



Aptitude à l'ensilage et qualité d'ensilage des graminées et des légumineuses¹

U. WYSS, Station de recherche Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, 1725 Posieux

 E-mail: ueli.wyss@alp.admin.ch
Tél. (+41) 26 40 77 214.

Résumé

L'aptitude à l'ensilage et la qualité d'ensilage de sept espèces de graminées et de trois espèces de légumineuses ont été examinées. Pour les premier, deuxième et quatrième cycles de végétation, les différentes espèces ont été préfanées jusqu'à 30-35% de MS, finement hachées et ensilées dans des silos de laboratoire. Les espèces se sont différenciées au niveau de la teneur en matière azotée, en cellulose brute et en sucre, de même qu'au niveau du pouvoir tampon. Les coefficients de fermentation ont varié de 36 à 72 d'une espèce à l'autre. Le fourrage issu du premier cycle a présenté les valeurs les plus élevées et celui du quatrième cycle, les plus basses. En outre, les coefficients de fermentation ont été plus bas pour les légumineuses que pour les graminées. Des différences parmi les espèces de graminées ont également été constatées: les ray-grass, riches en sucre, ont enregistré en moyenne des valeurs plus élevées (56) que le dactyle (39). Dans les légumineuses, la luzerne a enregistré des valeurs plus faibles (38) que le trèfle blanc (47) et le trèfle violet (45). La qualité fermentaire de tous les ensilages du premier cycle était qualifiée de bonne à très bonne, contrairement à la qualité des ensilages du quatrième cycle et surtout du deuxième. Les coefficients de fermentation ont davantage influencé directement la qualité de fermentation des ensilages (points DLG) que les teneurs en sucres et en cellulose brute de la matière première. Le trèfle blanc et le trèfle violet ont également fourni des ensilages de bonne qualité. A l'inverse, le dactyle et la luzerne ont présenté les qualités de fermentation les plus mauvaises.



Les différentes plantes ont été préfanées, hachées finement et ensilées dans des silos de laboratoire.

Introduction

L'aptitude à l'ensilage est déterminée par des propriétés chimiques, physiques et microbiologiques des plantes. En tant que substrats nutritifs pour les micro-organismes, les sucres ont une grande importance dans ce processus. Les graminées ont en général des teneurs en sucres plus élevées que les légumineuses, d'où leur réputation d'être plus

faciles à ensiler (Thaysen, 2004). Les légumineuses, quant à elles, se caractérisent par des teneurs en matière azotée plus élevées, ainsi qu'en autres substances tampons (comme la teneur en composants basiques de cendres), ce qui rend l'ensilage plus difficile. Or, les travaux antérieurs effectués à ALP (Vogel, 1994) montrent que le fourrage des prairies équilibrées et riches en trèfle blanc était, à un stade de développe-

ment et à un degré de préfanage comparables, plus facile à ensiler que celui des prairies riches en graminées. De même, dans des essais comparatifs entre trèfle blanc, ray-grass anglais, dactyle et diverses autres plantes, la qualité fermentaire des ensilages contenant les

¹Traduction de l'article «Silierbarkeit und Silagequalität von Gräsern und Leguminosen» paru dans *Agrarforschung* 13 (10), 2006.

deux espèces de graminées n'était pas meilleure (Wyss et Vogel, 1999). C'est pourquoi l'aptitude à l'ensilage et la qualité fermentaire de différentes espèces de graminées et de légumineuses ont fait l'objet des travaux présentés ici.

Déroulement de l'essai

Dans les essais d'ensilage effectués en 2002, les plantes suivantes ont été utilisées: ray-grass anglais et italien, dactyle, fétuque des prés, pâturin des prés, fléole des prés et vulpin des prés chez les graminées, trèfle blanc, trèfle violet et luzerne chez les légumineuses. La plupart des plantes ont été semées en culture pure à des fins de démonstration à l'Ecole d'agriculture de Grangeneuve, à l'exception du dactyle et de la luzerne qui provenaient de parcelles d'essai d'ALP. Pour les essais d'ensilage, du fourrage des premier, deuxième et quatrième cycles a été utilisé, il a été fauché le 14 mai, le 25 juin (à six semaines) et le 22 août (à cinq semaines). Le fourrage destiné à l'ensilage a été préfané à 30-35% de matière sèche (MS), haché à 2 cm et ensilé dans des silos de laboratoire (1,5 l). Deux silos par variante ont été remplis. Lors de l'ensilage, les teneurs en MS, en cendres, en matière azotée, en cellulose brute, en sucres (S) et en nitrates ont été déterminées, de même que le pouvoir tampon (PT). Selon la formule établie par Schmidt *et al.* (1971), il est possible de calculer les



