

Influence de la durée de conservation sur la qualité d'un ensilage de maïs

Ueli Wyss et Nicolas Pradervand

Agroscope, 1725 Posieux, Suisse

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



Le maïs a été ensilé dans des cuves de 700 l. Les ensilages, qui ont été conservés pendant deux mois, étaient recouverts d'un film plastique lesté d'une couche de sable. (Photo: Ueli Wyss)

Introduction

Dans la pratique de l'ensilage, la règle de base veut que les silos, après avoir été remplis, restent fermés au moins quatre, voire six semaines, avant de commencer le désilage. Plus la durée de stockage est longue et les silos fermés hermétiquement, plus le processus de fermentation sera complet et les ensilages stables au moment du prélèvement (Bormann 2015). Selon l'ordonnance réglant l'hygiène dans la production laitière (OHyPL, 916.351.021.1), le fourrage en fermentation ne doit pas être donné aux vaches laitières.

Or, à l'automne, immédiatement après avoir ensilé le maïs, certains agriculteurs commencent à en prélever (désilage direct) pour le distribuer à leur bétail. Quel est l'effet de ce procédé sur la qualité fermentaire, la qualité microbiologique et la stabilité aérobie?

Un essai effectué en 2014 dans une exploitation agricole avec un mélange de maïs d'ensilage et de pulpes de betteraves a montré que, trois semaines après la mise en silo, la fermentation était toujours en cours. Le fourrage présentait une charge élevée en levures et s'échauffait en l'espace d'un jour lors du test de post-échauffement, même en dépit d'un traitement avec un agent conservateur d'ensilage et d'un prélèvement suffisant (Wyss 2015). Si aucune influence négative n'a été constatée chez les vaches ayant consommé cet ensilage, il ressort d'une étude que, lors de la distribution d'un ensilage de mauvaise qualité, la consommation de fourrage des vaches régresse de 10 à 20 % par rapport à un ensilage présentant une bonne qualité microbiologique (Wichert *et al.* 1998). Un essai mené à Agroscope à Posieux en 2015 a étudié comment le désilage immédiat ou après une durée d'entreposage de deux mois influençait la qualité de l'ensilage, en particulier sa qualité microbiologique.

Matériel et méthodes

Le 7 septembre 2015, du maïs de la variété Millesim a été ensilé dans six cuves de 700 l et tassé par piétinement. Dans deux cuves, le maïs a été traité avec l'agent conservateur d'ensilage Schaumasil supra NK (dosage 0,6 kg/t). Dans trois cuves, les prélèvements ont commencé le jour après l'ensilage. Les trois autres cuves restantes ont été recouvertes d'une feuille plastique, lestée d'une couche de sable. Ce n'est qu'après une durée de stockage de

Tableau 1 | Procédé de prélèvement.

Prélèvement dès le jour après la mise en silo	
Prélèvement après une durée de stockage de deux mois	
Trois procédés de désilage	
5 cm	prélèvement quotidien d'une couche de 5 cm
10 cm	prélèvement quotidien d'une couche de 10 cm
5 cm +	prélèvement quotidien d'une couche de 5 cm, traité avec un agent conservateur conservateur

deux mois que ces cuves ont été ouvertes pour commencer le désilage. En plus de l'ajout d'un agent conservateur d'ensilage, la couche de prélèvement quotidienne variait (tabl. 1).

Tous les jours, la quantité désilée a été pesée lors du prélèvement. Les jours 1, 4, 7, 10, 14, et 18 pour la première série de prélèvement d'échantillons et les jours 1, 4, 7, 10, 15 et 18 pour la deuxième série, des échantillons ont été prélevés pour en déterminer la teneur en matière sèche (MS) et la composition chimique (analyses NIRS), les paramètres de fermentation (pH, acide fermentaire et éthanol), la qualité microbiologique (levures, moisissures et bactéries aérobies mésophiles) de même que la stabilité aérobie. La charge en micro-organismes a été évaluée selon les valeurs d'orientation VDLUFA (niveau 1: normal; niveau 2: légèrement élevé, niveau 3: sensiblement élevé; niveau 4: altéré; VDLUFA 2012). Dans le cas des moisissures, les valeurs d'orientation relatives aux espèces spécifiques aux produits, aux espèces indicatrices de l'altération et celles relatives aux *mucoales* ont été additionnées. Il en va de même, dans le cas des bactéries aérobies mésophiles, des valeurs d'orientation relatives aux espèces spécifiques aux produits, aux espèces indicatrices de l'altération et celles relatives aux *streptomyces*. Des mesures de température ont été effectuées dans les cuves avant et après le prélèvement (fig. 1). Pour déterminer la stabilité aérobie, des échantillons ont été mis dans



