000

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

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

Zusammenfassung

Von den drei Siliermitteln Conservit liquid, Kofa Grain pH5 und Lupro-Grain, alles chemische Produkte, wurde die Wirksamkeit zur Verbesserung der aeroben Stabilität nach der Entnahme bei Gras- und Maissilagen untersucht. Neben einer Negativkontrolle ohne Zusatz haben wir auch eine Variante mit Propionsäure (Luprosil) mitberücksichtigt.

Bei den Versuchen mit Grassilagen wurde das Gras unterschiedlich stark angewelkt (46 und 62 % Trockensubstanz (TS)). Der Silomais wurde bei zwei unterschiedlichen TS-Gehalten geerntet (30 und 39 % TS). Das Futter haben wir in Laborsilos zu 1,5 Liter einsiliert. Die Silierdauer betrug zwei Monate. 7 Tage vor dem Öffnen der Silos wurde das Siliergut einem Luftstress von 24 Stunden unterzogen.

Bei den Grassilagen führte der stärkere Anwelkgrad bei allen Varianten zu einer geringeren Gärungsintensität. Die Silagen ohne Zusatz erwärmten bei beiden Anwelkstufen relativ stark. Der Einsatz der beiden Siliermittel Kofa Grain pH5 und Lupro-Grain zeigte bei den Grassilagen eine gute Wirksamkeit, um Nachgärungen vorzubeugen.

Die Maissilagen wiesen eine sehr gute Gärqualität auf. Die beiden Siliermittel Conservit liquid und Lupro-Grain vermochten die aerobe Stabilität beim Silomais mit 30 % TS zu verbessern. Beim Mais mit 39 % TS konnte bei allen Behandlungen nur eine geringe Erwärmung festgestellt werden. Im Gegensatz zu den behandelten Silagen wiesen jedoch die Silagen ohne Zusatz einen Schimmelbesatz auf.

Nachgärungen treten häufig bei Mais- und stark angewelkten Grassilagen auf. Die Ursachen der Nachgärungen liegen in erster Linie bei einer ungenügenden Verdichtung sowie undichten Abdeckung beim Einsilieren und/oder bei zu kleinen Entnahmemengen bei der Verfütterung. Um Nachgärungen vorzubeugen, kann mit einem Siliermittel die Erwärmung der Silagen verzögert werden; es muss aber strikte beachtet werden, dass möglichst keine Luft eintritt.

Im Gegensatz zu früheren Jahren, in denen wir die Produkte nur bei Silomais geprüft haben, wurden

im Jahr 2000 auch Versuche mit angewelkten Grassilagen durchgeführt. Insgesamt haben wir die Wirksamkeit von drei verschiedenen Siliermitteln geprüft.

Versuchsablauf

Für die Versuche mit Anwelkgras wurde das Futter am 16. August 2000 geschnitten, auf einem Betonboden im Freien angewelkt und am 17. August mit einem Trockensubstanz(TS)-Gehalt von rund 46 % und nach einer weiteren Anwelkphase (Kleinbelüftungsanlage) am 18. August mit 62 % in Laborsilos zu 1,5 l Inhalt einsiliert. Vor dem Einsilieren wurde das Futter auf 1 bis 2 cm Länge gehäckselt. Das Gras wies 40 % Gräser, davon 60 % Raigräser, 10 % Weissklee und 50 % Kräuter (Löwenzahn) auf.

Für die Versuche mit Silomais (Sorte Banguy) haben wir am 12. September 2000 (1. Erntetermin) Mais mit einem durchschnittlichen TS-Gehalt von 30 % und am 3. Oktober 2000 (2. Erntetermin) von 39 % einsiliert. Die Maispflanzen wurden auf dem Feld von Hand geschnitten, anschliessend mit dem Probenhäcksler zerkleinert (theoretische Häcksellänge 7 mm) und in Laborsilos einsiliert.

