Agents conservateurs d'ensilage et stabilité aérobie: résultats des tests 2009

Ueli Wyss, station de recherche Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, 1725 Posieux
Renseignements: Ueli Wyss, e-mail: ueli.wyss@alp.admin.ch, tél. +41 26 407 72 14

Le maïs est réputé facile à ensiler. Les problèmes apparaissent surtout au moment du prélèvement en raison des post-fermentations.

Introduction

Le maïs est réputé facile à ensiler. Si des problèmes apparaissent, c'est surtout au moment du prélèvement de l'ensilage en raison de sa sensibilité élevée aux post-fermentations. Un tassement insuffisant et surtout un prélèvement de quantités trop faibles lors de l'affouragement en sont les causes principales. L'utilisation ciblée d'agents conservateurs permet d'améliorer la stabilité aérobie des ensilages. L'efficacité des produits Fireguard et Sil-EM censés prévenir les post-fermentations a été testée dans des essais en automne 2009 avec du maïs d'ensilage.

Matériel et méthodes

Du maïs d'ensilage de la variété Amadeo a été ensilé le 8 (1re récolte) et le 25 septembre 2009 (2e récolte) avec une teneur moyenne en matière sèche (MS) de respectivement 31,9 et 40,3 %. Les plantes de maïs ont été coupées à la main au champ et passées au hachoir (longueur de coupe théorique: 5 mm). Cinq silos de laboratoire de 1,5 l ont été remplis par récolte et par variante.

Les teneurs des plantes de maïs au moment de l'ensilage figurent dans le tableau 1. Les coefficients de fermentation, calculés à l'aide de la teneur en MS et du rapport sucre/capacité tampon, ont donné des valeurs

allant de 55 à 69. Au-dessus de 45, le fourrage est considéré comme facile à ensiler (Kaiser et Weiss 2007).

Une variante sans additif a servi de contrôle négatif et une variante traitée avec du Luprosil de contrôle positif. Le produit Fireguard a déjà fait l'objet de tests en 2005 et en 2008 (Wyss 2006; Wyss 2009). Les dosages exacts des agents conservateurs d'ensilage utilisés figurent dans le tableau 2. En plus, deux dosages de 30 et 60 g de Fireguard par 100 kg de fourrage ont été testés. Le Fireguard est un produit combiné qui contient, en plus du sorbate de potassium et du benzoate de sodium, des bactéries lactiques homofermentaires. Le produit Sil-EM quant à lui se compose de microorganismes effectifs. Selon l'étiquette du Fireguard, le nombre de bactéries lactiques s'élève à $2,5 \times 10^8$ unités formant colonies (UFC) par g d'agent conservateur. Il ressort du dénombrement des germes dans les ensilages des deux récoltes les valeurs suivantes: $3,9 \times 10^6$ et $5,5 \times 10^5$ ufc/g. Quant au Sil-EM, son étiquette précise que ce produit contient $1,4 \times 10^8$ ufc/g; le contrôle effectué a révélé des valeurs de $1,9 \times 10^8$ et de $2,0 \times 10^8$ ufc/g.

Pour déterminer la vitesse d'acidification, un silo par variante a été ouvert après trois jours et le pH mesuré. Les autres silos ont été ouverts après huit semaines. Une ›

Résumé

La station de recherche Liebefeld-Posieux ALP a testé deux agents conservateurs d'ensilage, conçus pour améliorer la stabilité aérobie des ensilages de maïs: le Fireguard et le Sil-EM. En outre, un contrôle négatif sans additif et un contrôle positif avec du Luprosil ont été pris en compte dans le test. Les essais ont été effectués avec du maïs d'ensilage de la variété Amadeo, avec des teneurs en matière sèche (MS) de 32 et 40 %. Le maïs a été ensilé dans des silos de laboratoire d'une contenance de 1,5 litre. La durée d'ensilage a été de 56 jours.

A l'exception de ceux traités avec le Sil-EM, tous les ensilages ont présenté une très bonne qualité de fermentation et donc un nombre de points DLG élevé. L'utilisation de l'agent conservateur d'ensilages Sil-EM a certes entraîné des teneurs en acide acétique et des pertes plus élevées, mais aussi une amélioration de la stabilité aérobie. Dans le cas de l'agent conservateur Fireguard, le dosage s'est révélé déterminant pour l'amélioration de la stabilité aérobie. Les deux produits Fireguard et Sil-EM ont dès lors été définitivement autorisés.

