

Qualité des ensilages produits avec des cultures dérobées

Ueli Wyss et Eric Mosimann

Agroscope, Institut des sciences en production animale IPA, 1725 Posieux, Suisse

Renseignements: Ueli Wyss, e-mail: ueli.wyss@agroscope.admin.ch



Les deux mélanges standard 101 (A) et 106 (B) de même que de divers mélanges contenant de l'avoine rude (C), du sorgho (D) ou du moha (E) ont été étudiés. (Photos U. Wyss)

Introduction

A la suite de l'été sec de 2015, certaines régions de Suisse ont connu une pénurie de fourrage. En collaboration avec différentes entreprises de semences, Agroscope a cultivé en Suisse romande d'anciennes et de nouvelles cultures dérobées, capables de supporter la sécheresse et contribuant ainsi à une production fourragère supplémentaire.

En raison de leur faible teneur en matière sèche et de leur teneur élevée en matière azotée, les cultures dérobées ont la réputation d'être difficiles à ensiler (Jänicke 2011). En plus, elles sont souvent très contaminées par des résidus terreux à la récolte qui sont à l'origine de fermentations indésirables (acide butyrique) (Jänicke 2011).

Pour améliorer la qualité d'ensilage, il est donc recommandé d'utiliser un agent conservateur (Jänicke 2011). En plus des composants et de la valeur nutritive du matériel végétal récolté, l'aptitude à l'ensilage du fourrage vert récolté et la qualité des ensilages ont été analysées.

Matériel et méthodes

Le 4 août 2015, cinq mélanges différents de cultures dérobées ont été semés à Changins (Nyon, Vaud) après une culture principale d'orge. En plus des deux mélanges standard connus (Mst 101 et 106), d'autres mélanges composés d'espèces de graminées moins fréquentes

ont également été cultivés. L'avoine rude (*Avena stri-gosa*) est une ancienne espèce qui n'est pratiquement plus utilisée de nos jours. Le sorgho (*Sorghum hybridum*) et le moha (*Panicum jumentorum Pers.*) appartiennent aux plantes de type C₄, comme le maïs. Par rapport aux plantes C₃, ces plantes se caractérisent par une capacité à produire davantage de biomasse, même en cas de pénurie d'eau, de températures et de rayonnement solaire élevés (Hiltbrunner et al. 2012). Le moha, appelé également herbe de Guinée, est une espèce de millet utilisée comme plante fourragère tolérant la sécheresse. La composition des différents mélanges et les densités de semis sont indiquées dans le tableau 1.

Les plantes ont été récoltées le 12 octobre à Changins, 69 jours après le semis, hachées le jour suivant à Posieux puis ensilées dans des silos de laboratoire d'une capacité de 1,5 l (trois répétitions par variante). Les cinq variantes de fourrage ont été ensilées avec et sans agent conservateur. Le produit Kofasil Plus (Addcon Allemagne), l'agent conservateur d'ensilages utilisé, est un produit contenant du nitrite de sodium et de l'hexamine. Le dosage recommandé est de 300 g par 100 kg de fourrage. Avant la mise en silos, des échantillons du fourrage ont été prélevés afin d'en déterminer la matière sèche (MS) et les composants de même que la teneur en nitrate et la capacité tampon. Les coefficients de fermentation ont été calculés à partir de la teneur en matière sèche, de la teneur en sucres (WSC, hydrates de carbone hydro-solubles) et de la capacité tampon (Weissbach et Honig 1996). Après une durée d'ensilage de 91 jours, les silos de laboratoire ont été ouverts et des échantillons prélevés pour analyses. En plus des nutriments, les paramètres de fermentation (pH, acides fermentaires, éthanol et

Résumé

Les cultures dérobées contribuent à une production supplémentaire de fourrage, mais elles sont difficiles à ensiler. Au cours d'un essai, l'aptitude à l'ensilage et la qualité d'ensilage des deux mélanges standard (Mst) 101 et 106 de même que de divers mélanges contenant de l'avoine rude, du sorgho ou du moha ont été étudiées. Les ensilages conservés avec du Kofasil Plus ont été testés en comparaison avec les variantes sans agent conservateur. Selon les coefficients de fermentation, tous les mélanges se sont avérés difficiles à ensiler. Les ensilages des Mst 101, 106 et le mélange composé d'avoine rude présentaient, sans agent de conservation, des teneurs en acide butyrique et des valeurs pH très élevées et donc une très mauvaise qualité. L'ajout du conservateur a permis d'éviter la formation d'acide butyrique. En revanche, les ensilages affichaient des teneurs en acide acétique élevées. Quant aux deux mélanges avec du sorgho ou du moha, avec et sans agent conservateur, ils contenaient de faibles quantités d'acide butyrique. L'ajout de l'agent conservateur a eu également un effet positif sur les valeurs nutritives. Les teneurs en NEL des ensilages traités se sont révélées très élevées comparées aux ensilages non traités.