Tab. 1. Gehaltswerte des Grünfutters beim Einsilieren

		1. Anwelkstufe	2. Anwelkstufe
TS-Gehalt	%	45,6	61,8
Rohasche	g/kg TS	113	106
Rohprotein	g/kg TS	179	184
Rohfaser	g/kg TS	223	223
Zucker	g/kg TS	92	94
Nitrat	g/kg TS	1,3	1,1
Vergärbarkeitskoeffizient		58	74

Die Gehaltswerte des Grünfutters beim Einsilieren sind aus Tabelle 1 ersichtlich. Die Rohasche-, Rohprotein-, Rohfaser- und Zuckergehalte waren bei den beiden Anwelkgraden sehr ähnlich. Hingegen wies das Gras beim stärkeren Anwelkgrad einen höheren Vergärbarkeitskoeffizienten auf als beim tieferen Anwelkgrad. Das Futter galt als leicht silierbar.

Der Silomais wies beim ersten Erntetermin im Vergleich zum zweiten Erntetermin etwas höhere Rohnährstoffgehalte auf (Tab. 2). Pro kg Frischsubstanz betragen die Zuckergehalte 4,1 und 3,8 % und die berechneten Vergärbarkeitskoeffizienten ergaben Werte von 83 beziehungsweise 81. Dies bedeutet, dass die Silierbarkeit bei beiden Terminen als leicht silierbar eingestuft werden konnte.

Als Negativkontrolle diente bei allen Versuchen die Variante «Ohne Zusatz» und als Positivkontrolle eine Variante mit Proptionsäure (Luprosil). Beim Gras haben wir die beiden Produkte Kofa Grain pH5 und Lu-



Verantwortlich für die Nachgärungen sind oft zu geringe Entnahmemengen bei der Verfütterung. (Foto U. Wyss, RAP)

Tab. 2. Gehaltswerte von Silomais beim Einsilieren

		1. Erntetermin	2. Erntetermin
TS-Gehalt	%	29,5	39,2
Rohasche	g/kg TS	39	28
Rohprotein	g/kg TS	67	61
Rohfaser	g/kg TS	183	161
Zucker	g/kg TS	140	97
Vergärbarkeitskoeffizient		83	81

pro-Grain getestet. Beim Silomais haben wir wiederum das Produkt Lupro-Grain und zudem das Produkt Conservit liquid geprüft. Bei allen drei Siliermitteln handelt es sich um chemische Produkte. Die genauen Dosierungen der eingesetzten Siliermittel sind in Tabelle 3 dargestellt.

Tab. 3. Prüfverfahren und Dosierungen der eingesetzten Siliermittel

Behandlungen	1. Anwelkstufe	2. Anwelkstufe	1. Erntetermin	2. Erntetermin
Ohne Zusatz	-	-	-	-
Luprosil	600 g (2400 g)	600 g (2400 g)	500 g (2000 g)	600 g (2400 g)
Kofa Grain pH5	555 g	666 g	-	-
Lupro-Grain	515 g	515 g	515 g	515 g
Conservit liquid	-	-	500 g	500 g

Anmerkung: Angaben in Klammern = Wasserzusatz

Tab. 4. Gärparameter, Restzucker und DLG-Punkte der Grassilagen mit 46 % TS (Werte bezogen auf den mit den Gärsäuren, Ammoniak und Ethanol korrigierten TS-Gehalt)

Behandlung	TS %	pH- Wert	Zucker g/kg TS	Milch- säure g/kg TS	Essig- säure g/kg TS	Propion- säure g/kg TS	Butter- säure g/kg TS	Ethanol g/kg TS	fl. Säuren Gesamt-S. %	NH ₃ -N N tot. %	Gärgas- verlust %	DLG- Punkte
Ohne Zusatz	44,6	5,4	63	38	13	0	1	3	28	6	1,7	61
Luprosil	44,1	5,0	100	0	12	8	1	0	100	4	0,5	78
Kofa Grain pH5	44,7	5,0	70	12	11	3	1	2	53	5	1,3	72
Lupro-Grain	44,9	5,0	73	19	15	5	1	2	53	6	1,2	85