Figure 1 | Des mesures de température ont été effectuées dans les ensilages de maïs avant et après leur prélèvement. (Photo: Ueli Wyss)

Résumé

Dans la pratique, le maïs est ensilé et parfois distribué aux vaches le lendemain même de l'ensilage. Cette étude a analysé l'influence de ce procédé sur la qualité fermentaire, la qualité microbiologique et la stabilité aérobie. A cet effet, six cuves de 700 l ont été remplies de maïs d'ensilage présentant une teneur en matière sèche (MS) moyenne de 37 %. Dans le cas de trois cuves, le désilage a débuté le jour suivant l'ensilage. Trois autres cuves ont été fermées et les ensilages ont été prélevés après deux mois. Les trois procédés de prélèvement suivants ont été appliqués pour le désilage: prélèvement quotidien d'une couche de 5 cm; prélèvement quotidien d'une couche de 10 cm; prélèvement quotidien d'une couche de 5 cm avec traitement d'un agent conservateur d'ensilage. Dans le cas des ensilages prélevés le lendemain de l'ensilage, la fermentation et la baisse du pH n'ont eu lieu que très lentement et ces ensilages présentaient une charge élevée en levures, en moisissure et en bactéries. Les ensilages s'échauffaient déjà dans les cuves et étaient instables du point de vue aérobie. Il en a été de même pour le procédé avec l'ajout d'un agent conservateur d'ensilage. Selon ces résultats, il n'est pas recommandé de prélever du fourrage ensilé immédiatement après la mise en silo. Après une durée de stockage de deux mois, la fermentation lactique dans les ensilages était terminée, la charge en germes était normale dans la plupart des cas et les ensilages présentaient une meilleure stabilité aérobie. Celle-ci a pu être encore améliorée grâce au prélèvement d'une couche plus épaisse, de même que par l'ajout d'un agent conservateur d'ensilage.

des bacs ouverts et des sondes de température placées dans l'ensilage. La température a été relevée toutes les 30 minutes, sur une période d'au moins sept jours. Les ensilages ont été considérés comme stables du point de vue aérobie aussi longtemps que leur température ne dépassait pas la température ambiante de plus de 3 °C. Dans les procédés «prélèvement quotidien d'une couche 10 cm», des échantillons ont pu être prélevés seulement jusqu'au 10^e jour. La teneur en MS des ensilages a été corrigée selon Weissbach et Kuhla (1995) au moyen des composants volatils relevés dans l'ensilage frais.

Résultats et discussion

Matériel initial

Au tableau 2 figurent les nutriments du maïs avant ensilage. La teneur moyenne en MS lors de l'ensilage s'élevait à 37 %. Elle variait entre 36 et 39 %.

La densité moyenne s'élevait à 171 +/- 10 kg MS par m³. Celle-ci se situe en dessous de la valeur de compactage recommandée (Nussbaum 2013). Dans des exploitations, le fourrage n'est souvent pas suffisamment compacté et donc davantage sujet aux post-échauffements (Wyss et Reidy 2014).

Qualité fermentaire et durée de stockage

Dans le cas du désilage direct, la fermentation s'est déroulée lentement (tabl. 3). Le pH s'est abaissé le jour de l'ensilage de 5,9 à respectivement 4,6 et 4,1 sans et avec agent conservateur d'ensilage. En outre, la première semaine, l'agent conservateur a encore davantage retardé la dégradation du sucre, la formation d'acide lactique et la baisse du pH. Dans le cas du procédé avec agent conservateur, on a également décelé de l'acide propionique et, à partir du septième jour, des quantités plus élevées d'acide acétique.

Après la durée de stockage de deux mois, la fermentation lactique était terminée et le pH atteignait des valeurs de 4,0, ce qui signifie que la qualité de l'ensilage de maïs était bonne (tabl. 4). Seule la couche supérieure présentait des teneurs en acide lactique légèrement plus basses et des valeurs pH plus élevées. En raison du processus de fermentation plus complet dans les ensilages stockés pendant deux mois, la dégradation du sucre a été plus forte dans ces ensilages, comparée à celle relevée lors du désilage direct. En plus, ils se distinguaient par une teneur en éthanol plus élevée, due à l'activité des levures.

Qualité microbiologique souvent critique

La charge en levures a augmenté dans les deux procédés sans agent de conservation lors du désilage direct. Dans le procédé avec agent conservateur, l'augmentation a été un peu plus faible (fig. 2). Selon les valeurs d'orientation VDLUFA (VDLUFA 2012), tous les échantillons, à l'exception de quatre, ont été classés dans le niveau 4, ce qui signifie que leur qualité était altérée. Grâce à la durée de stockage de deux mois, la charge en levures dans les ensilages, à l'exception de la couche supérieure, a rapidement baissé. C'est en particulier par l'ajout de l'agent conservateur que la charge en levures a pu être réduite. Dans le cas des moisissures, ce sont les moisissures indicatrices d'altérations qui ont dominé dans les ensilages, à l'exception du maïs au moment de l'ensilage. Dans les

échantillons du procédé «désilage direct», les nombres de micro-organismes les plus élevés ont été relevés le premier et le quatrième jour (VDLUFA niveau 4, altéré) (fig. 3). Par la suite, c'est en particulier dans le procédé «prélèvement quotidien d'une couche de prélèvement 5 cm» que l'on a constaté une charge en moisissures trop élevée.