Tableau 1 | Mélanges et densités de semis (g/are)

	Variante 1 Mst 101	Variante 2 Mst 106	Variante 3 Avoine rude	Variante 4 Sorgho	Variante 5 Moha
Ray-grass Westerwold		200			
Avoine	1000				
Avoine rude			600		
Sorgho				400	
Moha					400
Trèfle d'Alexandrie		100	100	100	100
Trèfle de Perse		60			
Pois fourrager	400				
Vesce d'été	350				
Total	1750	360	700	500	500

Tableau 2 | Composants et valeurs nutritives du matériel initial

Variante	MS %	Cendres g/kg MS	Matière azotée g/kg MS	Cellulose brute g/kg MS	ADF g/kg MS	NDF g/kg MS	WSC g/kg MS	NO ₃ g/kg MS	CF	NEL MJ/kg MS	PAIE g/kg MS	PAIN g/kg MS
Mst 101	17,7	99	196	285	478	306	95	0,9	26	5,8	105	131
Mst 106	17,1	122	220	211	435	254	91	5,1	25	6,4	112	147
Avoine rude	19,2	89	143	298	558	332	104	0,7	30	5,4	93	95
Sorgho	18,0	92	138	281	590	319	111	7,9	30	5,5	93	92
Moha	23,1	107	110	303	590	330	83	1,3	34	4,9	81	73

MS: matière sèche; ADF: lignocellulose; NDF: parois cellulaires; WSC: hydrates de carbone hydrosolubles; NO₃: nitrate; CF: coefficient de fermentation; 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.

ammoniaque) ont été déterminés. Le nombre de points DLG a été calculé selon les critères DLG (2006). Les pertes gazeuses ont été calculées selon les différences de poids entre le début et la fin de l'essai. Les valeurs nutritives des biomasses vertes et des ensilages ont été calculées d'après les régressions s'appliquant aux mélanges à composition botanique inconnue (Agroscope 2015).

Résultats et discussion

Matériel initial – coefficients de fermentation bas

Au moment de l'ensilage, le fourrage affichait des teneurs faibles en matière sèche (tabl. 2). Parmi les cinq mélanges, la variante avec le moha présentait la teneur en matière sèche la plus élevée (23%). Les teneurs en cendres variaient entre 89 et 122g/kg MS. Aucune contamination terreuse visible n'a été constatée. Des différences ont été relevées en particulier au niveau des teneurs en matière azotée et en cellulose brute. A ce propos, les deux mélanges Mst 101 et 106 présentaient les teneurs en matière azotée les plus élevées. Ces deux

mélanges avaient également les proportions en légumineuses les plus élevées (55%). En revanche, dans les variantes avec le sorgho et le moha, la proportion en légumineuses s'élevait à respectivement 5 et 7%. La variante avec l'avoine rude occupait une position intermédiaire avec 20%.

Les hydrates de carbone hydrosolubles variaient entre 83 et 111g/kg MS. Pour une fermentation optimale, il est nécessaire d'avoir 20 à 30g/kg de sucres dans la matière fraîche et 80 à 90g/kg dans la matière sèche (Nussbaum 1998), ce qui était le cas dans les cinq mélanges examinés.

Les teneurs en nitrate étaient diversement élevées dans les cinq mélanges. Le Mst 106 et le mélange avec le sorgho présentaient les valeurs les plus élevées avec respectivement 5,1 et 7,9g/kg MS de nitrate. Le Mst 101 et le mélange avec l'avoine rude ont été qualifiés de mélanges exempts de nitrate selon les critères de Kaiser *et al.* (1999).