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

Tab. 5. Gärparameter, Restzucker und DLG-Punkte der Grassilagen mit 62 % TS (Werte bezogen auf den mit den Gärsäuren, Ammoniak und Ethanol korrigierten TS-Gehalt)

Behandlung	TS %	pH- Wert	Zucker g/kg TS	Milch- säure g/kg TS	Essig- säure g/kg TS	Propion- säure g/kg TS	Butter- säure g/kg TS	Ethanol g/kg TS	fl. Säuren Gesamt-S. %	NH ₃ -N N tot. %	Gärgas- verlust %	DLG- Punkte
Ohne Zusatz	60,9	5,8	93	0	2	0	0	0	100	4	0,4	43
Luprosil	59,8	5,3	96	0	2	1	0	0	100	3	0,2	61
Kofa Grain pH5	61,6	5,5	98	0	2	1	0	0	100	3	0,3	52
Lupro-Grain	62,1	5,6	95	0	2	1	0	0	100	4	0,3	52

Die Silos wurden nach 8 Wochen Silierdauer geöffnet. Eine Woche vor der Entnahme haben wir die Silagen einem Luftstress von 24 Stunden unterzogen und dabei die Löcher (oben und unten im Laborsilo) geöffnet.

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

Gärqualität der Gras- und Maissilagen

Die Gärparameter, Restzucker-gehalte und DLG-Punkte sind für die Grassilagen, getrennt für die beiden Anwelkstufen, aus den Tabellen 4 und 5 ersichtlich. Die Gärgasverluste waren bei

allen Silagen relativ gering. Die Negativkontrolle wies jeweils die höchsten und die Positivkontrolle die tiefsten Verluste auf. Alle Grassilagen der tieferen Anwelkstufe wiesen geringe Mengen an Buttersäure auf, die Qualität der Silagen konnte dennoch als gut eingestuft werden. Mit den drei Zusätzen, besonders mit Luprosil, fand eine weniger intensive Milchsäuregärung und ein weniger starker Zuckerabbau statt. Bei der höheren Anwelkstufe fand praktisch keine Gärung statt. In diesen Silagen konnte keine Milchsäure nachgewiesen werden.

Beurteilt nach dem DLG-Bewertungsschlüssel (Weissbach und Honig 1997) erreichten die behandelten Grassilagen mit rund 46 % TS höhere Punktezahlen im Vergleich zur Negativkontrolle ohne Zusatz (maximale Punktzahl = 100). Dies ist einerseits auf die tieferen pH-Wer-

te und andererseits auf die höheren Essig- und Propionsäuregehalte zurückzuführen. Ein ähnliches Bild ergab sich bei den Grassilagen mit 62 % TS, doch waren die Punktezahlen insgesamt tiefer als bei den Silagen mit 46 % TS. Ein Grund für die tieferen Punktzahlen ist, dass Silagen, die weniger als 20 g Essig- und Propionsäure pro kg TS aufweisen, einen Punkteabzug erhalten.

Für die Maissilagen sind die Gärparameter, Restzucker-gehalte und DLG-Punkte, getrennt für die beiden Erntetermine, aus den Tabellen 6 und 7 ersichtlich. Alle Silagen waren frei von Buttersäure und hatten relativ tiefe pH-Werte sowie einen geringen Ammoniakstickstoffanteil am Gesamtstickstoff. Unterschiede ergaben sich bei den Restzuckergehalten. So wiesen bei beiden Ernteterminen die Maissilagen ohne Zusatz im Vergleich mit den be-

Tab. 6. Gärparameter, Restzucker und DLG-Punkte der Maissilagen vom 1. Erntetermin (Werte bezogen auf den mit den Gärsäuren, Ammoniak und Ethanol korrigierten TS-Gehalt)