Un ensilage de bonne qualité peut également être réalisé avec du trèfle blanc préfané (photo René Vogel).

coefficients de fermentation (CF) au moyen des teneurs en MS, en S et du PT ($CF = MS + 8 \times S/PT$). Après une durée d'entreposage d'environ 150 jours, les silos ont été ouverts et les nutriments à nouveau analysés, en plus des paramètres de fermentation (valeur pH, acides de fermentation, éthanol et ammoniac). Lors du désilage, la stabilité aérobie des ensilages a été suivie au moyen de mesures de température.

Résultats

Nutriments dans le fourrage vert

Lors de l'ensilage, les teneurs en MS des différentes plantes n'atteignaient pas toujours les 30 à 35% souhaités (tabl.1). En général, les teneurs en MS

Tableau 1. Teneurs en matière sèche (MS), en nutriments, en nitrate, pouvoir tampon et coefficient de fermentation du fourrage vert.

Espèces	Cycle	MS %	Cendres (g/kg MS)	Matière azotée (g/kg MS)	Cellulose brute (g/kg MS)	Sucres (g/kg MS)	Nitrates (g/kg MS)	Pouvoir tampon (g acide lactique/kg MS)	CT
Ray-grass d'Italie	1	34,7	72	118	206	167	< 0,5	45	65
Ray-grass anglais	1	34,3	68	113	225	165	< 0,5	35	72
Dactyle	1	31,2	100	195	255	77	< 0,5	71	40
Fétuque des prés	1	35,7	71	131	249	133	< 0,5	43	61
Fléole des prés	1	33,7	60	114	254	110	< 0,5	34	59
Vulpin des prés	1	39,4	73	127	275	93	< 0,5	41	58
Trèfle blanc	1	34,0	94	238	140	129	< 0,5	53	53
Trèfle violet	1	26,4	98	187	173	147	< 0,5	56	47
Luzerne	1	29,6	104	227	227	109	0,6	79	41
Ray-grass d'Italie	2	34,4	75	156	303	102	2,7	41	54
Ray-grass anglais	2	33,3	98	200	252	103	3,0	47	51
Dactyle	2	32,0	107	134	327	44	0,6	70	37
Fétuque des prés	2	44,6	93	198	239	99	2,7	50	60
Pâturin des prés	2	36,9	80	160	288	97	1,0	49	53
Fléole des prés	2	34,0	72	140	277	81	0,8	44	49
Vulpin des prés	2	39,0	92	181	280	85	3,6	55	51
Trèfle blanc	2	34,0	102	202	215	98	1,1	61	47
Trèfle violet	2	33,3	97	175	245	106	0,5	57	48
Luzerne	2	30,2	120	210	314	63	3,8	81	36
Ray-grass d'Italie	4	34,8	92	128	235	107	< 0,5	63	49
Ray-grass anglais	4	32,6	98	142	245	97	< 0,5	73	43
Dactyle	4	32,7	102	161	293	60	2,6	71	39
Fétuque des prés	4	35,1	95	161	272	82	1,0	63	46
Pâturin des prés	4	34,2	84	183	289	44	1,0	62	40
Fléole des prés	4	35,2	80	160	265	76	< 0,5	57	46
Vulpin des prés	4	36,8	93	138	303	67	< 0,5	64	45
Trèfle blanc	4	31,6	118	254	189	94	3,0	76	42
Trèfle violet	4	28,2	117	209	215	110	2,1	89	38
Luzerne	4	30,5	111	210	292	71	4,7	83	37

CT: coefficient de fermentation.

des trois espèces de légumineuses étaient en moyenne plus basses (30,9%) que celles des différentes graminées (35,2%). Comme les légumineuses avaient des teneurs en MS plus basses que les graminées au champ déjà, elles ont dû être préfanées plus longtemps; c'est pourquoi certains postes n'ont pu être ensilés que le deuxième jour après le fauchage.

