

Qualité des ensilages plantes entières de triticale, d'avoine et de pois fourragers

Ueli Wyss et Yves Arrigo

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

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



Le fourrage haché a été ensilé dans des silos de laboratoire. (Photo: Yves Arrigo, Agroscope)

Introduction

En Suisse, on cultive et ensile toujours davantage de céréales plantes entières associées à des pois fourragers, et ce principalement pour deux raisons. D'une part, il est possible de semer ces plantes à l'automne, après la récolte du maïs, pour récolter le fourrage l'été suivant. D'autre part, on améliore ainsi l'apport en fourrage structuré des vaches laitières ou des vaches allaitantes. Les mélanges céréales-protéagineux sont particulière-

ment cultivés dans les régions peu adaptées à la culture du maïs et dans des exploitations biologiques (Thaysen 2010).

En France, les ensilages plantes entières sont utilisés comme réserves de fourrage en cas de période de sécheresse (Brunschwig 2011). Entre 1985 et 1990, Agroscope avait entrepris des essais d'ensilage avec du triticale et un mélange d'orge et de pois fourragers (Schneider *et al.* 1991; Wyss 1994) et en avait tiré les conclusions suivantes: si les plantes sont récoltées à un stade de développe-

ment trop précoce (stade laiteux), le rendement maximal n'est d'une part pas atteint et les ensilages présentent d'autre part souvent des teneurs en acide butyrique élevées. Si au contraire les plantes sont récoltées tardivement, elles peuvent déjà perdre des graines et le fourrage plus grossier sera alors plus difficile à compacter, avec le risque de présence de moisissures et d'échauffement lors du désilage.

Le moment idéal de récolte se situe au milieu du stade pâteux (environ deux à trois semaines avant la récolte des grains). A ce moment, les plantes présentent une teneur en matière sèche (MS) de 35 %. Pour empêcher la fermentation butyrique et donc améliorer la stabilité aérobie du fourrage au moment du désilage, il est conseillé d'utiliser un agent conservateur d'ensilage. En empêchant les fermentations indésirables provoquées par des bactéries butyriques, l'agent prévient les post-fermentations.

A l'automne 2011 et 2012, divers mélanges composés de triticales, d'avoine et de pois fourragers ont été cultivés à Agroscope à Posieux. En 2012, des cultures de triticales, d'avoine et de pois fourragers ont en outre été cultivées seules afin d'étudier l'additivité de la digestibilité dans les mélanges. Les essais de digestibilité ont été réalisés avec des moutons (Arrigo 2014; Arrigo *et al.* 2015). Ces essais ont permis d'analyser l'aptitude à l'ensilage des mélanges et des plantes seules et d'évaluer leur qualité.

Matériel et méthodes

Au cours des années 2012 et 2013, respectivement trois et deux mélanges composés de triticales, d'avoine et de pois fourragers ont été récoltés et ensilés à deux dates différentes (fig. 1). Les données détaillées de ces mélanges et les dates de récolte figurent dans le tableau 1. Par ailleurs, en 2013, des plantes de triticales, d'avoine et de pois fourragers ont été ensilées séparément. Le fourrage a été haché et ensilé dans des silos de laboratoire d'une capacité de 1,5 litre (trois répétitions par variante). Lors de l'ensilage, des échantillons ont été prélevés pour déterminer la matière sèche (MS) et les nutri-

Résumé ■ En 2012 et 2013, des essais ont été menés à Agroscope avec divers mélanges de triticales, d'avoine et de pois fourragers et également avec ces plantes seules. Le fourrage à ensiler a été prélevé à deux dates, haché et ensilé dans des silos de laboratoire. En outre, dans certains mélanges, l'influence d'un agent conservateur d'ensilages sur la fermentation principale et les postfermentations a été étudiée.

Le fourrage à ensiler présentait d'une part des teneurs en sucres et des coefficients de fermentation élevés et d'autre part des teneurs en nitrate basses.

Les mélanges et les plantes seules, ensilés au premier prélèvement, affichaient des teneurs en acide butyriques relativement élevées et par conséquent une mauvaise qualité d'ensilage. Parmi les trois plantes contenues dans le mélange, c'est en particulier l'avoine qui est à l'origine de la mauvaise qualité. Par l'ajout d'un agent conservateur d'ensilage chimique, la formation d'acide butyrique et d'éthanol de même que les pertes gazeuses ont pu être réduites et la stabilité aérobie des ensilages améliorée.