Behandlung	TS %	pH- Wert	Zucker g/kg TS	Milch- säure g/kg TS	Essig- säure g/kg TS	Propion- säure g/kg TS	Butter- säure g/kg TS	Ethanol g/kg TS	fl. Säuren Gesamt-S. %	NH ₃ -N N tot. %	Gärgas- verlust %	DLG- Punkte
Ohne Zusatz	29,5	3,8	18	70	15	0	0	8	18	4	2,0	93
Luprosil	29,6	3,7	76	69	6	14	0	2	22	0	0,9	97
Conservit liquid	30,2	3,7	94	55	4	10	0	3	21	0	0,8	92
Lupro-Grain	29,6	3,7	55	54	7	11	0	2	25	7	1,0	96

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

Tab. 7. Gärparameter, Restzucker und DLG-Punkte der Maissilagen vom 2. Erntetermin (Werte bezogen auf den mit den Gärsäuren, Ammoniak und Ethanol korrigierten TS-Gehalt)

Behandlung	TS %	pH- Wert	Zucker g/kg TS	Milch- säure g/kg TS	Essig- säure g/kg TS	Propion- säure g/kg TS	Butter- säure g/kg TS	Ethanol g/kg TS	fl. Säuren Gesamt-S. %	NH ₃ -N N tot. %	Gärgas- verlust %	DLG- Punkte
Ohne Zusatz	38,0	3,8	8	39	13	0	0	7	26	4	1,9	91
Luprosil	39,2	3,8	36	49	6	11	0	2	26	3	0,9	95
Conservit liquid	38,4	3,9	53	45	4	9	0	2	22	3	0,7	90
Lupro-Grain	39,0	3,8	26	51	6	8	0	3	22	7	1,0	91

handelten Silagen tiefere Restzuckergehalte auf. Die Gärgasverluste waren bei allen Silagen relativ tief, wobei die Behandlung ohne Zusatz jeweils die höchsten Verluste aufwies. Beurteilt nach dem DLG-Bewertungsschlüssel (Weissbach und Honig 1997) erreichten die Silagen Punktezahlen zwischen 90 und 97, was einer sehr guten Qualität entspricht.

Die analysierten Propionsäuregehalte in den Silagen waren stets tiefer als die applizierte Menge an Propionsäure bei den verschiedenen Behandlungen. So betrug die Wiederfindungsrate bei den Grassilagen der Varianten mit Luprosil 59 % (46 % TS) beziehungsweise 12 % (62 %) und bei den Varianten mit Lupro-Grain 46 % und 13 %. Bei den Maissilagen war die Wiederfindungsrate höher als bei den Grassilagen; sie betrug zwischen 65 und 80 %. Ein Grund dafür dürfte der tiefere TS-

Gehalt der Maissilagen gewesen sein, denn es scheint, dass zwischen dem TS-Gehalt im Ausgangsmaterial und der Wiederfindungsrate ein Zusammenhang besteht. Tiefe Wiederfindungsraten hat auch Meisser (2001) bei der Konservierung von Feuchtheu gefunden. Nach Theune (1977) hat neben dem Bindungsvermögen der Pflanzen auch die Temperatur, die relative Luftfeuchtigkeit sowie die Luftbewegung einen Einfluss auf die Applikationsverluste.

Gute Wirkung der Siliermittel gegen die Nachgärungen

Bei den Grassilagen fand eine starke Erwärmung bei der Negativkontrolle ohne Zusatz sowohl mit 46 % TS als auch mit 62 % TS statt (Tab. 8 und 9). Die Silagen mit Luprosil (Positivkontrolle) sowie mit den beiden neuen Siliermitteln Kofa Grain pH5 und Lupro-Grain erwärmten

sich nicht und die Qualität war nach der 10-tägigen Erhebungsdauer noch einwandfrei. Dies zeigen auch pH-Wert-Bestimmungen, die am Tag 10 nach der Entnahme gemacht wurden. Diese waren in ähnlichem Bereich wie die pH-Werte am Tag 0.