Les ensilages prélevés après une durée de stockage de deux mois présentaient une charge en moisissures «normale» (niveau 1) lors de tous les types de prélèvements. Une situation semblable à celle des moisissures a été observée avec les bactéries aérobies mésophiles (fig. 4). Là aussi, les bactéries indicatrices d'altération prédominaient. Les nombres de germes les plus élevés ont été relevés au cours des premiers jours pour les trois procédés lors du désilage direct, les bactéries ayant atteint le niveau 4 (altéré). Grâce à la durée de conservation de deux mois, la charge en bactéries a été fortement réduite et, à l'exception d'un échantillon, ils ont tous été classés au niveau 1 (normal).

Ce sont les levures qui ont réagi le plus rapidement à la pénétration d'air. Ce constat ressort également de l'étude de Gerlach *et al.* (2013). Dans le cas de l'ajout d'un agent conservateur, on peut se demander si un dosage plus élevé, en particulier dans le cas du désilage direct, n'entraînerait pas un meilleur résultat.

Ensilages davantage sujets à une instabilité aérobie

Les mesures de température dans les cuves ont démontré que les températures dans le procédé «désilage direct» augmentaient rapidement. Pour tous les procédés, elles ont atteint les valeurs les plus élevées (37 à 40 °C) entre le troisième et le sixième jour. La situation était différente pour les ensilages prélevés seulement après une durée d'entreposage de deux mois. Dans ce cas, les températures variaient entre 10 et 14 °C.

L'échauffement des ensilages déjà dans les cuves est également ressorti du test effectué pour déterminer la

Tableau 2 | Composants du maïs avant ensilage.

Teneur en matière sèche	%	37,4
Cendres	g/kg MS	29
Matière azotée	g/kg MS	84
Cellulose brute	g/kg MS	174
ADF	g/kg MS	155
NDF	g/kg MS	355
Amidon	g/kg MS	371
Sucres	g/kg MS	117

MS: matière sèche; ADF: lignocellulose; NDF: paille.

Tableau 3 | Teneurs en matière sèche, paramètres de fermentation et teneurs en sucres des ensilages du désilage direct.

Procédé de désilage	Jour	MS	pH	Acide lactique	Acide acétique	Acide propionique	Ethanol	Sucres
		%		g/kg MS	g/kg MS	g/kg MS		g/kg MS
5 cm	1	41,0	5,1	0	0	0	0	48
10 cm	1	36,6	4,8	0	0	0	1	49
5 cm +	1	39,9	5,1	0	0	14	0	52
5 cm	4	40,1	4,6	9	13	3	0	24
10 cm	4	36,5	4,8	12	8	1	3	20
5 cm +	4	37,9	4,9	0	2	15	5	44
5 cm	7	38,3	4,8	17	7	0	3	22
10 cm	7	37,5	4,5	23	7	0	23	22
5 cm +	7	38,0	4,3	11	33	15	0	33
5 cm	10	39,6	5,3	10	3	0	0	24
10 cm	10	34,9	4,4	27	15	0	28	24
5 cm +	10	38,0	4,5	11	23	17	0	26
5 cm	14	39,3	5,1	15	3	0	0	25
5 cm +	14	36,9	4,5	11	28	16	0	26
5 cm	18	39,7	4,6	22	6	0	9	20
5 cm +	18	36,5	4,1	36	36	16	5	24

MS: matière sèche; + = ajout d'un agent conservateur d'ensilage.

Tableau 4 | Teneurs en MS, paramètres de fermentation et teneurs en sucre des ensilages prélevés après le stockage de deux mois pour les trois procédés de prélèvement.

