

Série Comparaison de systèmes Hohenrain II

Teneurs en nutriments et en minéraux des fourrages conservés

Ueli Wyss¹, Patrick Schlegel¹, Hansjörg Frey², Franziska Akert^{3,4}, Ester Mulser³ et Beat Reidy³

¹Agroscope, 1725 Posieux, Suisse

²Centre de formation professionnelle Nature et alimentation BBZN, 6276 Hohenrain, Suisse

³Haute école des sciences agronomiques, forestières et alimentaires HAFL, 3052 Zollikofen, Suisse

⁴Ecole polytechnique fédérale de Zurich ETHZ, 8092 Zurich, Suisse

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



Les teneurs et valeurs nutritives du fourrage sec ventilé provenant des exploitations pilotes correspondaient, dans l'ensemble, aux données de l'enquête sur les fourrages. (Photo: Franziska Akert, HAFL et ETHZ)

Introduction

Dans le projet Hohenrain II, trois systèmes de production laitière basés sur les herbages ont été comparés de 2014 à 2016 (Ineichen *et al.* 2018). En plus de l'exploitation agricole à Hohenrain, 38 exploitations agricoles pilotes, réparties dans trois régions de Suisse, ont également participé à ce projet.

Le projet Hohenrain II portait principalement sur l'affouragement en vert à l'étable combiné à la pâture. Toutefois, afin de pouvoir se prononcer sur la qualité des fourrages conservés (fourrage sec, ensilé et déshydraté) pour l'affouragement hivernal, leurs valeurs et teneurs nutritives ont été analysées afin d'évaluer l'influence des

années et des régions. Pendant le fanage et l'ensilage de l'herbe, une dégradation des protéines et une modification des fractions protéiques ont lieu (Hoedtke *et al.* 2010). L'importance du rôle de la dégradation des fractions protéiques dans la préparation du fourrage sec a également été étudiée au moyen d'une partie du matériel disponible.

Matériel et méthodes

Au total, 38 exploitations agricoles pilotes, réparties dans trois régions du Plateau suisse, ont été sélectionnées pour participer au projet Hohenrain II. Elles répondaient aux critères des trois systèmes de production laitière comparés: pâture intégrale (PI) et pâture partielle avec distribution d'herbe fraîche à l'étable avec deux apports différents en aliments concentrés, à savoir un apport faible (HFC) et un élevé (HFCplus) (Ineichen *et al.* 2018). Les exploitations HFCplus produisaient essentiellement du lait de fromagerie et n'utilisaient donc aucun ensilage. Dans les deux autres systèmes, environ la moitié des exploitations produisait du lait sans ensilage. Au cours de la période d'essai de trois ans, deux exploitations ont quitté le projet. Sur les 36 fermes restantes, 31 produisaient du foin ventilé. Parmi les cinq exploitations ne produisant pas de foin ventilé, trois faisaient partie du groupe PI, une du groupe HFC et une autre du groupe HFCplus.

A la fin de l'automne/début de l'hiver 2013/2014 et jusqu'en 2015/2016, des échantillons de fourrages conservés ont été prélevés dans toutes les exploitations. Il s'agissait soit d'échantillons de foin ou de regain, soit d'échantillons mixtes composés de foin et de regain. Parallèlement, des échantillons de fourrages conservés ont également été prélevés à l'exploitation agricole du Centre de formation professionnelle Nature et alimentation BBZN à Hohenrain (canton de Lucerne; altitude: 620m). La matière sèche (MS) des ensilages a été déterminée à la Haute école des sciences agronomiques, forestières et alimentaires HAFL à Zollikofen. Les échantillons ont ensuite été broyés à 1 mm (Brabender, Duisburg, Allemagne) dans les laboratoires d'Agroscope et les nutriments (cendres, matière azotée, cellulose brute, ADF, NDF et sucres) déterminés avec la méthode NIRS (Ampuero Kargten et Wyss 2014). L'énergie nette (NEL) et les teneurs en protéines absorbables (PAIE et PAIN) ont été calculés sur la base d'une composition botanique inconnue (Agroscope 2018a). En outre, les macro et oligo-éléments calcium (Ca), phosphore (P), magnésium (Mg), potassium (K), sodium (Na), cuivre (Cu), Fer (Fe), manganèse (Mn) et zinc (Zn) ont été déterminés dans une partie des échantillons après leur incinéra-