Tableau 1 | Teneurs en matière sèche et en nutriments du maïs à la mise en silo

		1er récolte	2e récolte
Teneur MS	%	31,9	40,3
Cendres	g/kg MS	44	32
Matière azotée	g/kg MS	74	74
Cellulose brute	g/kg MS	195	158
ADF	g/kg MS	216	190
NDF	g/kg MS	421	338
Sucres	g/kg MS	86	84
Nitrates	g/kg MS	0,7	0,1
Pouvoir tampon	g/kg MS	28	23
Coefficient de fermentation		55	69
NEL	MJ/kg MS	6,3	6,6
PAIE	g/kg MS	68	71
PAIN	g/kg MS	47	47

MS: matière sèche.
ADF: lignocellulose.
NDF: parois.
NEL: énergie nette pour la production laitière.
PAIE: protéines absorbables dans l'intestin, synthétisées à partir de l'énergie disponible.
PAIN: protéines absorbables dans l'intestin, synthétisées à partir de la matière azotée dégradée.

Tableau 2 | Agents conservateurs d'ensilage testés et dosages utilisés (dosage par 100 kg de maïs frais)

	1er récolte	2e récolte
Sans conservateur (contrôle négatif)	–	–
Luprosil (contrôle positif)	500 g	600 g
Fireguard	15 g (200 g)	15 g (200 g)
Sil-EM	250 g (250 g)	250 g (250 g)

Indications entre parenthèses = quantité d'eau

semaine avant l'ouverture des silos, les ensilages ont été soumis à un stress aérobie pendant 24 heures en ouvrant les orifices (en haut et en bas dans le verre). Le contenu de trois silos par variante a été utilisé pour les analyses. La stabilité aérobie a été déterminée en relevant et en enregistrant la température toutes les 30 minutes pendant au moins huit jours. Les ensilages ont été considérés comme stables du point de vue aérobie tant que leur température ne dépassait pas la température ambiante de plus de 1 °C.

Résultats et discussion

Teneurs des ensilages

Le tableau 3 présente les teneurs en nutriments des ensilages en fonction de la date de récolte et de la variante. Les différences les plus importantes ont été enregistrées dans la teneur en sucre qui, selon la variante, a été plus ou moins fortement dégradée. D'autres différences ont été observées au niveau des constituants pariétaux, ce qui est aussi dû à la dégradation différente des sucres. Les constituants pariétaux ont eu des répercussions sur les teneurs en NEL. Dans ce cas, le contrôle positif a enregistré les valeurs les plus élevées pour les deux dates de récolte.

Paramètres de fermentation des ensilages

Le tableau 4 présente les divers paramètres de fermentation. Dans les ensilages des deux récoltes et dans toutes les variantes, le pH n'a pas beaucoup baissé au cours des trois jours. Par contre, après la durée d'ensilage de deux mois, la plupart des ensilages ont enregistré des valeurs basses, à l'exception des ensilages traités avec le produit Sil-EM. La faible formation d'acide lac-

Tableau 3 | Teneurs en nutriments des ensilages de maïs

Traitement	Récolte	Cendres	Matière azotée	Cellulose brute	ADF	NDF	Sucre	NEL	PAIE	PAIN
		(g/kg MS)	(g/kg MS)	(g/kg MS)	(g/kg MS)	(g/kg MS)	(g/kg MS)	(MJ/kg MS)	(g/kg MS)	(g/kg MS)
Sans conservateur	1	47	75	198	225	370	51	6,2	63	47
Luprosil	1	41	74	169	196	327	57	6,5	65	46
Fireguard	1	43	77	178	211	359	15	6,4	65	48
Sil-EM	1	45	78	178	210	360	7	6,4	65	48
Sans conservateur	2	35	77	180	201	390	14	6,5	67	48
Luprosil	2	31	74	158	180	347	48	6,6	68	46
Fireguard	2	33	75	163	191	336	25	6,6	67	47
Sil-EM	2	37	75	190	222	386	6	6,4	65	47

Tableau 4 | Paramètres fermentaires et points DLG des ensilages de maïs.

Traitement	Récolte	MS	pH jour 3	pH	Acide lactique	Acide acétique	Acide propionique	Acide butyrique	Ethanol	AGV/. A tot.	N-NH_3 /N tot.	Pertes gazeuses	Points DLG
		(%)			(g/kg MS)	(g/kg MS)	(g/kg MS)	(g/kg MS)	(g/kg MS)	(%)	(%)	(%)	
Sans conservateur	1	30,6	4,7	4,2	48	7	0	0	7	14	5,0	1,5	100
Luprosil	1	32,1	4,8	3,9	49	5	17	0	2	31	2,6	0,8	100
Fireguard	1	31,5	4,7	4,0	51	24	0	1	7	32	4,3	2,4	100
Sil-EM	1	30,4	4,5	4,4	10	52	9	1	11	87	5,8	4,3	63
Sans conservateur	2	38,4	4,7	4	56	8	0	1	15	14	4,5	2,7	100
Luprosil	2	39,8	4,8	3,9	49	6	15	0	1	29	2,7	0,7	100
Fireguard	2	37,6	4,6	3,9	60	8	0	0	8	12	4,4	1,8	100
Sil-EM	2	36,3	4,6	4,5	7	41	2	0	33	86	6,5	5,5	81