Procédé de désilage	Jour	MS	pH	Acide lactique	Acide acétique	Acide propionique	Ethanol	Sucre
		%		g/kg MS	g/kg MS	g/kg MS		g/kg MS
5 cm	1	37,5	4,3	33	15	0	22	15
10 cm	1	36,8	4,4	30	12	0	17	14
5 cm +	1	36,6	4,1	39	11	18	16	27
5 cm	4	37,6	4,1	49	14	0	26	13
10 cm	4	37,8	4,0	55	14	0	28	16
5 cm +	4	36,5	4,1	51	13	10	33	14
5 cm	7	37,0	4,0	51	14	0	26	16
10 cm	7	37,8	4,0	52	13	0	26	17
5 cm +	7	37,1	4,0	50	10	12	24	21
5 cm	10	37,6	4,0	51	13	0	24	17
10 cm	10	38,9	4,0	48	12	0	28	18
5 cm +	10	36,9	4,0	50	10	14	18	31
5 cm	15	36,8	4,0	51	12	0	27	14
5 cm +	15	36,8	4,0	49	10	15	16	27
5 cm	18	35,9	4,2	45	12	0	33	11
5 cm +	18	35,4	4,0	51	11	7	30	15

MS: matière sèche; + = ajout d'un agent conservateur d'ensilage.

stabilité aérobie. Dans le cas du désilage direct, pratiquement tous les ensilages étaient instables (fig. 5). Quant aux ensilages prélevés après deux mois d'entreposage, ils ne présentaient une charge élevée en levures que dans la couche supérieure, qui a donc rendu celle-ci très instable. En outre, on a observé que le prélèvement d'une couche plus épaisse et l'ajout d'un agent conservateur avaient amélioré la stabilité aérobie.

Pertes en matière sèche

Les pertes en MS ont été calculées en fonction du poids du fourrage et en déterminant la matière sèche. Comme le montre la figure 6, les pertes étaient plus élevées dans le cas du désilage direct sans ajout d'agent conservateur que dans les ensilages ouverts après une durée de conservation de deux mois. Les pertes positives calculées dans le procédé «désilage direct» avec ajout d'un agent conservateur proviennent probablement du fait que les teneurs en MS n'ont pas été analysées tous les jours et que les valeurs ont varié. Par ailleurs, le fait que les pertes sont plus élevées dans le cas du prélèvement d'une couche plus épaisse que dans le cas d'une couche plus mince est en contradiction avec les prévisions.

Les valeurs énergétiques NEL des échantillons prélevés ont été calculées au moyen des composants. Le maïs

avant ensilage présentait une teneur moyenne NEL de 6,9MJ/kg MS. Dans les ensilages immédiatement prélevés, la teneur moyenne NEL s'élevait à 6,8 MJ et dans les ensilages avec une durée d'entreposage de deux mois à 7,0 MJ. Les ensilages des trois procédés présentaient pratiquement tous les mêmes teneurs NEL. L'échauffement des ensilages, autrement dit la charge élevée en micro-organismes, n'a pas entraîné un fort recul de la teneur NEL. Gerlach *et al.* (2013) et Wichert *et al.* (1998) ont montré cependant que les ensilages échauffés qui présentent une charge plus élevée en micro-organismes entraînent une réduction de la consommation de fourrage.

Conclusions

Il n'est pas recommandé de prélever du fourrage ensilé immédiatement après l'ensilage, car le processus de fermentation n'est pas achevé et la charge en micro-organismes, de même que l'instabilité aérobie, sont élevées. L'ajout d'un agent conservateur d'ensilage n'a pas sensiblement amélioré la situation.

Dans le cas des ensilages stockés pendant deux mois, prélever une couche plus épaisse ou ajouter un agent conservateur d'ensilage efficace contribue à réduire la charge en germes et à améliorer la stabilité aérobie. ■