Le coefficient de fermentation, calculé à partir de la teneur en matière sèche, de la teneur en sucres et de

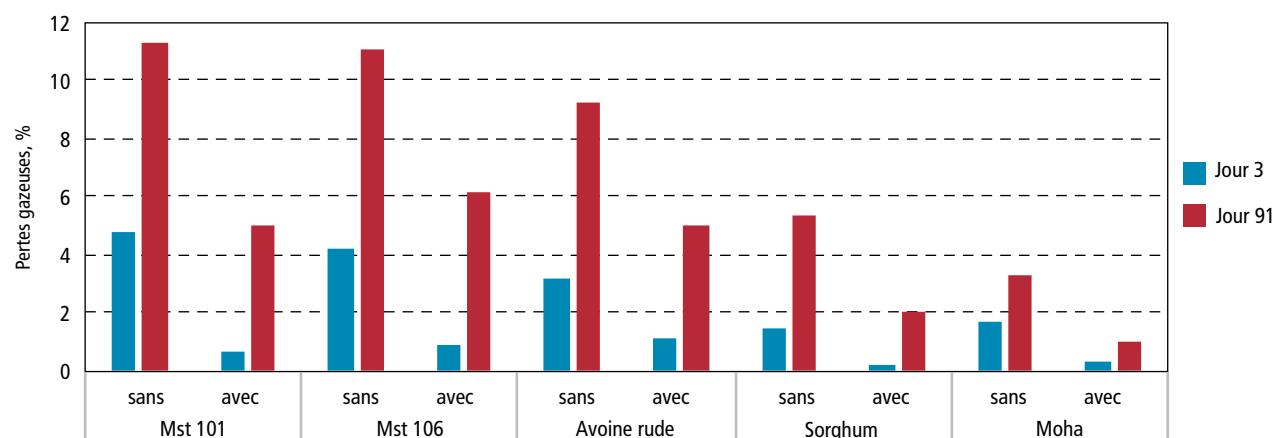
**Figure 1 | Pertes gazeuses dans les ensilages des cinq mélanges de cultures dérobées avec et sans agent conservateur.**

Tableau 3 | Paramètres de fermentation des ensilages (durée d'ensilage: 91 jours)

Variante	Agent conservateur	MS %	pH	Acide lactique g/kg MS	Acide acétique g/kg MS	Acide propionique g/kg MS	Acide butyrique g/kg MS	Ethanol g/kg MS	NH ₃ -N/N tot %	Points DLG
Mst 101	sans	15,8	5,7	0	52	17	50	15	36,2	-49
	avec	17,4	4,9	66	55	1	3	9	13,9	46
Mst 106	sans	15,3	6,1	0	32	5	59	15	23,9	-19
	avec	16,5	5,0	54	78	1	0	9	14,5	26
Avoine rude	sans	18,0	5,6	9	10	3	54	21	16,7	-2
	avec	18,5	4,8	73	57	3	1	7	11,1	43
Sorgho	sans	16,8	4,8	46	66	0	1	11	9,3	37
	avec	17,0	4,5	105	25	0	2	2	8,4	88
Moha	sans	22,2	4,8	50	25	0	1	8	12,8	85
	avec	22,6	4,7	65	10	0	1	1	9,2	85

MS: matière sèche; NH₃-N/N tot.: proportion azote ammoniacal – azote total.

la capacité tampon, est également un critère d'aptitude à l'ensilage (Weissbach et Honig 1996). Les valeurs variaient entre 25 et 34 (tabl. 2). Toutes les valeurs étant inférieures à 35, le fourrage des cinq variétés a été qualifié de difficile à ensiler (Weissbach et Honig 1996).

Le sorgho fait partie des plantes fourragères qui, pendant des phases de croissance massive, peut produire du cyanure aux effets toxiques. Ce sont surtout les très jeunes plantes qui présentent un danger aigu pour les animaux (Zeise et Fritz 2012). S'agissant de plantes à un

stade de maturité avancé, on est parti de l'idée que les teneurs en cyanure étaient basses et elles n'ont donc pas été analysées dans cet essai. Selon Robson (2007), le cyanure est dégradé lors de la phase d'ensilage en l'espace de trois semaines jusqu'à la moitié de sa teneur initiale.

Pertes de gaz fermentaire fortement influencées par l'agent

Les pertes gazeuses relevées variaient non seulement entre les différentes variétés, mais ont également été

Tableau 4 | Composants et valeurs nutritives des ensilages (durée d'ensilage: 91 jours)

Variante	Agent conservateur	Cendres g/kg MS	Matière azotée g/kg MS	Cellulose brute g/kg MS	ADF g/kg MS	NDF g/kg MS	WSC g/kg MS	NEL MJ/kg MS	PAIE g/kg MS	PAIN g/kg MS
Mst 101	sans	116	178	354	381	525	31	4,7	65	112
	avec	112	214	302	320	461	30	5,6	75	134
Mst 106	sans	146	221	253	271	396	27	5,8	76	138
	avec	143	246	233	264	390	30	6,1	79	153
Avoine rude	sans	98	148	340	363	571	25	4,8	66	93
	avec	103	160	323	347	547	23	5,1	69	101
Sorgho	sans	102	156	318	337	571	19	5,1	69	98
	avec	103	151	289	309	529	30	5,4	72	95
Moha	sans	112	115	324	345	588	30	4,6	62	73
	avec	116	120	300	322	558	47	4,9	65	76