AGV/A. tot.: proportion d'acides gras volatils par rapport au total des acides.
N-NH_3/N tot.: proportion d'azote ammoniacal par rapport à l'azote total.

tique et la forte formation d'acide acétique sont à l'origine de cette baisse. En outre, on a constaté que ce produit entraînait une formation importante d'acide acétique dans les ensilages les plus humides. Des teneurs élevées en acide acétique ayant des effets négatifs sur la consommation de fourrage, cet agent conservateur ne doit pas être utilisé pour les fourrages avec des teneurs en MS inférieures à 30 %.

Dans tous les ensilages, aucune trace d'acide butyrique n'a été détectée ou seulement en très faible concentration. La variante traitée avec le Luprosil en particulier présentait de l'acide propionique. Les deux ensilages traités avec le Sil-EM ont présenté les teneurs en éthanol les plus élevées.

La proportion d'azote ammoniacal dans l'azote total était inférieure à 10 % dans tous les ensilages. C'est le contrôle positif qui a enregistré les valeurs les plus basses. Les pertes de gaz fermentaire étaient relativement faibles dans la plupart des variantes, à l'exception des ensilages traités avec le produit Sil-EM. Cette forte production d'acide acétique a entraîné un doublement des pertes. Selon la clé d'évaluation DLG (*Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft* ; DLG 2006), les ensilages sans additif, ceux traités avec du Luprosil ainsi que ceux traités avec l'agent conservateur Fireguard ont atteint le nombre de points maximal pour les deux récoltes. Les ensilages traités avec le Sil-EM ont obtenu 63 et 81 points DLG ont été qualifiés de perfectibles (63) et de bons (81).

Tableau 5 | Stabilité aérobie des ensilages de maïs

Traitement	Récolte	Stabilité aérobie	Diff, maximale de température	pH à la fin du test
		(h)	(°C)	
Sans conservateur	1	33	7,2	7,3
Luprosil	1	60	5,5	4,3
Fireguard	1	203	1,8	4,6
Sil-EM	1	216*	0,2	4,4
Sans conservateur	2	22	14,1	7,9
Luprosil	2	192*	0,6	5,2
Fireguard	2	21	10,8	7,7
Sil-EM	2	192*	0,3	4,5

* Le test de post-fermentation a été interrompu après 216 ou 192 heures.

Figure 1 | Les levures sont les principales responsables des post-fermentations.

Stabilité aérobie

Dans les ensilages de la première récolte, le contrôle négatif s'est échauffé très rapidement et la valeur pH a fortement augmenté (tabl. 5). La stabilité aérobie de l'ensilage du contrôle positif a été prolongée d'un jour. L'altération n'a pas été trop importante dans ce cas : le fourrage ne présentait pas de moisissures et la valeur pH était encore basse. Les deux agents conservateurs d'ensilage Fireguard et Sil-EM ont agi efficacement dans ce fourrage. Pour les ensilages de la deuxième récolte, les deux produits Luprosil et Sil-EM ont eu une bonne efficacité et les ensilages ne se sont pas échauffés pendant les 192 heures au cours desquelles la température a été relevée. Par contre, le contrôle négatif et l'ensilage traité avec le produit Fireguard se sont rapidement échauffés et la valeur pH a fortement augmenté, principalement à cause de l'activité des levures (fig. 1).

Il ressort des analyses supplémentaires effectuées avec des dosages plus élevés du produit Fireguard que la dose joue un rôle important dans la prévention des post-fermentations. Seul le dosage de 60 g a réussi à améliorer la stabilité aérobie de 21 à 61 heures. Pourtant la température a moins fortement augmenté dans le traitement avec le dosage le plus élevé (fig. 2).