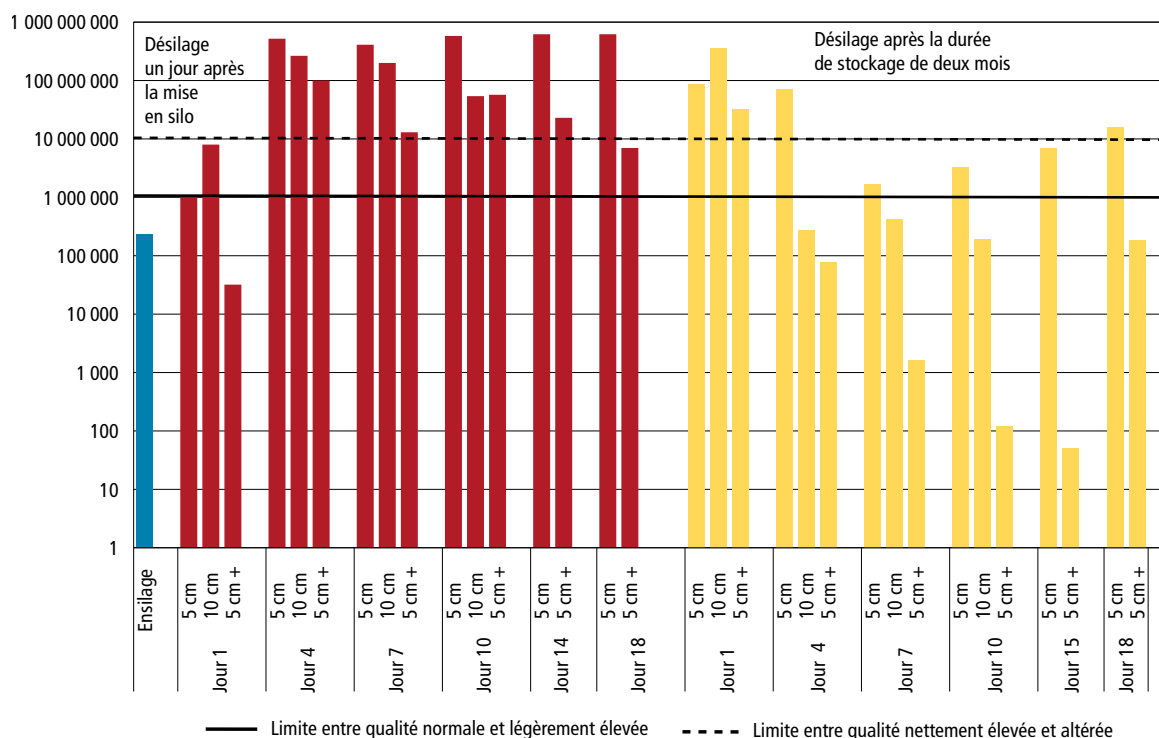


Figure 2 | Charge en levures (UFC: unités formant colonie) dans le maïs avant ensilage et dans les ensilages après différentes durées de conservation et dates de prélèvement pour les trois procédés (+ = ajout d'un agent conservateur d'ensilage).

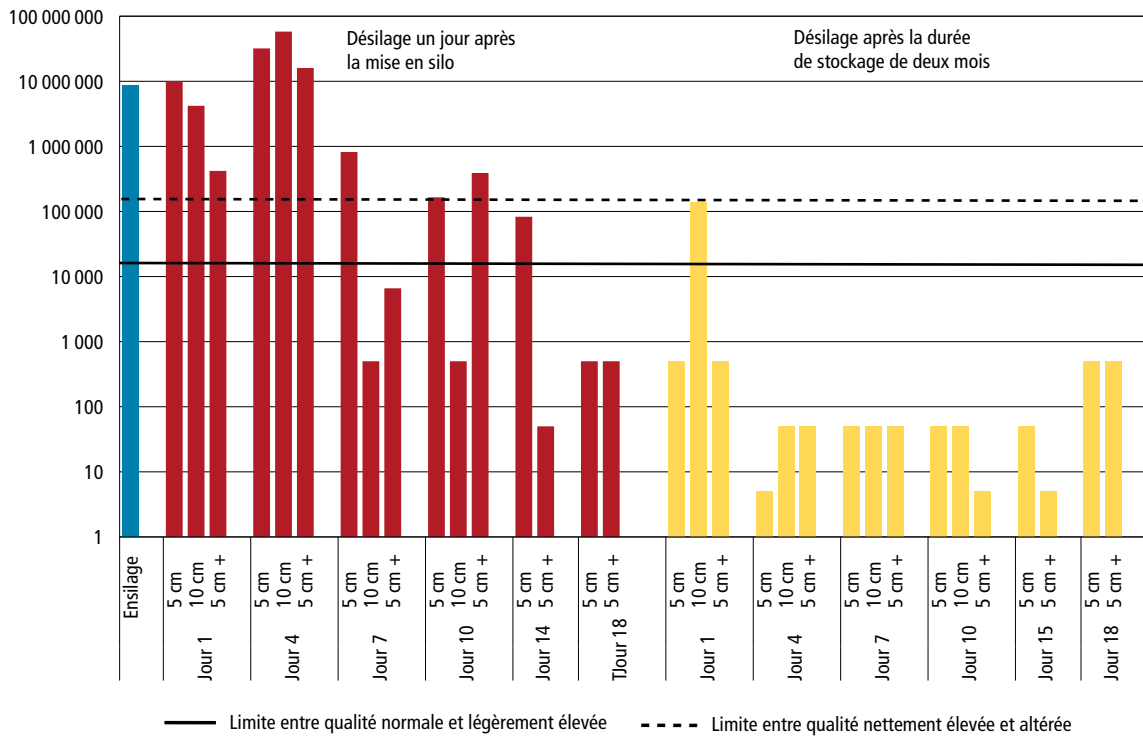


Figure 3 | Charge en moisissures (UFC: unités formant colonie) dans le maïs avant ensilage et les ensilages après différentes durées d'entreposage et dates de prélèvement pour les trois procédés (+ = ajout d'un agent conservateur d'ensilage).