Les concentrations en nutriments, le pouvoir tampon, la teneur en nitrates ainsi que les coefficients de fermentation des graminées et des légumineuses analysées sont représentés par cycle dans le tableau 1. La teneur en cendres des légumineuses dépassait de 26% celle des graminées. Dans les graminées comme dans les légumineuses, la teneur en cendres augmente légèrement d'un cycle à l'autre. Des différences entre graminées et légumineuses ont aussi été constatées dans les teneurs en matière azotée et en cellulose brute. Les trois espèces de légumineuses présentaient lors du premier et du quatrième cycle des teneurs en matière azotée plus élevées de 63 et 46% que les graminées; en revanche, leur teneur en cellulose brute était en moyenne inférieure de 16% à celle des graminées. Pourtant, à l'intérieur même des différentes espèces de graminées et de légumineuses, la te-

neur en cellulose brute a varié. Les teneurs les plus élevées ont été observées chez le dactyle et le vulpin des prés, de même que chez la luzerne. La teneur en sucres a diminué en moyenne de 34% entre le premier et le quatrième cycle. Comme on pouvait s'y attendre, les deux espèces de ray-grass ont atteint les valeurs les plus élevées parmi les graminées, dans le premier cycle et également dans les autres (von Borstel *et al.*, 2003; Jänicke, 2006), tandis que le dactyle s'est distingué par les teneurs en sucres les plus basses. Le trèfle violet et le trèfle blanc ont également fourni des teneurs en sucres élevées.

Concernant les nitrates, les graminées et les légumineuses en contenaient moins au premier cycle qu'aux deuxième et quatrième cycles. Seule la teneur en nitrates de la luzerne au quatrième cycle (4,7 g/kg MS) se situait dans le domaine indiqué par Kaiser (1994) pour un ensilage réussi (4,4 à 13,3 g/kg de MS).

Les coefficients de fermentation ont diminué d'environ 12% d'un cycle à l'autre. On peut expliquer ce phénomène d'une part par la diminution de la teneur en sucres et, d'autre part, par l'augmentation du pouvoir tampon. Les coefficients de fermentation étaient en général plus bas chez les espèces de légumineuses que chez les graminées, ce

qui s'explique par des teneurs en MS plus basses et un pouvoir tampon plus élevé. Parmi les graminées et les légumineuses, le dactyle et la luzerne ont enregistré les valeurs les plus basses dans tous les cycles.

Qualité fermentaire des ensilages

Tous les ensilages du premier cycle se sont distingués par une bonne à très bonne qualité de fermentation. Selon l'échelle d'évaluation DLG (Weissbach et Honig, 1992), les ensilages ont obtenu entre 74 et 98 points (tabl. 2). Les teneurs en acide butyrique étaient toutes inférieures à 5 g/kg de MS. Dans quelques cas, les valeurs d'azote ammoniacal par rapport à l'azote total dépassaient le seuil de 10% séparant un bon ensilage d'un défectueux. Les trois ensilages de légumineuses ont enregistré des teneurs en acide lactique plus élevées que les ensilages de graminées.

Les ensilages du deuxième cycle étaient tous de moins bonne qualité que ceux du premier cycle, avec des points DLG variant entre 0 et 83. Parmi les graminées, en dépit de coefficients de fermentation relativement élevés, seules deux espèces (fléole des prés et vulpin des prés) ont atteint plus de 70 points DLG.

Tableau 2. Paramètres fermentaires et points DLG dans les ensilages.

