



Verbesserung der aeroben Stabilität mit Siliermitteln

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

Der Einsatz eines Siliermittels auf der Basis von Milch- und Propionsäurebakterien, sowohl als Granulat als auch flüssig appliziert eingesetzt, verbesserte die aerobe Stabilität von Maissilagen nicht. Die Silagen erwärmten sich jeweils mehr als einen Tag schneller im Vergleich zu den Varianten ohne Zusatz. Bei verschiedenen Luftstressbedingungen während der Lagerung vermochten auch chemische Produkte die aerobe Stabilität nicht in jedem Fall zu verbessern.

Ein Hauptproblem bei der Silagebereitung ist die starke Anfälligkeit der Silagen für Nachgärungen während der Entnahme. Dabei sind besonders die guten Silagen betroffen, die viel Restzucker und Milchsäure enthalten. Um das Nachgärungsrisiko möglichst tief zu halten, muss die Entwicklung der Hefen und Schimmelpilze schon beim Einfüllen des Silos und während der Lagerung verhindert werden. Dies geschieht durch ein schnelles Einfüllen, eine gute Verdichtung und luftdichte Abdeckung. Zusätzlich kann das Nachgärungsrisiko durch den Einsatz von wirksamen Siliermitteln reduziert werden. Im vorliegenden Versuch wurde die Wirksamkeit von verschiedenen Siliermitteln bei unterschiedlichen Luftstressvarianten geprüft.

Versuchsablauf

Für die Versuche wurde Silomais der Sorte Banguy am 23. September 1997 (1. Erntetermin) mit einem durchschnittlichen Trockensubstanz(TS)-Gehalt von 31 % und am 7. Oktober (2. Erntetermin) mit knapp 39 % einsiliert. Die Maispflanzen wurden auf dem Feld von Hand geschnitten, anschliessend mit einem Probenhäcksler zerkleinert (theoretische Schnittlänge 6 mm) und in Laborsilos zu 1,5 Liter Inhalt (3 Silos pro Behandlung) einsiliert. Das Siliergut wies bei beiden Ernteterminen praktisch die gleichen Rohasche-, Rohprotein- und Zuckergehalte auf (Tab. 1). Nur beim Rohfasergehalt stiegen die Werte vom ersten zum zweiten Erntetermin leicht an. Aufgrund des relativ hohen Zuckergehaltes konnte der Silomais bei beiden Ernteterminen als leicht silierbar eingestuft werden. Die Silierdauer betrug rund zwei Monate.

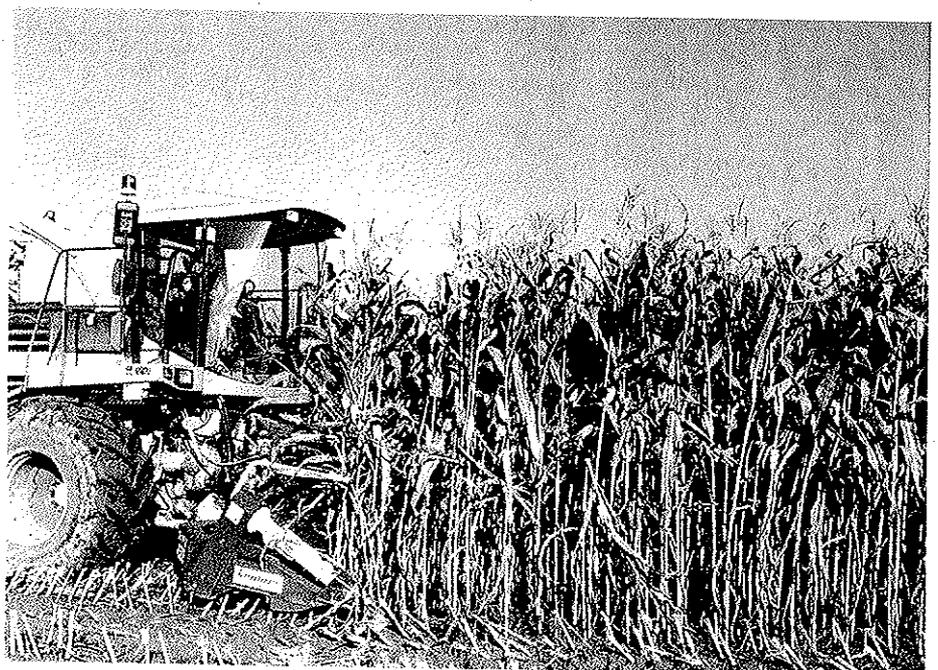
Von den insgesamt drei Silos pro Behandlung wurde jeweils das Silo mit den höchsten Gärgasverlusten nicht berücksichtigt. Die Gärsäuren und die aerobe Stabilität wurde von den zwei restlichen Silos getrennt untersucht. Die Rohnährstoffgehalte haben wir in einer Mischprobe aus den beiden Silos analysiert.