Tableau 1 | Quantité de semences (kg/ha) et date de prélèvement

Mélange	Triticale	Avoine	Pois fourragers	1 ^{re} date de prélèvement	2 ^e date de prélèvement
A 90/40/30	90	40	30	14.06.2012	28.06.2012
B 90/30/40	90	30	40		
C 90/20/50	90	20	50		
D 90/40/50	90	40	50	27.06.2013	11.07.2013
E 90/40/75	90	40	75		



Figure 1 | A la première date de prélèvement, les plantes ont été fauchées avec une motofaucheuse. (Photo: U. Wyss, Agroscope)

ments de même que la teneur en nitrate et le pouvoir tampon. Les coefficients de fermentation ont été calculés sur la base de la teneur en MS, de la teneur en sucres (hydrates de carbone hydrosolubles) et du pouvoir tampon (Weissbach et Honig 1996). Après une durée de

conservation de 90 jours, les silos de laboratoire ont été ouverts et une série d'échantillons prélevée. En plus des nutriments, les paramètres de fermentation (pH, acides fermentaires, ammoniac et éthanol) ont été analysés. Les pertes gazeuses ont été calculées selon les diffé-

Tableau 2 | Composants du matériel initial au moment de l'ensilage

Fourrage	Date de prélèvement	MS %	Cendres g/kg MS	Matière azotée g/kg MS	Cellulose brute g/kg MS	ADF g/kg MS	NDF g/kg MS	Sucres g/kg MS	Amidon g/kg MS	Nitrates g/kg MS	Pouvoir tampon g/kg MS	CF
A 90/40/30	14.06.2012	29,5	43	89	296	323	554	254	–	0,1	34	90
B 90/30/40		28,7	49	90	309	345	588	173	–	0,8	37	66
C 90/20/50		30,8	43	82	289	325	544	279	–	0,2	31	103
A 90/40/30	28.06.2012	36,8	47	79	293	345	559	142	120	0,2	34	69
B 90/30/40		36,8	48	82	294	347	549	136	135	0,3	37	69
C 90/20/50		35,9	51	74	282	316	532	150	121	0,1	31	74
D 90/40/50	27.06.2013	27,0	49	78	327	360	569	216	< 10	0,1	49	62
E 90/40/75		23,2	60	99	338	370	565	168	34	0,4	62	45
D 90/40/50	11.07.2013	35,7	44	72	297	323	529	148	138	0,3	42	64
E 90/40/75		32,5	49	83	295	339	518	156	113	0,2	48	59
Triticale	27.06.2013	34,1	38	56	306	337	552	313	< 10	< 0,1	33	109
Avoine		23,0	57	54	356	389	645	164	< 10	< 0,1	54	47
Pois fourragers		19,8	63	143	277	302	389	180	115	0,1	65	42
Triticale	11.07.2013	38,1	38	58	293	315	511	264	105	< 0,1	29	112
Avoine		32,5	49	50	320	360	592	92	124	< 0,1	45	49
Pois fourragers		25,6	62	133	270	326	402	215	114	0,3	64	52

MS: matière sèche; CF: coefficient de fermentation

ADF: lignocellulose; NDF: parois cellulaires; sucres: hydrates de carbone hydrosolubles.