Espèces	Cycle	MS (%)	pH	N-NH ₃	Acide lactique (g/kg MS)	Acide acétique (g/kg MS)	Acide butyrique (g/kg MS)	Acide propionique (g/kg MS)	Ethanol (g/kg MS)	Pertes gazeuses (%)	Points DLG
				N tot. (%)							
Ray-grass d'Italie	1	33,0	4,6	10	26	12	2	0	10	3,4	92
Ray-grass anglais	1	31,9	4,7	15	26	12	3	0	15	4,7	80
Dactyle	1	31,0	4,9	8	61	11	4	0	9	3,6	74
Fétuque des prés	1	33,9	4,7	15	49	18	2	5	13	5,0	82
Fléole des prés	1	32,2	4,4	6	24	17	1	4	11	3,1	98
Vulpin des prés	1	37,1	4,6	10	18	23	4	1	11	5,0	85
Trèfle blanc	1	31,1	4,2	6	84	24	0	10	5	2,6	98
Trèfle violet	1	24,9	4,1	7	137	31	0	4	5	3,1	97
Luzerne	1	28,8	4,6	12	106	32	0	0	10	4,4	82
Ray-grass d'Italie	2	34,1	4,9	23	29	9	0	0	4	3,9	66
Ray-grass anglais	2	32,3	5,3	20	27	6	0	0	3	3,3	58
Dactyle	2	30,6	5,7	17	4	8	12	5	4	6,4	22
Fétuque des prés	2	43,5	5,6	8	3	3	1	0	15	2,9	63
Pâturin des prés	2	35,6	5,2	20	28	3	2	0	8	4,8	60
Fléole des prés	2	32,7	5,0	13	21	3	1	0	7	3,0	75
Vulpin des prés	2	39,2	5,1	10	23	5	1	0	4	1,7	78
Trèfle blanc	2	32,4	4,8	13	46	7	2	0	3	2,8	83
Trèfle violet	2	31,3	4,8	10	41	8	3	0	7	4,0	81
Luzerne	2	28,8	6,1	26	29	41	5	6	7	6,5	0
Ray-grass d'Italie	4	32,9	4,6	8	57	10	4	0	2	3,7	86
Ray-grass anglais	4	30,6	4,9	10	101	5	12	0	4	5,3	58
Dactyle	4	31,9	4,9	7	156	8	0	0	1	1,8	87
Fétuque des prés	4	34,0	5,2	11	104	3	3	0	3	4,0	68
Pâturin des prés	4	34,1	5,6	14	45	5	5	0	4	5,2	43
Fléole des prés	4	33,9	5,2	9	73	6	1	0	3	2,5	76
Vulpin des prés	4	36,3	5,0	9	67	3	6	0	4	4,0	66
Trèfle blanc	4	30,9	4,4	8	52	14	0	0	2	1,9	98
Trèfle violet	4	27,6	4,5	6	56	20	0	0	1	2,2	93
Luzerne	4	29,8	5,1	12	31	26	0	1	1	3,7	66

N-NH₃/N tot.: proportion d'azote ammoniacal par rapport à l'azote total.

Parmi les légumineuses, les ensilages de trèfle violet et de trèfle blanc ont également enregistré plus de 70 points. Du fourrage avec un coefficient de fermentation supérieur à 45, qualifié de facile à ensiler, ne conduit pas forcément – du moins pas encore – à des ensilages exempts d'acide butyrique et à une bonne qualité. Selon Weissbach et Honig (1996), il doit y avoir, en plus d'un coefficient de fermentation élevé, une teneur minimale en nitrates supérieure à 0,5 g/kg de MS et une concentration de bactéries lactiques épiphytes supérieure à 100 000/g de matière fraîche. Le dactyle et la luzerne, qui ont enregistré les coefficients de fermentation les plus bas (37 et 36), se sont caractérisés par une mauvaise qualité de fermentation. Ces ensilages avaient des valeurs pH, une proportion de l'azote total sous forme ammoniacale de même qu'une teneur en acide butyrique ou en acide acétique élevées. Leurs pertes de gaz fermentaire étaient également les plus importantes. La mauvaise qualité d'ensemble de ces deux ensilages peut être attribuée aux teneurs en sucres plus basses et aux teneurs en cellulose brute plus élevées. Comme le fourrage a été plus difficile à compacter, la fermentation lactique s'est révélée moins intense et la valeur pH moins élevée.

Au quatrième cycle, la qualité fermentaire était dans l'ensemble un peu meilleure qu'au deuxième, avec des points DLG variant entre 43 et 93, mais moins bonne qu'au premier. Les deux espèces de légumineuses (trèfle violet et trèfle blanc) se sont bien démarquées. La meilleure qualité de fermentation des graminées, en dépit de coefficients de fermentation plus bas, s'explique certainement à nouveau par le fait que la plupart des graminées de ce cycle n'étaient qu'au stade végétatif et ne formaient plus de tige. D'où une fermentation lactique plus intense pour quelques espèces de graminées, comme le montrent les teneurs en acide lactique.

L'analyse des échantillons de tous les cycles montre qu'avec une teneur en cellulose brute décroissante et une teneur en sucres croissante dans le fourrage vert, les ensilages atteignent un nombre de points DLG plus élevé (fig.1). En revanche, la teneur en matière azotée ou teneur en cendres n'influence que faiblement, voire pas du tout, le nombre de points DLG. De même, les coefficients de fermentation n'ont qu'une faible incidence positive sur le nombre de points DLG (fig. 2).