Résumé

Trois systèmes de production laitière, avec affouragement en vert durant la période de végétation, ont été étudiés de 2014 à 2016, dans le cadre du projet «Comparaison de systèmes Hohenrain II». Les composantes nutritionnelles du fourrage conservé (fourrage sec, ensilé et déshydraté) des années de récolte 2013 à 2015 et les fractions protéiques du fourrage sec et ensilé de l'année de récolte 2015 ont été déterminées. Outre les échantillons de l'exploitation agricole à Hohenrain, des échantillons des 38 exploitations agricoles pilotes, réparties sur trois régions de Suisse, ont également été analysés. Les teneurs moyennes des fourrages secs des exploitations pilotes correspondaient aux valeurs publiées chaque année dans l'«Enquête sur les fourrages». En ce qui concerne les ensilages, les teneurs en NEL des fermes pilotes en particulier étaient légèrement inférieures. Les teneurs de certains nutriments ont été influencées par l'année ou la région, et aucune différence n'a été constatée au niveau des valeurs nutritives. Les échantillons d'herbe déshydratée contenaient parfois des teneurs en cendres très élevées et, par conséquent, des teneurs en NEL très faibles. Les fractions protéiques se différenciaient entre les fourrages secs et ensilés, en particulier la fraction azotée non protéique était plus élevée dans les ensilages.

Tableau 1 | Teneurs en nutriments et valeurs nutritives du fourrage sec ventilé en fonction de l'année et de la région.

		Année de récolte			Région			RSME	Valeur P		
		2013	2014	2015	Ouest	Centre	Est		Année	Région	A × R
Nombre	n	42	39	62	39	55	49				
Cendres	g/kg MS	89	99	92	91	94	95	12,1	<0,001	n.s.	n.s.
Matière azotée	g/kg MS	123	134	129	130	127	130	27,3	n.s.	n.s.	n.s.
Cellulose brute	g/kg MS	271	262	269	277	265	261	26,1	n.s.	<0,05	n.s.
ADF	g/kg MS	304	297	305	315	300	290	25,3	n.s.	<0,001	n.s.
NDF	g/kg MS	505	475	499	504	495	481	44,5	<0,01	n.s.	n.s.
Sucre	g/kg MS	110	117	118	112	115	119	14,9	n.s.	<0,05	n.s.
NEL	MJ/kg MS	5,3	5,3	5,3	5,2	5,3	5,3	0,29	n.s.	n.s.	n.s.
PAIE	g/kg MS	84	87	85	85	85	86	7,6	n.s.	n.s.	n.s.
PAIN	g/kg MS	78	85	82	82	80	82	17,8	n.s.	n.s.	n.s.

RMSE: racine de l'erreur quadratique moyenne ; n.s.: non significatif ($P > 0,05$);
 MS: matière sèche; ADF: lignocellulose; NDF: parois; sucre: glucides solubles à l'éthanol; NEL: énergie nette lait;
 PAIE: protéines absorbables dans l'intestin synthétisée à partir de l'énergie disponible;
 PAIN: protéines absorbables dans l'intestin synthétisée à partir de la matière azotée dégradabile.

Tableau 2 | Teneur en nutriments et valeur nutritive des ensilages d'herbe analysés en fonction de l'année et de la région.