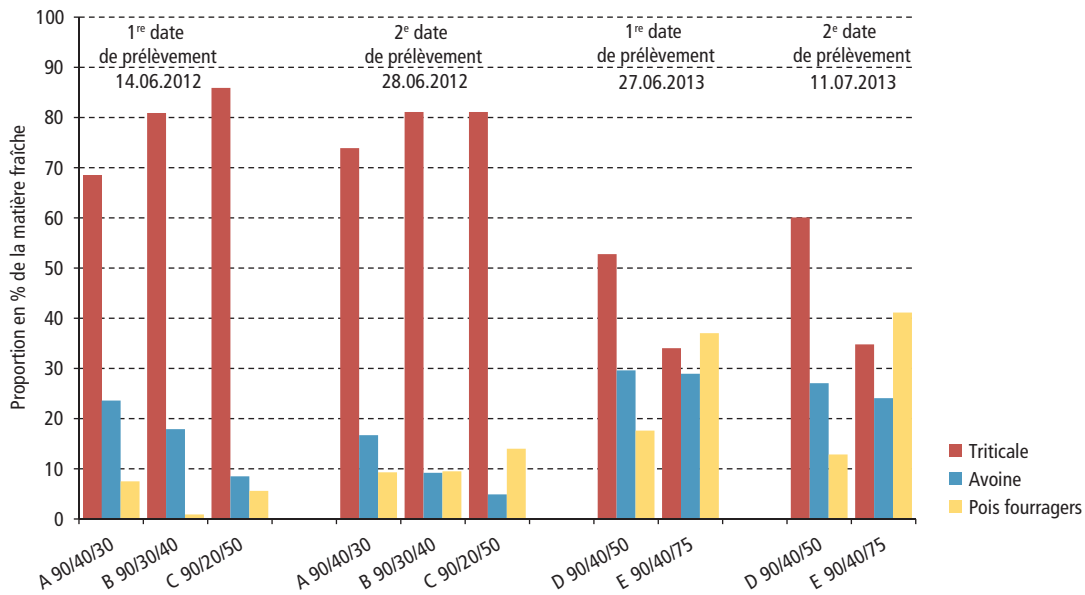


Figure 2 | Proportions des trois plantes dans les divers mélanges lors des deux années d'essai et dates de récolte.

rences de poids entre le début et la fin de l'essai. La stabilité aérobie a été déterminée au moyen de mesures de la température, relevées et enregistrées toutes les 30 minutes. Ces relevés ont été effectués sur une période de 9 à 14 jours. Les ensilages ont été qualifiés de stables du point de vue aérobie aussi longtemps que la température des ensilages ne dépassait pas la température ambiante de plus de 1° C.

Le fourrage des trois mélanges de la première année d'essai (2^e récolte) et de tous les mélanges de la deuxième année d'essai ont été ensilés avec et sans agent conservateur. L'agent conservateur utilisé, le Kofasil Ultra, est un produit chimique contenant de l'hexamine, du nitrite de sodium, du benzoate de sodium et du propionate de sodium. Le dosage s'élevait à 4 l ou 4,7 kg par tonne de fourrage.

Tableau 3 | Composants des ensilages

Fourrage	Date de prélèvement	Cendres g/kg MS	Matière azotée g/kg MS	Cellulose brute g/kg MS	ADF g/kg MS	NDF g/kg MS	Sucres g/kg MS	Amidon g/kg MS
A 90/40/30	14.06.2012	50	95	377	422	650	104	–
B 90/30/40		57	98	394	436	672	49	–
C 90/20/50		51	91	346	380	598	93	–
A 90/40/30	28.06.2012	39	84	316	352	559	98	97
B 90/30/40		45	101	304	338	525	119	118
C 90/20/50		44	81	282	310	507	92	163
D 90/40/50	27.06.2013	47	83	350	388	604	66	8
E 90/40/75		62	102	349	390	582	89	13
D 90/40/50	11.07.2013	42	75	291	334	531	83	96
E 90/40/75		51	91	310	347	548	63	102
Triticale	27.06.2013	45	64	340	368	550	234	< 10
Avoine		54	57	386	449	731	39	< 10
Pois fourragers		69	154	289	344	387	89	63
Triticale	11.07.2013	40	62	309	341	527	111	65
Avoine		54	55	369	406	660	58	47
Pois fourragers		56	150	285	322	383	56	123

MS: matière sèche; ADF: lignocellulose; NDF: parois cellulaires; sucres: hydrates de carbone hydrosolubles.



Figure 3 | Le mélange triticales-avoine-pois à la deuxième date de prélèvement en 2013.
(Photo: U. Wyss, Agroscope)

Résultats et discussion

Matériel initial – Coefficients de fermentation élevés

On peut visualiser sur la figure 2 les proportions des trois plantes dans les différents mélanges par rapport à la matière fraîche au moment de la récolte. Alors que le triticales prédominait la première année, les mélanges contenaient davantage d'avoine et de pois fourragers la deuxième année (fig. 3).