Des ensilages de bonne qualité ont pu être produits avec les deux espèces de légumineuses (trèfle blanc et trèfle violet), ce qui confirme les résultats de

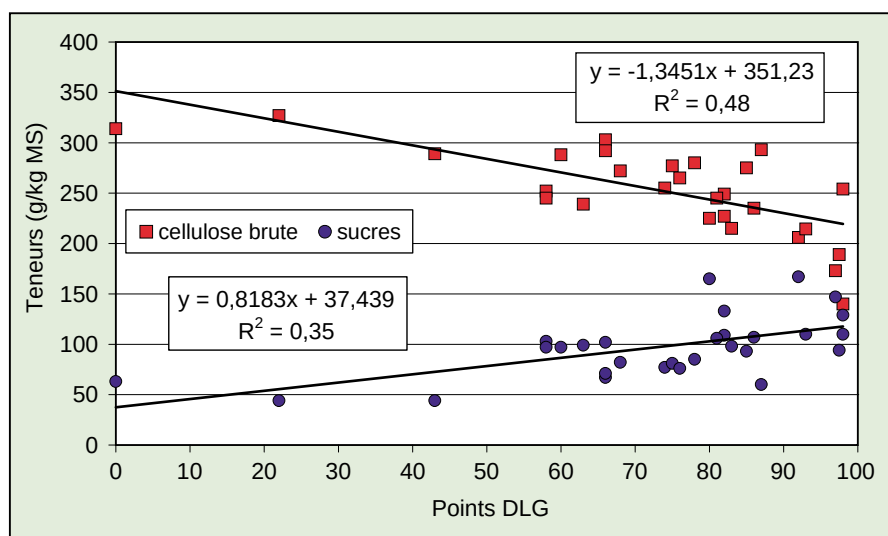


Fig. 1. Relation entre la teneur en cellulose brute et en sucres dans le fourrage vert et les points DLG des ensilages.

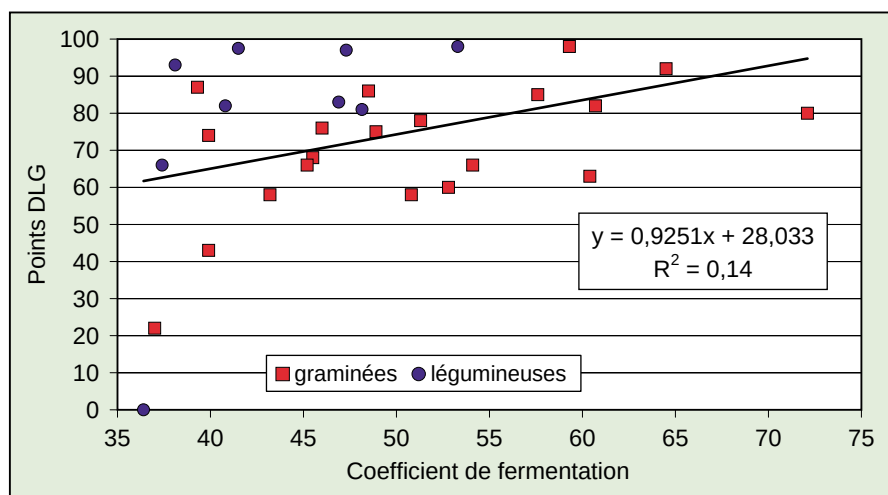


Fig. 2. Relation entre le coefficient de fermentation du fourrage vert et les points DLG des ensilages.