MS: matière sèche; ADF: lignocellulose; NDF: parois cellulaires; WSC: hydrates de carbone hydrosolubles; NO₃: nitrate; CF: coefficient de fermentation; 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.

influencées par l'ajout de l'agent de conservation (fig. 1). Trois jours seulement après la mise en silos, les pertes gazeuses étaient nettement plus élevées dans toutes les variantes sans conservateur d'ensilages que dans celles avec agent conservateur. L'ajout du conservateur chimique a donc permis d'inhiber une partie des microorganismes à l'origine des fermentations indésirables et des pertes élevées qui en découlent (Thaysen *et al.* 2007). Après 91 jours, les différences entre les variantes avec et sans agent conservateur étaient encore plus importantes, en raison d'une fermentation butyrique (tabl. 3).

Qualité d'ensilage partiellement mauvaise

Les variantes Mst 101, Mst 106 et le mélange avec l'avoine rude présentaient, sans agent conservateur d'ensilages, des valeurs pH élevées, des teneurs en acide butyrique élevées, mais faibles en acide lactique, des proportions d'azote ammoniacal – azote total élevées et donc un nombre de points DLG bas (tabl. 3). Selon l'ordonnance sur l'hygiène dans la production laitière (OHyPL, RS 916.351.021.1), ces ensilages ne doivent pas être distribués aux vaches laitières. Avec l'ajout d'un agent conservateur, la formation d'acide butyrique a été fortement inhibée et les proportions azote ammoniacal – azote total ainsi que la teneur en éthanol ont pu être réduites. Cependant, en raison des teneurs élevées en acide acétique, ces ensilages ont obtenu un nombre de points DLG bas, ce qui les désigne comme étant de mauvaise qualité.

Dans le cas des deux variantes avec le sorgho et le moha, les quantités d'acide butyrique relevées étaient faibles, aussi bien avec que sans agent conservateur. Lorsque le fourrage vert initial contient des nitrates, ceux-ci sont transformés en nitrites dans l'ensilage, et les nitrites ont un grand effet inhibiteur envers les clostridies (Weissbach 2002). La teneur en nitrate plus élevée dans la variante avec le sorgho et la teneur en matière sèche légèrement plus élevée dans celle avec du moha pour-

raient avoir limité la formation d'acide butyrique. Dans des essais de Zeise et Fritz (2012), dans lesquels les ensilages de sorgho ont atteint des teneurs en matière sèche situées entre 23 et 33%, aucune formation d'acide butyrique n'a été constatée.

Composants et valeurs nutritives des ensilages

Les composants et les valeurs nutritives des différents ensilages figurent dans le tableau 4. Lors de l'ensilage, ce sont surtout les sucres qui ont été transformés. A la fin de la période d'ensilage, leur teneur s'élevait encore en moyenne à 31% de la valeur initiale. Par conséquent, les teneurs en matière azotée et en cellulose brute – et donc les teneurs en ADF – ont augmenté. Les valeurs NEL et PAIE étaient plus basses dans les ensilages que dans le matériel initial. La teneur en NEL a baissé en moyenne de 0,4 MJ/kg de matière sèche entre le matériel initial et les ensilages. Avec l'agent conservateur d'ensilages, la baisse des teneurs en NEL était de seulement 0,2 et sans agent conservateur de 0,6 MJ/kg de matière sèche. De même, on a constaté des valeurs PAIE plus élevées dans les ensilages avec agent conservateur que dans ceux sans agent. Dans le cas des valeurs PAIN, les différences entre le matériel initial et les ensilages étaient en moyenne très faibles.