En 2012, les plantes sont arrivées plus rapidement à maturité qu'en 2013. Au premier prélèvement, les deux variétés de céréales étaient au stade laiteux. Au deuxième, le triticales était au stade pâteux et l'avoine toujours au stade laiteux. Les teneurs en nutriments des divers mélanges et des plantes seules figurent dans le tableau 2. Les teneurs en MS ont augmenté en fonction de l'accroissement du degré de maturité et la plupart

Tableau 4 | Paramètres de fermentation des ensilages

Fourrage	Date de prélèvement	MS %	pH	Acide lactique g/kg MS	Acide acétique g/kg MS	Acide butyrique g/kg MS	Ethanol g/kg MS	NH ₃ /N tot. %	Points DLG	Pertes gazeuses %	Stabilité aérobie heures
A 90/40/30	14.06.2012	26,5	5,1	21	1	31	29	34	20	11,2	336
B 90/30/40		24,8	5,1	20	1	37	29	36	15	11,3	336
C 90/20/50		28,8	4,6	36	11	14	20	30	44	7,7	336
A 90/40/30	28.06.2012	33,2	4,4	36	13	4	12	8	93	2,8	204
B 90/30/40		32,3	4,4	35	18	1	7	9	100	1,9	293
C 90/20/50		35,0	4,2	41	17	1	8	7	100	2,0	295
D 90/40/50	27.06.2013	25,9	4,4	44	20	8	20	10	65	4,5	216
E 90/40/75		22,8	4,5	57	18	3	14	12	86	2,9	159
D 90/40/50	11.07.2013	34,0	4,6	33	15	4	12	11	89	3,4	259
E 90/40/75		31,0	4,7	36	11	13	14	10	51	4,5	312
Triticales	27.06.2013	32,8	4,5	25	9	12	19	9	58	4,2	312
Avoine		22,1	4,7	28	2	42	13	7	6	6,4	312
Pois fourragers		18,9	4,0	145	22	4	18	12	90	4,3	222
Triticales	11.07.2013	35,4	4,5	29	21	2	8	11	100	3,8	289
Avoine		30,0	5,1	19	1	21	22	10	31	7,1	312
Pois fourragers		24,4	4,3	123	27	0	13	10	93	3,4	198

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

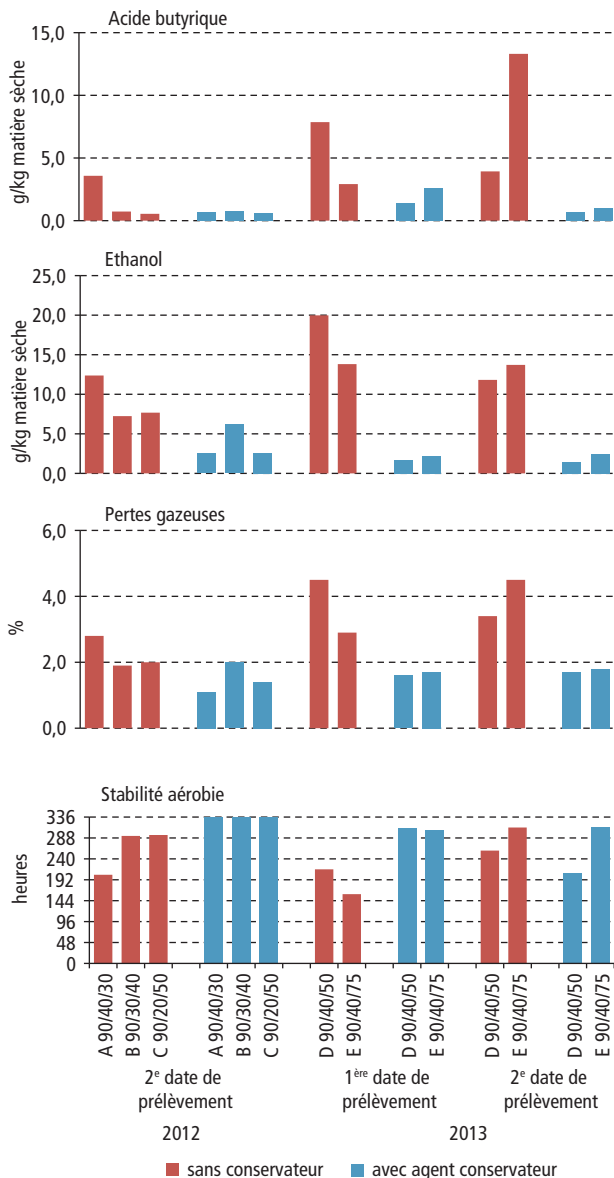


Figure 4 | Acide butyrique, éthanol, pertes gazeuses et stabilité aérobie des ensilages avec et sans agent conservateur d'ensilage.

des nutriments ont diminué, en faveur de l'amidon qui a augmenté. Les deux mélanges D et E, qui présentaient une proportion plus élevée de pois fourragers, ont affiché la même teneur en matière azotée que les mélanges A, B et C. Dans le cas des plantes seules, les pois fourragers se sont distingués par des teneurs en matière azotée plus élevées, une teneur en cendres brutes également plus élevée et des teneurs en constituants pariétaux plus basses. L'avoine présentait la teneur en constituants pariétaux la plus élevée et la teneur en sucres la plus basse.