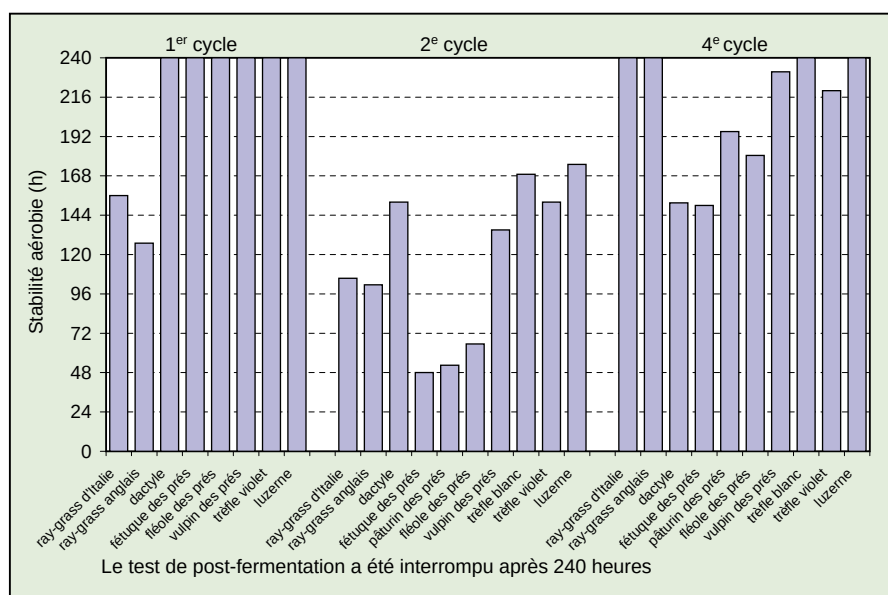


Fig. 3. Stabilité aérobie des ensilages après le désilage.

Vogel (1994); à la condition toutefois de préfaner le fourrage, ce qui entraîne une période de préfanage plus longue qu'avec les graminées.

Stabilité aérobie

Un relevé des températures a été effectué pendant dix jours après l'ouverture des silos; des différences de stabilité aérobie sont apparues entre les espèces étudiées et en particulier entre les cycles (fig. 3). Dans le premier cycle, seuls les ensilages des deux espèces de ray-grass se sont échauffés, en revanche des post-fermentations sont apparues dans tous les ensilages du deuxième cycle. Au quatrième cycle, les ensilages se sont à nouveau échauffés, cependant moins rapidement qu'au deuxième cycle. Il est frappant de constater qu'au quatrième cycle, les deux ensilages de ray-grass ne se sont pas échauffés. Ceux de légumineuses ne se sont pas échauffés non plus, du moins pas aussi rapidement que ceux des différentes espèces de graminées.

Les corrélations entre la stabilité aérobie et les points DLG (corrélation: 0,27) ainsi qu'entre la stabilité aérobie et la teneur en sucres résiduels (-0,19) ne sont pas très élevées. Une corrélation plus importante a été relevée entre la stabilité aérobie et la teneur en acide acétique (0,51).

Bibliographie

- Jänicke H., 2006. Pflanzenbauliche Massnahmen zur Beeinflussung der Gärqualität. In: *Praxis-handbuch Futterkonservierung*, DLG-Verlag, Frankfurt am Main.
- Kaiser E., 1994. Zur Bedeutung des Nitratgehaltes im Grünfutter für die Silagequalität. *VDLUFA-Schriftenreihe* 38, 445-448.
- Schmidt L., Weissbach F., Wernecke K. D. & Hein E., 1971. Erarbeitung von Parametern für die Vorhersage und Steuerung des Gärungsverlaufes bei der Grünfuttersilierung. Forschungsbericht, Oskar-Kellner-Institut für Tiernährung Rostock.
- Thaysen J., 2004. Die Produktion von qualitativ hochwertigen Grassilagen. *Übersichten Tierernährung* 32 (1), 57-102.
- Vogel R., 1994. Composition botanique et aptitude à l'ensilage du fourrage légèrement préfané. *Revue suisse Agric.* 26 (3), 181-187.
- von Borstel U., Sommer M. & Meyer S., 2003. Untersuchungen zur Kennzeichnung der Gärreignung verschiedener Gräserarten. *Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau* 5, 213-216.
- Weissbach F. & Honig H., 1992. Ein neuer Schlüssel zur Beurteilung der Gärqualität von Silagen auf der Basis der chemischen Analyse. Proc. 104 VDLUFA Kongress, Göttingen, 489-494.
- Weissbach F. & Honig H., 1996. Über die Vorhersage und Steuerung des Gärungsverlaufs bei der Silierung von Grünfutter aus extensivem Anbau. *Landbauforschung Völkenrode* 1, 10-17.
- Wyss U. & Vogel R., 1999. Aptitude à l'ensilage des différentes «autres plantes» des prairies intensives. *Revue suisse Agric.* 31 (5), 249-253.