Die unbehandelte Maissilage mit 30 % TS erwärmte sich sehr schnell und stark (Tab. 10). Bei der Positivkontrolle mit Luprosil gab es grosse Unterschiede zwischen den beiden untersuchten Silos. Bereits in früheren Untersuchungen, jedoch mit einer geringeren Dosierung, konnten die gleichen Feststellungen gemacht werden (Wyss 1996). Bei den beiden Produkten Conservit liquid und Lupro-Grain wurde die Temperaturdifferenz von 1 °C im Vergleich zur Raumtemperatur nach 82 beziehungsweise 86 Stunden übertroffen. Zu diesem Zeitpunkt konnte jedoch noch kein starker Temperaturan-

Tab. 8. Aerobe Stabilität der Grassilagen mit 46 % TS

Behandlung	Aerobe Stabilität, Anzahl Stunden			Max. Temperaturdifferenz °C	
	Probe 1	Probe 2	Mittelwert	Probe 1	Probe 2
Ohne Zusatz	188	178	183	9,7	10,5
Luprosil	240	240	240	0,4	0,4
Kofa Grain pH5	240	240	240	-0,4	-0,6
Lupro-Grain	240	240	240	-0,5	-0,3

Erhebungsdauer: 10 Tage

Tab. 9. Aerobe Stabilität der Grassilagen mit 62 % TS

Behandlung	Aerobe Stabilität, Anzahl Stunden			Max. Temperaturdifferenz °C	
	Probe 1	Probe 2	Mittelwert	Probe 1	Probe 2
Ohne Zusatz	123	125	124	3,9	4,5
Luprosil	240	240	240	-0,3	-0,3
Kofa Grain pH5	240	240	240	-0,3	-0,2
Lupro-Grain	240	240	240	-0,1	-0,3

Erhebungsdauer: 10 Tage

Tab. 10. Aerobe Stabilität der Maissilagen beim 1. Erntetermin

Behandlung	Aerobe Stabilität, Anzahl Stunden			Max. Temperaturdifferenz °C	
	Probe 1	Probe 2	Mittelwert	Probe 1	Probe 2
Ohne Zusatz	31	32	31	11,1	11,5
Luprosil	104	74	89	1,8	13,5
Conservit liquid	82	82	82	6,6	4,6
Lupro-Grain	85	88	86	5,6	6,5

Erhebungsdauer: 10 Tage

Tab. 11. Aerobe Stabilität der Maissilagen beim 2. Erntetermin

Behandlung	Aerobe Stabilität, Anzahl Stunden			Max. Temperaturdifferenz °C	
	Probe 1	Probe 2	Mittelwert	Probe 1	Probe 2
Ohne Zusatz	227	151	189	1,2	2,6
Luprosil	240	82	161	0,9	2,2
Conservit liquid	102	149	125	2,9	1,8
Lupro-Grain	152	99	126	1,1	1,8

Erhebungsdauer: 10 Tage

stieg festgestellt werden. Dieser setzte erst nach etwa 150 Stunden nach der Entnahme ein.

Bei den Maissilagen mit 39 % TS waren die Temperaturanstiege bei allen Varianten relativ gering und es gab gewisse Unterschiede

zwischen den beiden Silos der gleichen Behandlung (Tab. 11). Nach der 10-tägigen Erhebungsdauer konnten wir jedoch nur bei der Variante ohne Zusatz bei der Probe aus einem Silo einen leichten und bei der Probe aus dem anderen Silo einen starken

Schimmelbefall feststellen. Die Qualität der Silagen, die mit einem Siliermittel behandelt wurden, war hingegen einwandfrei. Es stellt sich die Frage, ob die Temperaturdifferenz von 1 °C als Kriterium zur Bestimmung der aeroben Stabilität richtig ist,

sofern kein starker Temperaturanstieg erfolgt. Bei der DLG-Prüfung wird eine Temperaturdifferenz von 3 °C als Grenzwert verwendet (Pahlow und Weissbach 1999). In unseren Versuchen erwärmten sich die Maissilagen vom zweiten Erntetermin nie mehr als um 3 °C; trotzdem entwickelten sich in den Silagen ohne Zusatz bereits Schimmelpilze und der pH-Wert stieg in einem Fall auf 4,4 an. Bei den behandelten Silagen variierten die pH-Werte am Tag 10 zwischen 3,9 und 4,2.