		Année de récolte			Région			RSME	Valeur P		
		2013	2014	2015	Ouest	Centre	Est		Année	Région	A × R
Nombre	n	10	12	22	14	26	4				
Teneur en MS	%	32,1	39,5	38,5	30,4	38,0	41,7	7,29	n.s.	<0,01	n.s.
Cendres	g/kg MS	112	109	102	106	116	101	17,2	n.s.	n.s.	n.s.
Matière azotée	g/kg MS	147	157	148	151	150	151	34,7	n.s.	n.s.	n.s.
Cellulose brute	g/kg MS	272	264	262	269	259	271	37,6	n.s.	n.s.	n.s.
ADF	g/kg MS	314	294	291	299	292	308	40,5	n.s.	n.s.	n.s.
NDF	g/kg MS	475	447	454	460	457	460	57,1	n.s.	n.s.	n.s.
Sucre	g/kg MS	34	69	82	47	71	68	35,1	<0,05	n.s.	n.s.
NEL	MJ/kg MS	5,4	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	9,45	n.s.	n.s.	n.s.
PAIE	g/kg MS	74	76	76	74	75	77	6,1	n.s.	n.s.	n.s.
PAIN	g/kg MS	93	98	93	95	94	95	21,5	n.s.	n.s.	n.s.

RMSE: racine de l'erreur quadratique moyenne ; n.s.: non significatif ($P > 0,05$);
 MS: matière sèche; ADF: lignocellulose; NDF: parois; sucre: glucides solubles à l'éthanol; NEL: énergie nette lait;
 PAIE: protéines absorbables dans l'intestin synthétisée à partir de l'énergie disponible;
 PAIN: protéines absorbables dans l'intestin synthétisée à partir de la matière azotée dégradabile.

tion par spectrométrie d'émission optique à plasma et couplage inductif (ICP-OES, Optima 7300 DV Perkin-Elmer, Schwerzenbach, Suisse).

Cinq fractions protéiques ont été déterminées selon la méthode de Licitra *et al.* (1996) dans des fourrages secs ensilés de l'année de récolte 2015 par le laboratoire LKS (*Landwirtschaftliche Kommunikations- und Servicegesellschaft mbH* LKS, 09577 Niederwiesa, Allemagne). La matière azotée non protéique (NPN), appelée fraction A, est immédiatement et complètement disponible pour l'animal. La matière azotée sous forme protéique

est divisée en trois catégories, qui se distinguent par une dégradabilité ruminale rapide (B1), moyenne (B2) et lente (B3). La matière azotée insoluble dans une solution détergente acide (fraction C) est considérée comme indigeste (Hoedtke *et al.* 2010).

Une analyse de variance (Systat 13) avec les facteurs «année de récolte», «région» et leur interaction a été effectuée sur les données des nutriments et des valeurs nutritives. L'interaction n'a pas été intégrée dans le modèle pour l'herbe déshydratée. Une analyse descriptive était conduite sur les données des minéraux, car elles

Tableau 3 | Teneurs en nutriments et en énergie de l'herbe déshydratée en fonction de l'année de récolte et de la région.

		Année de récolte			Région			RMSE	Valeur P	
		2013	2014	2015	Ouest	Centre	Est		Année	Région
Nombre	n	6	8	7	7	12	2			
Cendres	g/kg MS	205	151	120	108	193	175	90,2	n.s.	n.s.
Matière azotée	g/kg MS	139	160	155	142	168	145	24,5	n.s.	n.s.
Cellulose brute	g/kg MS	230	266	237	264	191	278	48,7	n.s.	<0,05
ADF	g/kg MS	260	296	274	280	240	310	42,0	n.s.	n.s.
NDF	g/kg MS	399	428	458	442	384	460	50,4	n.s.	<0,05
Sucre	g/kg MS	77	58	84	102	62	54	37,1	n.s.	n.s.
NEL	MJ/kg MS	4,4	4,7	5,0	4,8	4,9	4,3	0,70	n.s.	n.s.
PAIE	g/kg MS	81	89	92	87	93	82	11,6	n.s.	n.s.
PAIN	g/kg MS	89	103	100	91	109	93	16,4	n.s.	n.s.

RMSE: racine de l'erreur quadratique moyenne; n.s.: non significatif ($P > 0,05$).