Conclusions

- La qualité fermentaire de la plupart des ensilages s'est révélée très bonne.
- Le produit Sil-EM a entraîné une augmentation des teneurs en acide acétique, des pertes plus élevées et des points DLG plus bas.
- Le produit Sil-EM a amélioré la stabilité aérobie des ensilages.
- Le produit Fireguard a montré une bonne efficacité pour le maïs d'ensilage à 32 % de MS. Dans le cas du maïs d'ensilage à 40 % de MS, le dosage recommandé n'a pas suffi. Ce n'est qu'en augmentant celui-ci que l'on est parvenu à améliorer la stabilité aérobie.
- Les deux agents conservateurs d'ensilages Fireguard (adaptation du dosage) et Sil-EM (à n'utiliser qu'avec une teneur en MS supérieure à 30 %) ont été autorisés avec des restrictions. ■

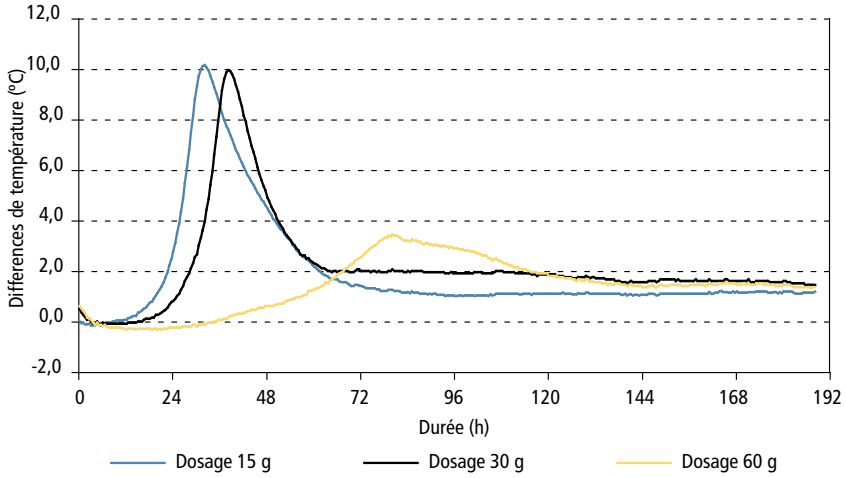

Figure 2 | Influence du dosage du produit Fireguard sur le développement de la température après le désilage.

Riassunto

Coadiuvanti per insilati e stabilità aerobica - risultati dei test 2009

La Stazione di ricerca Liebefeld-Posieux ALP ha testato l'efficacia dei coadiuvanti per l'insilamento Fireguard e Sil-EM per il miglioramento della stabilità aerobica in insilati di mais. Oltre a un controllo negativo senza additivi è stato preso in considerazione un controllo positivo con Luprosil. I test sono stati eseguiti su insilato di mais della varietà Amadeo con tenori in sostanza secca compresi tra il 32 e il 40 per cento in silos di laboratorio da 1,5 litri. L'insilamento è durato 56 giorni.

Fatti salvi quelli trattati con Sil-EM, tutti gli insilati hanno dimostrato un'ottima qualità fermentativa, ottenendo un elevato punteggio DLG. L'impiego di Sil-EM ha determinato un aumento dei tenori in acido acetico e delle perdite, ma anche un miglioramento della stabilità aerobica. Per quanto riguarda il coadiuvante per l'insilamento Fireguard, il giusto dosaggio riveste un importante ruolo per il miglioramento della stabilità aerobica. I due prodotti Fireguard e Sil-EM sono stati autorizzati in via definitiva per il miglioramento della stabilità aerobica.

Summary

Silage additives and aerobic stability: test results 2009

Agroscope Liebefeld-Posieux Research Station ALP investigated the efficacy of the silage additives Fireguard and Sil-EM for the improvement of aerobic stability in maize silages. Beside a negative control without additives, a positive control with Luprosil was also tested. The trials were conducted with maize of the variety Amadeo, harvested at 32 % and 40 % dry matter content and ensiled in 1.5-litre laboratory scale silos. The storage period lasted 56 days.

Except for the silages treated with Sil-EM, all the others showed good fermentation quality and therefore high DLG points. The application of Sil-EM increased the acetic acid contents and the losses, but improved the aerobic stability. For the silage additive Fireguard, the right dosage is important to improve the aerobic stability. Based on these results, both products Fireguard and Sil-EM are definitively authorized for the improvement of aerobic stability.

Key words: aerobic stability, fermentation quality, maize silage, silage additives.

Bibliographie

- DLG 2006. Grobfutterbewertung. Teil B – DLG-Schlüssel zur Beurteilung der Gärqualität von Grünfuttersilagen auf Basis der chemischen Untersuchung. *DLG-Information* (2).
- Kaiser E. & Weiss K., 2007. Nitratgehalt im Grünfutter – Bedeutung für Gärqualität und Siliertechnische Massnahmen. *Übersichten Tierernährung* **35** (1), 13 – 30.
- Wyss U., 2006. Agents conservateurs d´ensilage et stabilité aérobie - résultats des tests 2005. *Revue suisse Agric.* **38** (5), 253 – 256.
- Wyss U., 2009. Agents conservateurs d`ensilage et stabilité aérobie - résultats des tests 2008. *Revue suisse Agric.* **41** (6), 343 – 346.