Folgerungen

Der Einsatz der beiden Siliermittel Kofa Grain pH5 und Lupro-Grain zeigte bei mittel bis stark

angewelkten Grassilagen eine gute Wirksamkeit zur Vorbeugung der Nachgärungen.

Bei den Maissilagen vermochten die beiden Siliermittel Conservit liquid und Lupro-Grain die aerobe Stabilität beim Futter mit 30 % TS zu verbessern. Beim Silomais mit 39 % TS konnte bei allen Silagen nur eine geringe Erwärmung festgestellt werden. Hingegen wies die Silage ohne Zusatz einen Schimmelbefall auf.

Literatur

■ Meisser M., 2001. Konservierung von Feuchtheu. *Agrarforschung* 8 (2), 87-92.

■ Pahlow G. and Weissbach F., 1999. New aspects of evaluation and application of silage additives. *Landbauforschung Völkenro de*, Sonderheft 206, 141-158.

■ Theune H.H., 1977. Konservierungsmittel bei der Heubereitung. *Das wirtschaftseigene Futter* 23, 88-101.

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

RÉSUMÉ

Agents conservateurs d'ensilage et stabilité aérobie - résultats des tests 2000

Trois produits d'ensilage chimiques (Conservit liquide, Kofa Grain pH5 et Lupro-Grain) ont été testés quant à leur capacité à améliorer la stabilité aérobie de l'herbe et du maïs au désilage. En plus d'un témoin «sans conservateur», l'essai comprenait aussi une variante traitée à l'acide propionique (Luprosil).

Les tests avec des ensilages d'herbe ont été réalisés avec du matériel préfané à deux niveaux de teneur en MS: 46 et 62%. Le maïs ensilage a quant à lui été récolté à 30 et 39% de MS. Le fourrage 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 a été deux mois.

En ce qui concerne les ensilages d'herbe, la fermentation était de faible intensité chez toutes les variantes avec le degré de préfanage élevé. Les ensilages sans conservateur se sont échauffés aux deux niveaux de teneur en MS. Les deux agents conservateurs Kofa Grain pH5 et Lupro-Grain ont en revanche montré une bonne efficacité pour prévenir les post-fermentations dans les ensilages d'herbe.

Les ensilages de maïs ont montré une très bonne qualité fermentaire. Les deux produits Conservit liquide et Lupro-Grain ont permis d'améliorer la stabilité aérobie du maïs à 30% de MS. Le maïs à 39% de MS n'a montré qu'un faible échauffement dans toutes les variantes. Contrairement aux ensilages traités, les ensilages sans additif ont cependant présenté des traces de moisissures.

SUMMARY

Silage additives and aerobic stability - test results 2000

The efficacy of the three silage additives Conservit liquid, Kofa Grain pH5 and Lupro-Grain on aerobic stability during unloading and feed out was investigated in grass and also maize silage in comparison to a treatment without additives and a treatment with propionic acid (Luprosil). All three silage additives are chemical products.

The trials with grass were carried out at two different pre-wilting degrees (46 and 62 % DM). The maize was harvested at two different dry matter levels (30 and 39 % dry matter). The forage was ensiled in 1.5 litre laboratory scale silos. The storage period was two months. 7 days before the silos were opened the silage underwent an air stress for 24 hours during the storage period.

For all treatments the fermentation was less intense in the grass silage with the higher pre-wilting degree. The silages without additives were more susceptible to aerobic instability than the treated silages. The two additives Kofa Grain pH5 and Lupro-Grain showed a good efficacy for the aerobic stability.

The maize silages had a good fermentation quality. In the maize silage with 30 % DM the additives Conservit liquid and Lupro-Grain improved the aerobic stability. Only a small increase of the temperature in the maize silages with 39 % DM was observed in all treatments. But in contrast to the treated silages moulds were only found in the silage without additives.

Key words: aerobic stability, fermentation quality, air stress, pre-wilted grass silage, maize silage