En ce qui concerne l'aptitude à l'ensilage des mélanges et des plantes seules, tous affichaient des coefficients de fermentation relativement élevés. Si ces valeurs sont supérieures à 45, le fourrage est considéré comme facile à ensiler (Weissbach et Honig 1996). Par contre, la teneur en nitrate était dans l'ensemble assez basse et, selon Kaiser *et al.* (1999), le fourrage avec moins de 1 g de nitrate par kg de MS est considéré comme exempt de nitrate. Le nitrate freine la croissance des bactéries butyriques et empêche ainsi les fermentations butyriques.

Teneurs en acide butyrique en partie élevées

Les résultats des analyses de nutriments des ensilages figurent dans le tableau 3. Comparé à la matière première, la plupart des nutriments étaient plus élevés dans les ensilages, à l'exception des teneurs en sucres et en amidon. La teneur en sucres, par le biais du processus de fermentation, s'est abaissée de 50 % et la teneur en amidon de 75 % par rapport aux valeurs de la matière première. Dans le cas des ensilages de plantes seules, l'avoine a présenté les teneurs en constituants pariétaux les plus élevées et les pois fourragers les teneurs en protéines les plus élevées.

Dans le présent essai, comme cela se constate également dans des études antérieures (Weissbach et Haacker 1988; Schneider *et al.* 1991), des teneurs en acides butyriques plus élevées ont aussi été enregistrées dans certains ensilages (tabl. 4). C'était le cas en particulier dans les ensilages du premier prélèvement, autrement dit les ensilages réalisés avec le fourrage qui affichait les teneurs en MS les plus basses. En conséquence, ces ensilages présentaient aussi des pH plus élevés, un nombre de points DLG plus bas et les pertes gazeuses les plus élevées. Selon Weissbach et Haacker (1988), ce phénomène est dû aux teneurs en nitrate basses dans le matériel initial et donc à l'absence d'effet inhibiteur sur les spores de bactéries butyriques. Dans le cas des plantes seules, l'avoine en particulier a été fortement touché par la formation d'acide butyrique. Les teneurs en constituants pariétaux plus élevées et le caractère grossier du fourrage de même que la fermentation lactique moins intense et la baisse du pH ont certainement joué un rôle. Les ensilages d'avoine présentaient également le nombre de points DLG le plus bas. Quant aux ensilages de pois fourragers, ils ont aussi créé la surprise, car ils présentaient les teneurs en acide lactique les plus élevées et donc les pH les plus bas.

Les analyses relatives à la stabilité aérobie ont montré que les ensilages restaient assez stables lors du désilage. Les teneurs en acide butyrique en partie élevées, qui du point de vue de la qualité fermentaire sont certes indésirables, ont inhibé l'activité des levures et amélioré la stabilité des ensilages.

Agents conservateurs et qualité de l'ensilage

L'utilisation d'un agent conservateur a influencé d'une part la fermentation initiale et, d'autre part, les postfermentations. Comme on peut le voir sur la figure 4, l'utilisation d'un agent conservateur réduit les teneurs en acide butyrique et en éthanol dans les ensilages. Ceci est probablement dû à l'effet inhibiteur des substances actives chimiques sur les bactéries butyriques et les levures. En réduisant les fermentations indésirables, les pertes gazeuses étaient plus faibles dans les ensilages traités que dans les ensilages non traités. En moyenne, les ensilages traités ont atteint 94 points DLG tandis que les ensilages non traités affichaient seulement 83 points. Les pH et les teneurs en acide lactique et acétique étaient pratiquement identiques avec et sans agent conservateur d'ensilages. Par contre, on a relevé tant dans les ensilages traités que dans ceux non traités en moyenne 118 et 87 g de sucres hydrosolubles, ce que l'on peut aussi attribuer à la réduction des fermentations indésirables. L'agent conservateur a aussi montré un effet sur la stabilité aérobie. Dans pratiquement tous les cas, les ensilages traités se sont échauffés moins rapidement (fig. 4).