MS: matière sèche; ADF: lignocellulose; NDF: parois; sucre: glucides solubles à l'éthanol; NEL: énergie nette lait;

PAIE: protéines absorbables dans l'intestin synthétisée à partir de l'énergie disponible;

PAIN: protéines absorbables dans l'intestin synthétisée à partir de la matière azotée dégradable.

Tableau 4 | Teneurs en minéraux dans le fourrage sec, ensilé et déshydraté.

		Fourrage sec		Fourrage ensilé		Fourrage déshydraté	
		Ø	e	Ø	e	Ø	e
Nombre	n	92		26		13	
Ca	g/kg MS	6,4	1,8	6,8	1,9	7,4	2,6
P	g/kg MS	3,3	0,6	3,7	0,7	4,1	0,7
Mg	g/kg MS	1,9	0,5	2,0	0,5	2,1	0,5
K	g/kg MS	28	5	32	5	34	7
Na	g/kg MS	0,29	0,15	0,30	0,21	0,43	0,23
Cu	mg/kg MS	7,5	1,9	7,6	2,2	9,1	1,8
Fe	mg/kg MS	453	370	512	501	770	757
Mn	mg/kg MS	66	29	81	36	87	54
Zn	mg/kg MS	25	5	24	7	28	6

Ø: moyenne; e: écart-type.

n'étaient pas correctement distribuées entre année de récolte et région. L'influence du type de conserve (ensilage ou fourrage sec) sur les fractions protéiques a été étudiée à l'aide d'une analyse de variance (Systat 13).

Résultats et discussion

Qualité du fourrage sec: moyenne suisse

Les valeurs du fourrage sec ventilé variaient considérablement. Les valeurs moyennes des exploitations pilotes se situaient dans une fourchette similaire à celles de l'ex-

ploitation agricole à Hohenrain ainsi qu'aux valeurs de l'«Enquête sur les fourrages» (Agroscope 2018b).

La teneur moyenne en NEL du fourrage sec était de 5,3 MJ/kg de MS pour les trois années 2013 à 2015 (tabl. 1). Bien que les conditions météorologiques aient considérablement varié d'une année à l'autre, aucun effet annuel n'a pu être observé. De même, cet impact était aussi assez faible dans l'enquête sur les fourrages (Agroscope 2018b).

Les teneurs en cellulose brute, en ADF et en sucre se différenciaient d'une région à l'autre. Selon Boessinger



Figure 1 | Les connaissances et l'expérience des chefs d'exploitation ont une grande influence sur la qualité des fourrages conservés.
(Photo: Ueli Wyss, Agroscope)

et al. (2012), la région et l'altitude en Suisse ont une influence sur les nutriments du fourrage sec, et les valeurs les plus élevées sont observées majoritairement dans la partie orientale de la Suisse.

Ensilage d'herbe: un peu meilleur que le fourrage sec

Comme les exploitations avec ensilages étaient moins nombreuses, le nombre d'échantillons était plus faible pour les fourrages ensilés que pour les secs (tabl. 2). La teneur moyenne en matière sèche était de 37 %. La teneur en matière azotée était plus élevée et celle en cellulose brute plus basse dans le fourrage ensilé que dans le fourrage sec. En raison de la fermentation lactique, la teneur en sucre a également chuté. En conséquence, la teneur en NEL était supérieure de 0,2 MJ/kg MS à celle du fourrage sec. Cette valeur indique que le fourrage a été fauché à un stade de développement antérieur. La teneur en cendres des ensilages était légèrement supérieure à celle du fourrage sec. Dans les ensilages humides en particulier, les souillures de terre collent davantage. Les valeurs des ensilages de l'exploitation agricole de Hohenrain se situaient dans une même fourchette. À l'exception de la teneur en sucre, les teneurs en nutriments et les valeurs nutritives des ensilages ne se différenciaient pas entre les trois années et les trois régions. Les teneurs en NEL des ensilages étaient en moyenne de 5,5 MJ/kg MS pour les années et régions étudiées. Les données de l'enquête sur les fourrages (Agroscope 2018b) présentaient une teneur plus élevée en énergie

(5,7 MJ NEL/kg MS). Autrement dit, la qualité des ensilages d'herbe récoltés aurait encore eu un potentiel d'amélioration.