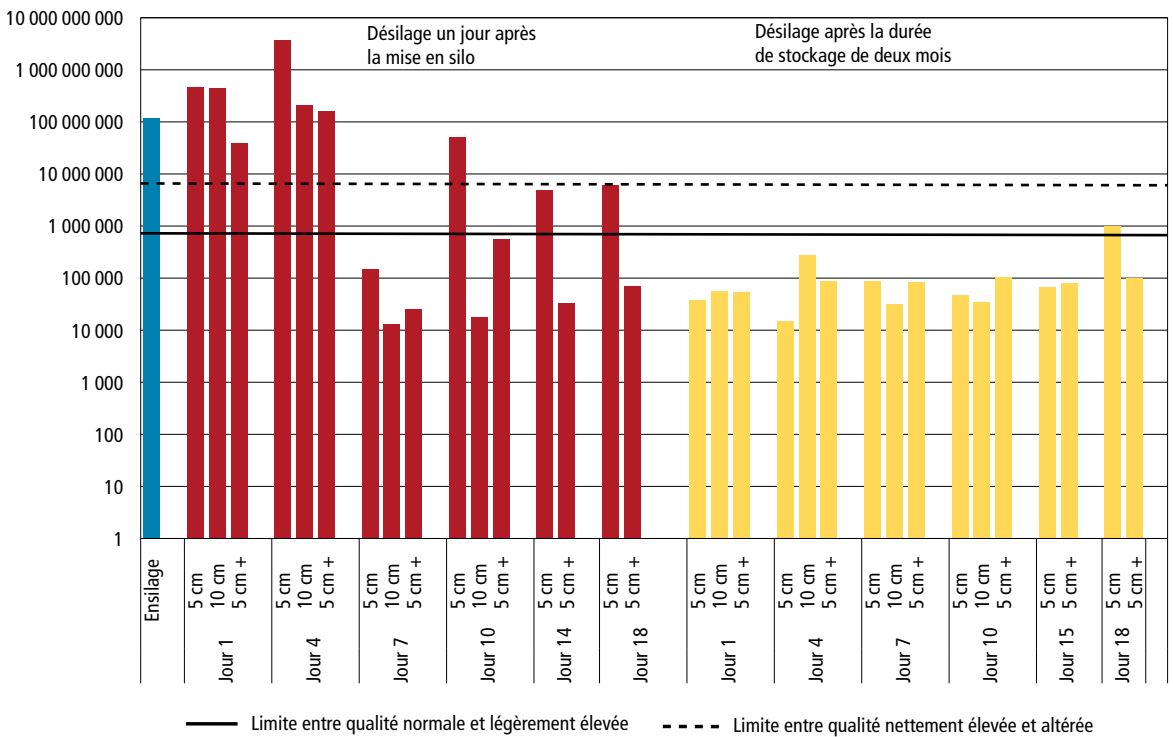


Figure 4 | Charge en bactéries aérobies mésophiles (UFC: unités formant colonie) dans le maïs au moment de l'ensilage et dans les ensilages après différentes durées de conservation et dates de prélèvement pour les trois procédés (+ = ajout d'un agent conservateur d'ensilage).