Conclusions

- ❑ Les graminées et les légumineuses se différencient au niveau des nutriments. Des différences existent également entre les diverses espèces de graminées et de légumineuses.
- ❑ Les teneurs en sucres et les coefficients de fermentation diminuent entre le premier et le quatrième cycle. Les deux espèces de ray-grass ont fourni les teneurs en sucres les plus élevées. Le trèfle violet et le trèfle blanc ont enregistré des valeurs semblables à celles de la plupart des graminées. Quant au dactyle et à la luzerne, ils ont enregistré les valeurs les plus basses.
- ❑ Des coefficients de fermentation élevés ne signifient pas forcément que les ensilages sont de bonne qualité.
- ❑ Indépendamment de l'espèce de la plante, les ensilages préfanés du premier cycle ont présenté une meilleure qualité fermentaire que ceux du quatrième et surtout du deuxième cycle. Dans ce contexte, les teneurs en cellulose brute et en sucres jouent un rôle important.
- ❑ De bons ensilages peuvent être réalisés avec le trèfle violet et le trèfle blanc, à condition de préfaner le fourrage.

Summary

Ensilability and silage quality of different grasses and legumes

The ensilability and the silage quality of seven grasses and three legumes from the first, second and fourth cut was investigated. The forage was pre-wilted to 30 to 35% DM, short chopped and ensiled in laboratory silos.

Ash, protein, fibre and sugar content as well as buffering capacity were different between the plant species. As a result, the fermentability coefficients varied between 36 and 72. The forage of the first cut had the highest values and the forage of the fourth cut the lowest ones. Furthermore, the fermentability coefficients of the legumes were lower compared to the grasses. But also within the grasses there were differences. The ray-grasses, which had the highest sugar contents, had on average higher values (56) than cocksfoot, which only had an average value of 39. Concerning the legumes, luzerne had lower values (38), than white and red clover (47 and 45).

All silages of the first cut had a good to a very good fermentation quality. The silages of the fourth and mainly of the second cut had an inferior quality. The relation between the fermentability coefficients and the fermentation quality (DLG-points) was not so high. A higher relation was found between the sugar content as well as between the fibre content and the fermentation quality. Silages of good quality can also be produced with white and red clover. The silages with luzerne and cocksfoot showed the lowest fermentation quality.

Key words: ensilability, fermentability coefficient, silage quality, grasses, legumes.

Zusammenfassung

Silierbarkeit und Silagequalität von Gräsern und Leguminosen

Von sieben Gräser- und drei Leguminosenarten wurden die Silierbarkeit und die Qualität der Silagen untersucht. Vom ersten, zweiten und vierten Aufwuchs wurden Proben auf 30 bis 35% Trockensubstanz angewelkt, kurz gehäckselt und in Laborsilos einsiliert. Die verschiedenen Arten unterschieden sich bezüglich Rohprotein-, Rohfaser-, Zucker- und auch der Pufferkapazität. Dies führte zu unterschiedlichen Vergärbarkeitskoeffizienten, die zwischen 36 und 72 variierten. Das Futter des ersten Aufwuchses wies die höchsten und dasjenige des vierten Aufwuchses die tiefsten Werte auf. Zudem waren die Vergärbarkeitskoeffizienten bei den Leguminosenarten tiefer als bei den Gräsern. Doch auch innerhalb der Gräserarten gab es Unterschiede. Die zuckerreichen Raigräser wiesen im Durchschnitt mit 56 höhere Werte auf als das Knaulgras, welches nur einen Durchschnittswert von 39 erreichte. Bei den Leguminosenarten hatte die Luzerne mit 38 tiefere Werte als der Rot- und Weissklee, die Durchschnittswerte 47 und 45 aufwiesen.

Alle Silagen vom ersten Aufwuchs zeichneten sich durch eine gute bis sehr gute Gärqualität aus. Schlechter schnitten die Silagen des vierten und vor allem des zweiten Aufwuchses ab. Die Gärqualität der Silagen (DLG-Punkte) wurde weniger direkt durch die Vergärbarkeitskoeffizienten, sondern stärker durch den Zucker- und Rohfasergehalt des Ausgangsmaterials beeinflusst. Auch mit Rot- und Weissklee konnten Silagen von guter Gärqualität hergestellt werden. Die schlechteste Gärqualität wiesen die Silagen mit Knaulgras und Luzerne auf.