Influence de la gestion de l'exploitation

En ce qui concerne les valeurs NEL des exploitations prises individuellement, il est frappant de constater que celles ayant les valeurs les plus élevées (25 %) dans le fourrage sec en 2015 (base) avaient généralement aussi les valeurs les plus élevées en 2014. La même observation a pu être faite pour les ensilages d'herbe. En d'autres termes, les connaissances et l'expérience des chefs d'exploitation en matière de conservation des fourrages représentent un facteur essentiel pour leur qualité (fig. 1).

Herbe déshydratée très pauvre en énergie

L'herbe déshydratée a principalement été utilisée dans les exploitations produisant du lait de fromagerie non autorisées à produire de l'ensilage. Les échantillons d'herbe déshydratée analysés (tabl. 3) présentaient des teneurs moyennes en matière azotée plus élevées et en cellulose brute plus basses que celles des ensilages et des fourrages secs.

Cependant, les teneurs en cendres étaient parfois très élevées, entraînant de faibles teneurs en NEL ($\bar{O}$ 4,9 MJ NEL/kg MS). Dans certains échantillons, la teneur élevée en cellulose brute a également engendré de faibles teneurs NEL. Les teneurs en cendres les plus élevées ont été déterminées en 2013. À l'exception des teneurs en

cellulose brute et en NDF, les teneurs en nutriments et les valeurs nutritives étaient comparables entre années de récolte et régions. La production d'herbe déshydratée est un processus de conservation coûteux et énergivore. Or, sur le plan économique, cette production n'a de sens que si l'on produit de l'herbe déshydratée de haute qualité. La faible qualité de certains échantillons et la très faible teneur énergétique moyenne indiquent qu'il existe de ce point de vue encore un grand potentiel d'optimisation dans les exploitations agricoles.

Variation des teneurs en minéraux

Les teneurs en minéraux variaient grandement d'un échantillon à l'autre et sont influencées par de nombreux facteurs. La composition botanique, la date de récolte ou le stade de développement et le cycle jouent un rôle décisif (Daccord *et al.* 2001; Schlegel *et al.* 2016). Les teneurs moyennes en minéraux des ensilages et de l'herbe déshydratée étaient légèrement plus élevées que dans le fourrage sec (tabl. 4), ce qui pourrait s'expliquer par le stade de développement plus précoce des ensilages et de l'herbe déshydratée. D'autre part, le processus de fermentation et la dégradation des sucres, conduisant à une augmentation relative des autres composants, dont les minéraux, peuvent également avoir joué un rôle dans les ensilages. La même observation a été faite par Arrigo (2007), en particulier pour les ensilages avec environ 30 % de MS. La faible perte de feuilles durant la déshydratation de l'herbe fraîche pourrait également avoir influencé le résultat.

A l'exception de la teneur en Mg, les teneurs moyennes en minéraux étaient plus élevées dans les fourrages ensilés que secs, ce qui est également observé dans les données de l'enquête sur les fourrages (Agroscope 2018b). Les teneurs en Fe étaient particulièrement variables dans les fourrages conservés. Les teneurs en Fe élevées et fortement fluctuantes peuvent être dues aux contaminations terreuses, riches en Fe. Entre la teneur en cendres et la teneur en Fe, les corrélations étaient de respectivement 0,33, 0,55 et 0,58 pour les fourrages secs, ensilés et déshydratés. Des corrélations encore plus élevées ont été mises en évidence dans l'herbe des pâturages et l'herbe affouragée à l'étable (Wyss *et al.* 2018).