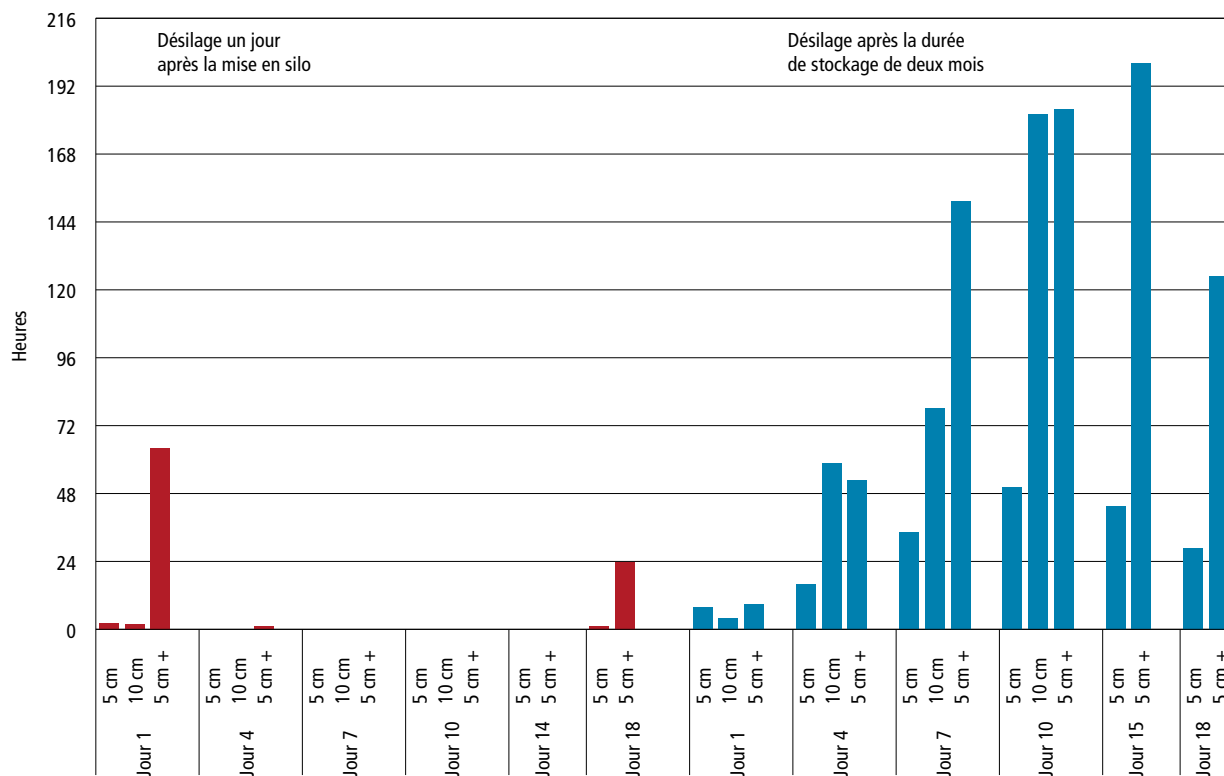


Figure 5 | Stabilité aérobie des ensilages après le désilage direct et le stockage de deux mois pour les trois procédés (+ = ajout d'un agent conservateur d'ensilage).

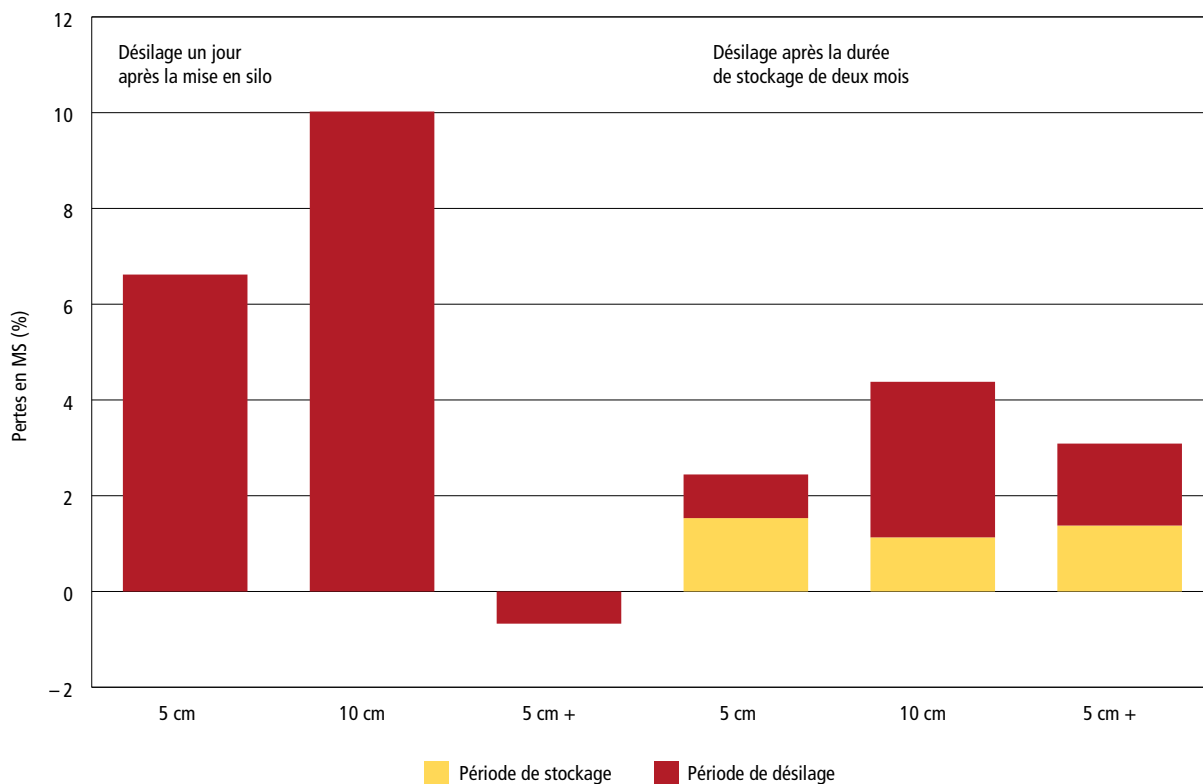


Figure 6 | Pertes en MS des ensilages pendant la conservation et le prélèvement pour les trois procédés (+ = ajout d'un agent d'ensilage).