Die aerobe Stabilität haben wir anhand von Temperaturmessungen ermittelt. Alle 30 Minuten 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 durchschnittlich 19,8°C (Min. 19,0; Max. 20,8°C).

Tab. 1. Gehaltswerte des Ausgangsmaterials

		1. Erntetermin	2. Erntetermin
TS-Gehalt	%	31,0	38,8
Rohasche	g pro kg TS	35	33
Rohprotein	g pro kg TS	64	63
Rohfaser	g pro kg TS	154	169
Zucker	g pro kg TS	104	103

Neben einer Variante «ohne Zusatz» haben wir die Produkte Luprosil und Mais-Kofasil, beide mit zwei unterschiedlichen Dosierungen, sowie das Siliermittel Lact-A-Pro getestet, das sowohl als Granulat als auch flüssig appliziert wurde. Die Produkte Luprosil und Mais-Kofasil, die beide seit einigen Jahren definitiv bewilligt sind, wurden mitberücksichtigt, um hier die Auswirkungen verschiedener Luftstressvarianten zu untersuchen. Die genauen Dosierungen der eingesetzten Siliermittel sind aus Tabelle 2 ersichtlich. Alle Varianten wurden drei Luftstressbedingungen ausgesetzt (siehe Kasten).



Die Verminderung des Nachgärungsrisikos beginnt schon bei einer guten Häckselarbeit bei der Ernte (Foto U. Wyss, RAP).

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

Behandlung	Dosierungen pro 100 kg Frischsubstanz	
	1. Erntetermin	2. Erntetermin
Ohne Zusatz	-	-
Luprosil 400	400 g (1600 g)	400 g (1600 g)
Luprosil 600	600 g (2400 g)	600 g (2400 g)
Mais-Kofasil 250	250 g	250 g
Mais-Kofasil 350	350 g	350 g
Lact-A-Pro Granulat	50 g	50 g
Lact-A-Pro wasserlöslich	0,2 g (100 g)	0,2 g (100 g)

Anmerkung: Angaben in Klammern = Wasserzugabe

Luftstressbedingungen:

- A: Öffnung nach 14, 28 und 42 Tagen für jeweils 24 Stunden (Loch oben und unten)
- B: Öffnung 7 Tage vor der Entnahme für 24 Stunden (Loch oben und unten)
- C: Öffnung 7 Tage vor der Entnahme bis zur Entnahme (nur Loch oben)

Luftstress beeinflusst Verlauf der Gärgasverluste

Aus den Abbildungen 1 und 2 sind die Gärgasverluste getrennt für die beiden Erntetermine für die Varianten ohne Zusatz ersichtlich. Dabei zeigte sich, dass sich der unterschiedliche Luftstress zwar auf den Verlauf der Gärgasverluste auswirkte, die Verluste nach zwei Monaten jedoch relativ ähnlich waren. Beim Luftstress A waren die Verluste bei beiden TS-Stufen um 0,1 % Punkte höher als bei B und C, wobei jeweils nach jedem Öffnen der Silos ein Anstieg beobachtet werden konnte. Bei den beiden übrigen Stressvarianten B und C, die erst nach 50 Tagen zum ersten Mal geöffnet wurden, waren die Verluste zu diesem Zeitpunkt höher. Dabei stiegen die Verluste bei der Stressvari-

ante B (Öffnung oben und unten während 24 Stunden) sprunghaft an. Hingegen nahmen die Verluste bei der Stressvariante C (Öffnung nur oben während 7 Tagen) kontinuierlich zu.

Bezüglich der einzelnen Siliermittel konnten im Zusammenhang mit den verschiedenen Luftstressvarianten die gleichen Feststellungen gemacht werden. Zusätzlich wurden besonders bei den Varianten mit Luprosil die Gärgasverluste generell vermindert.

Alle Silagen von guter Gärqualität

Die Silagen wiesen alle eine sehr gute Gärqualität auf. Beurteilt nach dem DLG-Bewertungsschlüssel erhielten fast alle Silagen das Punktemaximum von 100.