Fractions protéiques modifiées dans l'ensilage

Les proportions des fractions protéiques A, B2, B3 et C (fig. 2) se différencient entre le fourrage sec et ensilé. La proportion de la fraction protéique A (matière azotée non protéique) en particulier était plus élevée dans le fourrage ensilé que dans le fourrage sec. Celle de la fraction B1 était comparable dans les deux types de conserve et celles des fractions B2, B3 et C étaient plus faibles dans l'ensilé que dans le sec. Des modifications similaires, dues à la récolte et à la conservation des fourrages ensilés et secs, ont été constatées par Wyss (2018). Une forte présence de la matière azotée non protéique dans les ensilages indique que la protéine a été dégradée par protéolyse ou par des enzymes protéolytiques au cours du processus de récolte et de conservation des ensilages (Kofahl 2009).

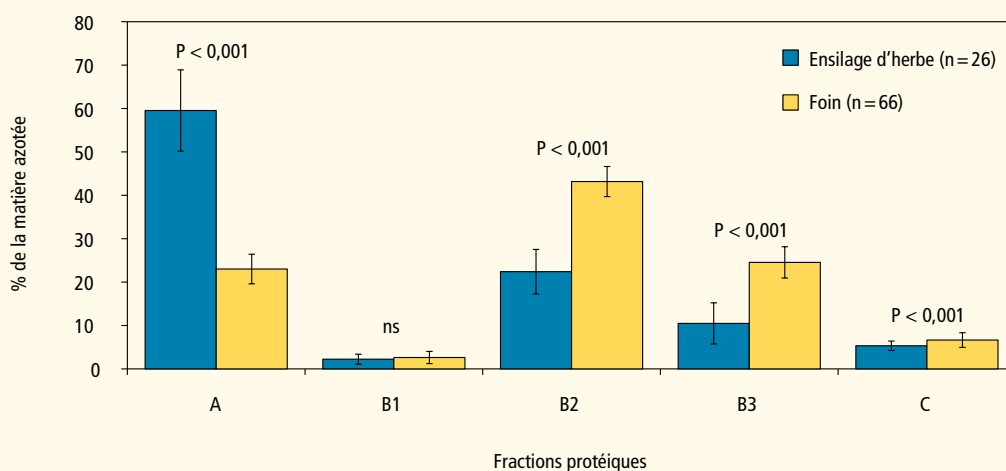


Figure 2 | Proportion des fractions protéiques dans le fourrage sec et ensilé des exploitations pilotes (année de récolte 2015). A: matière azotée non protéique; B1, B2 et B3: fractions protéiques à dégradabilité rapide, moyenne et lente; C: fraction protéique insoluble et indigeste.

Conclusions

- Les teneurs et valeurs nutritives du fourrage sec ventilé provenant des exploitations pilotes correspondaient, dans l'ensemble, aux données de l'enquête sur les fourrages. Les teneurs en cellulose brute, ADF et sucres étaient modifiées en fonction de la région, tandis que l'année de récolte n'avait aucune influence.
- La teneur en NEL de l'ensilage d'herbe provenant des exploitations pilotes était légèrement inférieure à celles relevées dans l'enquête sur les fourrages. Les exploitations auraient donc encore un potentiel d'amélioration. À l'exception des sucres, les teneurs et valeurs nutritives de l'ensilage n'ont pas été influencées par l'année de récolte, ni la région.
- La valeur nutritive de l'herbe déshydratée était mauvaise. Les chefs d'exploitation devraient se poser la question s'il est judicieux de produire de l'herbe déshydratée.
- Dans l'ensemble, il a été constaté que les connaissances et l'expérience des chefs d'exploitation en matière de conservation des fourrages ont une grande influence sur la qualité des fourrages conservés. ■