Riassunto**Influsso della durata di insilamento sulla qualità degli insilati di maïs**

Nella pratica, il maïs insilato è in parte insilato e contemporaneamente si inizia a prelevarne per l'alimentazione. È stato eseguito un esperimento per analizzare come questa procedura si ripercuote sulla qualità di fermentazione, sulla qualità microbiologica e sulla stabilità aerobica. Sono stati riempiti sei contenitori da 700 l con maïs insilato che attestava un tenore di sostanza secca medio del 37 %. In tre dei contenitori, il contenuto è stato prelevato a partire dal primo giorno dopo l'insilamento. Gli altri tre sono rimasti chiusi per due mesi e i prelievi sono iniziati solo dopo questa durata di stoccaggio degli insilati. Sia per gli insilati prelevati subito sia per quelli prelevati dopo uno stoccaggio di due mesi sono state applicate le tre procedure seguenti: 5 cm di strato prelevato al giorno; 10 cm di strato prelevato al giorno; 5 cm di strato prelevato al giorno. Gli insilati erano stati trattati con un coadiuvante per l'insilamento. Negli insilati in cui il prelievo è iniziato subito un giorno dopo l'insilamento sono state attestate una fermentazione e una diminuzione del pH molto lente. Questi insilati si sono distinti per un elevato tenore di germi come lieviti, muffe e batteri. Tali insilati erano caldi e instabili sul piano aerobico mentre erano ancora nei contenitori. Ciò è avvenuto nonostante il trattamento con il coadiuvante. In base a questi risultati, non è dunque raccomandato prelevare foraggio insilato immediatamente dopo l'insilamento. Negli insilati restati chiusi per due mesi, la fermentazione dell'acido lattico era terminata, il tenore di germi nella maggior parte dei casi era di livello normale e gli insilati attestavano una migliore stabilità aerobica. Da una parte grazie agli strati di prelievo più spessi e dall'altra tramite l'uso del coadiuvante per l'insilamento, è stato possibile migliorare ulteriormente la stabilità.

Bibliographie

- Bormann R., 2015. Wie beugt man Nacherwärmung von Silagen vor? *Bauernblatt* 30. Mai 2015, 36–37.
- Gerlach K., Ross F., Weiss K., Büscher W. & Südekum K.-H., 2013. Changes in maize silage fermentation products during aerobic deterioration and effects on dry matter intake by goats. *Agricultural and Food Science* 22, 168–181.
- Nussbaum H. J., 2013. Futterkonservierung. In *Handbuch Mais*; DLG-Verlag GmbH; Frankfurt am Main, 451 p.
- VDLUFA, 2012. Keimgehalte an Bakterien, Hefen, Schimmel- und Schwärzepilzen. *Methodenbuch III, Die chemische Untersuchung von Futtermitteln*, 8. Ergänzungslieferung 2012.

Summary**Influence of storage period on the quality of a maize silage**

On farms, sometimes maize is ensiled after harvest and the removal (feed-out) and feeding of the maize silage begun immediately. An experiment was conducted to investigate the effect of this approach on fermentation quality, microbiological quality and aerobic stability. For this, six 700-litre containers were filled with maize having an average dry-matter content of 37 %. With three of the containers, the feed-out period started the day after ensiling; three other containers were sealed, and the feed-out phase started only after a two-month storage period. The following three treatments were applied both to the silage removed immediately and to the silage fed out after the two-month storage period: (1) 5 cm layer fed out daily; (2) 10 cm layer fed out daily; (3) 5 cm layer fed out daily, with the maize having been treated with a silage additive at the time of ensiling. In the silages whose feed-out period started the day after ensiling, fermentation and lowering of the pH were slow to occur, and the silages were characterised by a high charge of yeasts, moulds and bacteria. Even in their containers, the silages were already warm and aerobically instable. This was also the case where the silage had been treated with the additive. According to these results, the removal and feeding of the maize silage immediately after ensiling cannot be recommended. After the two-month storage period, the lactic fermentation process in the silages was completed, the charge of the various microorganisms was in most cases in the normal range, and the silages had a better aerobic stability. Both the removal of a larger layer and treatment with a silage additive improved the aerobic stability of the silage yet further.

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

- Weissbach F. & Kuhla S., 1995. Stoffverluste bei der Bestimmung des Trockenmassegehaltes von Silagen und Grünfütter: Entstehende Fehler und Möglichkeiten der Korrektur, *Übersichten Tierernährung* 23, 189–214.
- Wichert B., Kienzle E. & Bauer J., 1998. Palatability and intake of silage in dairy cows in relation to hygienic quality. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 80, 253–259.
- Wyss U. & Reidy B., 2014. Silage-Qualität wird oft überschätzt. *Die Grüne* 22, 27–29.
- Wyss U., 2015. Einsilieren und sofort wieder entnehmen? *Siloztyg* 105, 10–11.