Die detaillierten Werte der verschiedenen Gärparameter und die Restzuckergehalte sind in den Tabellen 3 und 4, getrennt für die beiden Erntetermine, dargestellt. Obwohl viele Silagen der Luftstressvariante C bereits bei der Entnahme durch einen leichten Verderbgeruch auffielen, konnten wir bezüglich der Gärparameter innerhalb derselben Behandlung keine Unterschiede zu den beiden übrigen Stressvarianten feststellen. Der Einsatz von Luprosil wirkte sich auf die Gärungsintensität und entsprechend auf den Restzuckergehalt aus. So enthielten diese Silagen bei beiden Ernteterminen mehr als doppelt so viel Restzucker als die Varianten ohne Zusatz. Beim zweiten Erntetermin war dies in etwas geringerem Ausmass auch für die Varianten mit Mais-Kofasil der Fall. Unterschiede ergaben sich auch beim Propionsäuregehalt. So hatten die Silagen mit Luprosil die höchsten Propionsäuregehalte. Beim Produkt Lact-A-Pro konnten wir hingegen keine Propionsäure nachweisen. Die im Produkt enthaltenen Propionsäurebakterien waren demzufolge nicht aktiv. Dass die Propionsäurebakterien in Mais-silagen praktisch nicht wirksam sind, stellte auch Pahlow und Honig (1994) fest. Der Grund liegt darin, dass sich die Propionsäurebakterien nur bei pH-Werten über 4,8 entwickeln und dieser Wert in Mais-silagen in der Regel sehr schnell auf 4,0 absinkt.

Unterschiedliche aerobe Stabilität

Bezüglich der aeroben Stabilität konnten tendenzmässig einige Unterschiede festgestellt werden. So waren die Silagen aller

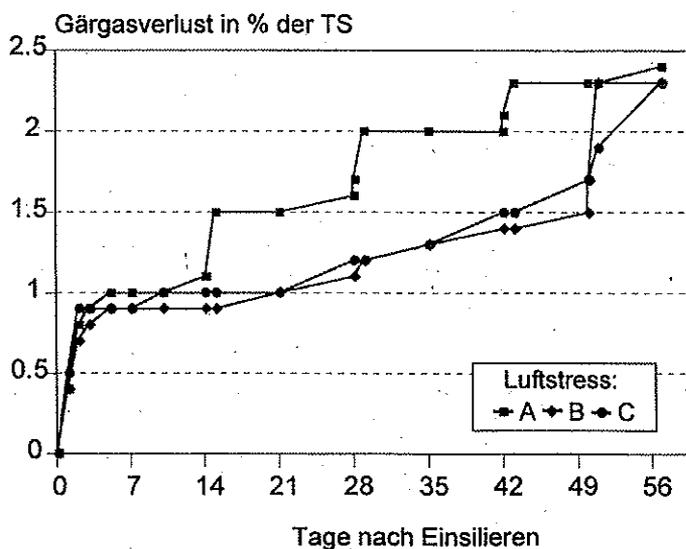


Abb. 1. Gärgasverluste bei Silomais mit 31 % TS (Variante ohne Zusatz).

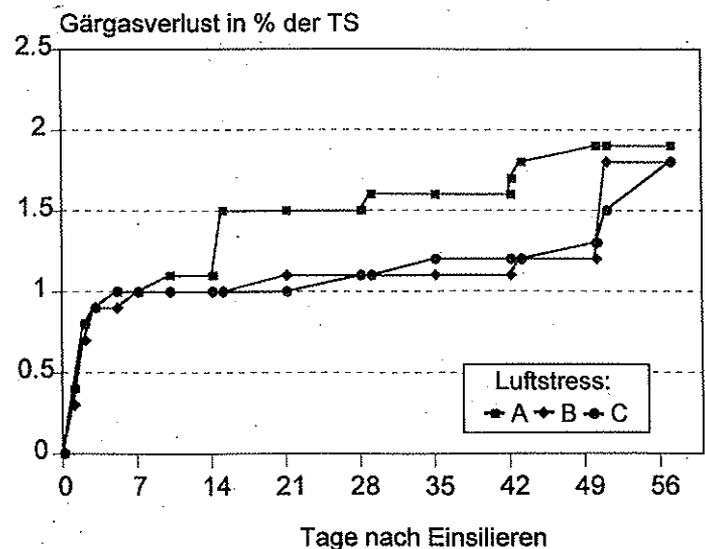


Abb. 2. Gärgasverluste bei Silomais mit 39 % TS (Variante ohne Zusatz).