Conclusions

- Lors de l'ensilage du Mst 101, du Mst 106 et du mélange d'avoine rude, il est impératif d'ajouter un agent conservateur d'ensilages efficace afin d'assurer une qualité adéquate du fourrage ensilé.
- Pour ce qui est des deux mélanges avec le sorgho et le moha, l'utilisation d'un agent conservateur d'ensilages n'est pas systématiquement nécessaire. Toutefois, elle peut être recommandée pour diminuer les pertes gazeuses et maintenir une teneur élevée en NEL. ■

Riassunto

Qualità degli insilati prodotti con colture intercalari
 Il foraggio intermedio contribuisce a una produzione supplementare di foraggio ma è difficilmente insilabile. In un test sono stati valutati l'idoneità e la qualità di due miscele standard 101 e 106, nonché di miscele con avena strigosa, sorgo e panico. Oltre alle varianti senza aggiunta, sono state testate varianti con l'additivo per insilati Kofasil Plus. Secondo il coefficiente di fermentazione tutte le miscele sono state valutate difficilmente insilabili. Senza additivi di insilaggio, gli insilati della miscele standard 101, 106 e della miscela con avena strigosa hanno attestato livelli molto alti di acido butirrico e valori alti del pH. Pertanto, la loro qualità di insilaggio è molto cattiva. Con l'aggiunta di sali è stato possibile evitare la formazione di acido butirrico. Negli insilati era tuttavia presente un alto livello di acido acetico. Nelle due miscele con sorgo e panico, con o senza additivi, è stato rilevato un livello basso di acido butirrico. L'additivo per insilati ha avuto degli effetti positivi sui valori nutrizionali. I tenori NEL degli insilati trattati erano sempre più alti rispetto a quelli degli insilati non trattati.

Summary**Silage quality of catch crops**

Although catch crops contribute to additional feed production, they are also considered to be difficult to ensile. In a trial, the ensilability and silage quality of the two standard mixtures 101 and 106 as well as mixtures with black oats, sorghum and foxtail millet were investigated. In addition to variants without an additive, we also tested variants with the chemical silage additive Kofasil Plus. Based on the fermentability coefficient, all mixtures were rated as difficult to ensile. Without a silage additive, the mixtures 101 and 106 silages as well as the mixture with black oats had very high butyric acid contents and pH values, and thus a very poor silage quality. With the addition of the silage additive, butyric acid formation was prevented. Despite this, the silages had a high acetic acid content. Only small amounts of butyric acid were detected in the two mixtures with sorghum and foxtail millet with and without silage additive. The addition of a silage additive also had a positive impact on the nutritional values. NEL content was in all cases higher in the treated silages than in the untreated silages.

Key words: catch crops, fermentability coefficient, silage quality, silage additive.

Bibliographie

- Agroscope, 2015. Apports alimentaires recommandés pour les ruminants (Livre vert). Accès: <http://www.agroscope.admin.ch/futtermitteldatenbank/04834/index.html?lang=de> [25.07.2016]
- DLG-Information 2/2006. Grobfutterbewertung. Teil B – DLG-Schlüssel zur Beurteilung der Gärqualität von Grünfuttersilagen auf Basis der chemischen Untersuchung. www.DLG.org. 4 p.
- Hiltbrunner J., Buchmann U., Vogelsgang S., Gutzwiller A. & Ramseier H., 2012. Le sorgho – une grande culture intéressante encore inconnue en Suisse. *Recherche Agronomique Suisse* 3 (11–12), 524–531.
- Jänicke H., 2011. Grobfutter- und Substraterzeugung. In: Praxishandbuch Futter- und Substratkonservierung. 8. Auflage, DLG Verlag.
- Kaiser E., Weiss K. & Milimonka A., 1999. Untersuchungen zur Gärqualität von Silagen aus nitratarmem Grünfutter. *Archives of Animal Nutrition* 52, 75–93.
- Nussbaum H., 1998. Siliereignung von Wiesenaufwüchsen verschieden physiologischen Alters in Verbindung mit dem Einsatz ausgewählter Silierzusatzmittel. Verlag Ulrich E. Grauer, Stuttgart.
- Robson S., 2007. Prussic acid poisoning in livestock. New South Wales Department of Primary Industries. Primefacts – profitable & sustainable primary industries. Nr. 417, 3 p.
- Thaysen J., Honig H., Christine Kalzendorf Christine, Speikers H. & Staudacher W., 2007. Siliermittel: Rechtliche Rahmenbedingungen, Wirksamkeit DLG-geprüfter Produkte und Einsatzempfehlungen. *Übersichten Tierernährung* 35, 55–91.
- Weissbach F., 2002. Grundlagen und Praxis der Produktion guter Grassilagen. Tagungsbericht 8. Alpenländisches Expertenforum, Gumpenstein.
- Weissbach F. & Honig H., 1996. Über die Voraussage und Steuerung des Gärungsverlaufs bei der Silierung von Grünfutter aus extensivem Anbau. *Landbauforschung Völkenrode* 46 (1), 10–17.
- Zeise K. & Fritz M., 2012. Sorghum als Energiepflanze – Optimierung der Produktionstechnik. Bericht aus dem TFZ 29, 124 p.