Conclusions

- La proportion d'avoine dans un mélange composé de céréales plantes entières et de pois fourragers ne devrait pas être trop élevée, car l'avoine influence négativement la qualité fermentaire des ensilages.
- Les mélanges de céréales plantes entières et de pois fourragers doivent être ensilés de préférence au stade pâteux, autrement dit avec une teneur en MS de 35%. Si l'on récolte le fourrage plus tôt, il y a davantage de problèmes avec l'acide butyrique.
- L'ajout d'un agent conservateur d'ensilage peut réduire la formation d'acide butyrique et améliorer la stabilité aérobie des ensilages. ■

Riassunto

Qualità degli insilati con piante intere di triticale, avena e piselli proteici

Nel 2012 e 2013, presso Agroscope a Posieux, sono state effettuate analisi con diverse miscele a base di triticale, avena e piselli proteici. I prodotti colturali sono stati mietuti in due date diverse, trinciati e insilati in silo da laboratorio. In alcune miscele, è stata inoltre analizzata l'influenza di un coadiuvante per l'insilamento sulla fermentazione principale e il riscaldamento successivo.

Nell'insilato sono stati da una parte individuati livelli elevati di zuccheri e di coefficienti di fermentazione e dall'altra tenori bassi di nitrati.

Le miscele e le erbe che sono state utilizzate dopo la prima data di raccolta presentavano in parte livelli relativamente alti di acido butirrico e pertanto anche una cattiva qualità di insilamento. Dei tre prodotti colturali contenuti nella miscela, in particolare l'avena era responsabile della cattiva qualità.

Tramite l'aggiunta di un coadiuvante chimico per l'insilamento, è stato possibile ridurre la formazione di acido butirrico ed etanolo e la perdita di gas di fermentazione e migliorare la stabilità aerobica degli insilati.

Summary

Quality of whole-crop silage from triticale, oats and forage peas

Experiments with various mixtures containing triticale, oats and forage peas were carried out at Agroscope Posieux in 2012 and 2013. The crops were harvested on two dates, chopped, and ensiled in laboratory silos. In addition, the influence of a chemical silage additive on lactic acid fermentation as well as the aerobic stability was studied for some mixtures. Results showed that the ensiled materials had high sugar contents, high fermentability coefficients, and low nitrate contents. Some of the mixtures and individual plants ensiled on the first date had a relatively high butyric acid content and hence poor silage quality. Of the three plants contained in the mixture, oats were particularly responsible for the poor quality. The addition of a chemical silage additive reduced butyric acid and ethanol formation as well as fermentation gas losses; in addition, it improved the aerobic stability of the silages.

Key words: whole crop silage, cereals, forage peas, silage quality, aerobic stability.

Bibliographie

- Arrigo Y., 2014. Estimation de la valeur nutritive d'ensilages de de mélanges protéagineux et céréales immatures. *Recherche Agronomique Suisse* 5 (2), 52-59.
- Arrigo Y., Henneberger S. & Wyss U., 2015. Digestibilité et dégradabilité d'ensilages protéagineux-céréales immatures et de leurs constituants. *Recherche Agronomique Suisse* 6 (4), 144-151.
- Brunschwig P., 2011. Ensiler des céréales immatures, dossier sécheresse, Institut de l'élevage. Accès: http://www.inst-elevage.asso.fr/spip.php?page=article_espace&id_espace=944&id_article=19868.
- Kaiser E., Weiss K. & Milimonka A., 1999. Untersuchungen zur Gärqualität von Silagen aus nitrattarmem Grünfütter. *Archives of Animal Nutrition* 52, 75-93.
- Schneider S., Vogel R. & Wyss U., 1991. Die Eignung von Triticale zur Bereitung von Ganzpflanzensilage. *Landwirtschaft Schweiz* 4 (8), 407-411.
- Thaysen J., 2010. Ganzpflanzensilage. Rationalisierungs-Kuratorium für Landwirtschaft, S. 867-920.
- Weissbach F. & Honig H., 1996. Über die Voraussage und Steuerung des Gärungsverlaufs bei der Silierung von Grünfütter aus extensivem Anbau. *Landbauforschung Völkenrode* 46 (1), 10-17.
- Weissbach F. & Haacker K., 1988. Über die Ursachen der Buttersäuregärung in Silagen aus Getreideganzpflanzen. *Das wirtschaftseigene Futter* 34, 88-99.
- Wyss U., 1994. Gärqualität von Gerste-Proteinerbsen-Ganzpflanzensilagen. *Agrarforschung* 1 (1), 19-21.