Tab. 3. Gärparameter, Restzucker und Gärgasverluste der Silagen - 1. Erntetermin (Werte bezogen auf den mit den Gär säuren, Ammoniak und Ethanol korrigierten TS-Gehalt)

Siliermittel	Luftstress	TS %	pH- Wert	Zucker g/kg TS	Milch- säure g/kg TS	Essig- säure g/kg TS	Propion- säure g/kg TS	Ethanol g/kg TS	fl. Säuren Gesamt-S. %	NH ₃ -N N tot. %	Gärgas- verlust %	DLG- Punkte
Ohne Zusatz	A	31,8	4,0	15	12	17	2	8	63	4	2,4	100
Ohne Zusatz	B	31,2	4,0	18	22	19	3	6	49	4	2,3	100
Ohne Zusatz	C	31,7	4,0	18	12	17	2	6	62	4	2,3	100
Luprosil 400	A	30,9	4,0	38	18	14	11	2	57	3	1,4	100
Luprosil 400	B	30,9	4,0	38	19	13	11	3	55	3	1,4	100
Luprosil 400	C	31,3	4,0	39	6	12	10	2	78	3	1,3	100
Luprosil 600	A	30,4	4,0	51	28	13	18	1	55	2	1,1	99
Luprosil 600	B	31,4	3,9	47	15	11	17	2	65	3	1,1	100
Luprosil 600	C	31,9	3,9	54	16	10	15	2	60	1	1,0	100
Mais-Kofasil 250	A	31,8	4,0	20	32	17	2	6	38	4	2,2	100
Mais-Kofasil 250	B	31,4	4,0	23	32	16	2	5	36	4	2,0	100
Mais-Kofasil 250	C	32,2	4,0	21	37	17	2	5	34	4	2,1	100
Mais-Kofasil 350	A	31,5	4,1	20	22	17	2	8	47	4	2,4	100
Mais-Kofasil 350	B	31,6	4,1	29	26	17	2	6	43	4	2,0	100
Mais-Kofasil 350	C	32,9	4,1	28	23	16	2	5	43	4	2,0	100
Lact-A-Pro Granulat	A	32,0	4,1	20	23	15	0	9	39	5	2,2	100
Lact-A-Pro Granulat	B	31,5	4,1	24	27	13	0	6	33	5	1,8	100
Lact-A-Pro Granulat	C	31,7	4,1	24	28	13	0	7	31	5	1,9	100
Lact-A-Pro wasserl.	A	32,0	4,1	20	20	14	0	10	43	4	2,0	100
Lact-A-Pro wasserl.	B	31,2	4,1	27	21	14	0	7	40	5	1,7	100
Lact-A-Pro wasserl.	C	31,5	4,1	19	27	13	0	7	33	5	1,8	100

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

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

Siliermittel	Luftstress	TS %	pH- Wert	Zucker g/kg TS	Milch- säure g/kg TS	Essig- säure g/kg TS	Propion- säure g/kg TS	Ethanol g/kg TS	fl. Säuren Gesamt-S. %	NH ₃ -N N tot. %	Gärgas- verlust %	DLG- Punkte
Ohne Zusatz	A	37,4	4,1	17	28	18	0	5	39	3	1,9	100
Ohne Zusatz	B	37,9	4,1	18	25	17	0	5	41	3	1,8	100
Ohne Zusatz	C	37,1	4,1	18	16	18	0	5	53	3	1,8	100
Luprosil 400	A	37,6	4,0	43	20	13	10	2	55	2	1,1	100
Luprosil 400	B	35,6	4,0	39	37	17	11	2	43	2	1,3	100
Luprosil 400	C	37,1	4,0	39	22	14	9	2	53	2	1,3	100
Luprosil 600	A	36,9	4,0	58	16	8	11	1	54	1	0,8	100
Luprosil 600	B	37,3	4,0	58	18	8	11	1	52	2	0,7	100
Luprosil 600	C	38,0	4,0	67	21	8	12	1	50	0	0,8	100
Mais-Kofasil 250	A	38,0	4,2	30	24	14	0	5	37	3	1,7	100
Mais-Kofasil 250	B	37,4	4,1	30	22	12	0	4	35	3	1,5	100
Mais-Kofasil 250	C	38,4	4,1	32	21	12	0	4	35	3	1,7	100
Mais-Kofasil 350	A	37,9	4,2	37	20	11	0	5	36	3	1,7	100
Mais-Kofasil 350	B	37,2	4,2	38	21	12	0	4	36	3	1,5	100
Mais-Kofasil 350	C	38,0	4,2	40	18	11	0	4	38	3	1,6	100
Lact-A-Pro Granulat	A	38,1	4,1	21	22	11	0	7	34	4	1,9	100
Lact-A-Pro Granulat	B	37,9	4,1	23	25	11	0	6	31	4	1,7	100
Lact-A-Pro Granulat	C	38,0	4,1	24	21	9	0	6	31	4	1,8	100
Lact-A-Pro wasserl.	A	36,7	4,2	20	24	13	0	9	35	4	1,9	100
Lact-A-Pro wasserl.	B	37,4	4,1	24	20	12	0	6	38	4	1,6	100
Lact-A-Pro wasserl.	C	38,0	4,1	23	24	12	0	7	33	4	1,8	100

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

Behandlungen, einsiliert mit 31 % TS, beim Luftstress A in der Regel etwas stabiler als bei den Luftstressvarianten B und C (Abb. 3). Was die Ursachen für diese Feststellung sind, ist jedoch nicht genau bekannt. Der Luprosileinsatz brachte bei den verschiedenen Luftstressvarianten nicht den gewünschten Erfolg. So er-

wärmten sich die Silagen bei der tieferen Luprosildosierung sogar etwas schneller im Vergleich zur Variante ohne Zusatz. Auch die höhere Luprosildosierung vermochte nicht bei allen Stressvarianten die Stabilität zu verbessern. Dabei dürfte der relativ hohe Restzucker Gehalt die Entwicklung der Hefepilze unter Lufteinfluss

begünstigt haben. Zudem stellt sich die Frage, inwieweit sich die Propionsäure während dem Luftstress verflüchtigt hat. Frühere Untersuchungen zeigen, dass der Luprosileinsatz die aerobe Stabilität unter anaeroben Bedingungen verbessern konnte (Wyss 1996 und 1997). Auch Driehuis und van Wikselaar (1994) konnten mit

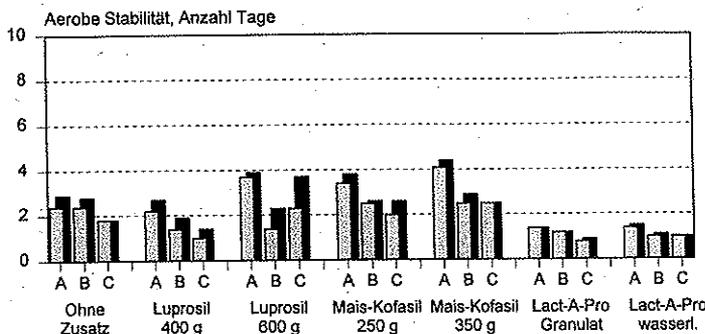


Abb. 3. Einfluss der verschiedenen Luftstressvarianten und des Zusatzes von Siliermitteln auf die aerobe Stabilität bei Silomais mit 31 % TS (2 Wiederholungen pro Behandlung).

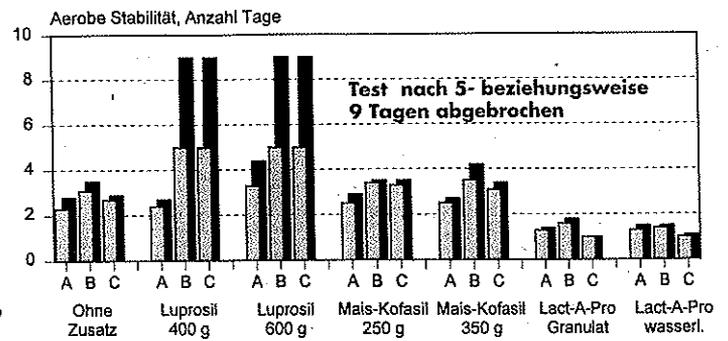


Abb. 4. Einfluss der verschiedenen Luftstressvarianten und des Zusatzes von Siliermitteln auf die aerobe Stabilität bei Silomais mit 39 % TS (2 Wiederholungen pro Behandlung).

Propionsäure die aerobe Stabilität verbessern und den Hefebesatz vermindern. Beim Einsatz von Mais-Kofasil war die Stabilität der Silagen jeweils etwas besser im Vergleich zur Variante ohne Zusatz. Die Verbesserungen betragen jedoch maximal 1,7 Tage. Das zu prüfende Siliermittel Lact-A-Pro konnte bei beiden Applikationsformen die aerobe Stabilität der Silagen nicht verbessern. Diese Silagen erwärmten sich jeweils mehr als einen Tag schneller als die Variante ohne Zusatz. Bei den Silagen mit 39 % TS waren die Varianten mit Luftstress A nicht mehr die stabilsten (Abb. 4). Bei diesem Material dürfte die Luft während dem Luftstress stärker in das Siliergut eingedrungen sein und dadurch die Entwicklung der Hefepilze begünstigt haben. Der Luprosilzusatz konnte unter den Stressbedingungen B und C die Nachgärungen ganz verhindern. Während der 5- beziehungsweise 9-tägigen Messdauer konnten bei diesen Varianten keine Erwärmungen festgestellt werden. Hingegen war der Erfolg beim Luftstress A nur sehr gering. Auch der Einsatz von Mais-Kofasil konnte unter diesen Bedingungen die Stabilität nur geringfügig verbessern. Beim Einsatz von Lact-A-Pro erwärmten sich die Silagen wiederum schneller im Vergleich zu den Varianten ohne Zusatz.

Folgerungen

Die Versuche haben gezeigt, dass das Problem Nachgärungen sehr komplex ist. Je nach TS-Gehalt, Luftstressbedingungen und Dosiermenge hat sich der Einsatz von Luprosil unterschiedlich auf die aerobe Stabilität ausgewirkt. So können Silagen behandelt mit Luprosil sogar anfälliger für Nachgärungen sein. Dies bedeutet, dass eine gute Verdichtung und eine luftdichte Abdeckung auch bei einem Luprosileinsatz sehr wichtig ist. Andernfalls müssten

die Dosiermengen stark erhöht werden. Durch den Einsatz von Mais-Kofasil war die Stabilität in den meisten Fällen besser als ohne Zusatz. Diese Verbesserungen waren jedoch nur gering. Die Silagen behandelt mit dem Siliermittel Lact-A-Pro waren stets anfälliger für Nachgärungen.

LITERATUR

- Driehuis F. and van Wikselaar P.G., 1994. Effect of formic and propionic acid on the microbial flora and aerobic stability of maize silage. Workshop Proceedings of the 15th General Meeting of the European Grassland Federation Wageningen, 140-142.
- Pahlow G. and Honig H., 1994. The role of microbial additives in the aerobic stability of silage. Workshop Proceedings of the 15th General Meeting of the European Grassland Federation Wageningen, 149-151.
- Wyss U., 1996. Wirksamkeit von Siliermitteln bei Maissilagen. *Agrarforschung* 3 (7), 317-320.
- Wyss U., 1997. Siliermittel zur Verbesserung der aeroben Stabilität. *Agrarforschung* 4 (7), 273-276.

RÉSUMÉ

Amélioration de la stabilité aérobie des ensilages à l'aide des agents conservateurs

Divers agents conservateurs d'ensilage ont été testés quant à leur capacité à améliorer la stabilité aérobie au désilage. Les tests ont été réalisés avec du maïs plante entière, récolté à 31 et 39 % de MS. Le maïs a été ensilé en silos de laboratoire de 1,5 l et soumis à des pénétrations d'air ponctuelles durant la période de stockage. L'utilisation de l'agent conservateur Lac-A-Pro (à base de bactéries lactiques et propioniques), appliqué aussi bien sous forme liquide que de granules, n'a pas permis d'améliorer la stabilité aérobie de l'ensilage de maïs. Comparativement aux témoins sans additif, les ensilages avec ce conservateur se sont chaque fois échauffés au moins un jour plus rapidement.

Quant aux produits chimiques, ils n'ont pas toujours permis d'améliorer la stabilité aérobie des ensilages soumis à des conditions de stress pendant la conservation.

SUMMARY

Silage additives to improve the aerobic stability

The efficacy of different silage additives on aerobic stability was investigated in maize silage. The maize was harvested at two different dry matter levels (31 and 39 % dry matter) and ensiled in 1.5 liter laboratory scale silos. During the storage period different air stress conditions were made. The silage additives Lact-A-Pro containing lactic and propionic acid bacteria, either applied as granulate or in the liquid form, did not improve the aerobic stability of the silages. The silages became warmer more than one day earlier than the untreated silages. Under different air stress conditions the chemical products cannot always improve the aerobic stability.

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