Bibliographie

- Agroscope, 2018a. Apports alimentaires recommandés pour les ruminants. Accès: www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/services/dienste/futtermittel/fuetterungssempfehlungen-wiederkaeuer.html [05.03.2018].
- Agroscope, 2018b. Base de données suisse des aliments pour animaux. Accès: www.feedbase.ch [05.03.2018].
- Ampuero Kargten S. & Wyss U., 2014. Les fourrages à la lumière du proche infrarouge (NIRS). *Recherche Agronomique Suisse* 5 (5), 204–211.
- Arrigo Y., 2007. Influence du mode de conservation, du cycle et du stade sur la digestibilité et les teneurs en minéraux de l'herbe. *Recherche Agronomique Suisse* 14 (8), 370–375.
- Boessinger M. et Python P., 2012. Facteurs d'influence sur les valeurs nutritives des fourrages secs ventilés. *Recherche Agronomique Suisse* 3 (1), 36–43.
- Daccord R., Arrigo Y., Kessler J., Jeangros B., Scephovic J., Schubiger F.-X. & Lehmann J., 2001. Nährwert von Wiesenpflanzen: Gehalt an Ca, P, Mg und K. *Agrarforschung* 8 (7), 264–269.
- Hoedtke S., Gabel M. & Zeyner A., 2010. Der Proteinabbau im Futter während der Silierung und Veränderungen in der Zusammensetzung der Rohproteinfraktion. *Übersichten Tierernährung* 38, 157–179.
- Ineichen S., Akert F., Frey H., Wyss U., Hofstetter P., Schmid H. & Reidy B., 2018. Comparaison de systèmes Hohenrain II: Descriptif de l'essai et qualité de l'herbage frais. *Recherche Agronomique Suisse* 9 (4), 112–119.
- Kofahl A., 2009. Methodische Untersuchungen zur Beurteilung der proteolytischen Aktivität, der Proteolyse und der Desmolyse bei der Silierung eiweissreicher Grünfütterleguminosen. Thèse Université de Rostock, 274 p.
- Licitra G., Hernandez T. M. & Van Soest P. J., 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Anim. Feed Sci. Technol.* 57, 347–358.
- Schlegel P., Wyss U., Arrigo Y. & Hess H.D. (2016) Mineral concentrations of fresh herbage from mixed grassland as influenced by botanical composition, harvest time and growth stage. *Animal Feed Science and Technology* 219, 226–233.
- Wyss U., 2018. Influence of silage or hay making on different protein fractions. Proceedings of the 27th General Meeting of European Grassland Federation, Cork, Ireland. *In Press*.
- Wyss U., Schlegel P., Frey H.J. & Reidy B., 2018. Série Comparaison de systèmes Hohenrain II: Teneurs en minéraux des herbages. *Recherche Agronomique Suisse* 9 (4), 120–125.

Riassunto**Serie Confronto dei sistemi Hohenrain II: Tenori di nutritivi e minerali in foraggi conservati**

Nel quadro del progetto Hohenrain II, tra il 2014 e il 2016 sono stati studiati tre sistemi di produzione lattiera con foraggio da pascolo fresco durante il periodo di vegetazione. Degli anni di raccolta tra il 2013 e il 2015 sono stati analizzati i tenori delle sostanze nutritive e dei minerali in campioni di foraggio conservato (foraggio, insilato d'erba ed erba secca). Per il raccolto del 2015 sono state inoltre determinate le frazioni proteiche nei campioni di foraggio e di insilato d'erba. Oltre ai campioni provenienti dall'azienda di Hohenrain, sono anche stati analizzati i campioni di 38 aziende pilota distribuite nelle tre regioni svizzere. Per quanto riguarda il foraggio, i tenori medi delle aziende pilota corrispondevano ai valori pubblicati annualmente nell'«Inchiesta sui foraggi secchi». Per quanto concerne gli insilati, in particolare i tenori di NEL si sono attestati a valori leggermente più bassi nelle aziende pilota. L'anno oppure la regione avevano un influsso significativo sul tenore solamente per determinati nutrienti. Sul piano dei valori nutrizionali non sono state attestate differenze. I campioni di erba secca analizzati hanno in parte dimostrato valori di ceneri grezze molto elevati e rispettivamente tenori di NEL bassi. Per quanto concerne le frazioni proteiche, sono state rilevate differenze confermate statisticamente tra i campioni di foraggio e di insilato d'erba. Negli insilati, in particolare, era più elevata la frazione azotata non proteica.

Summary**System comparison Hohenrain II: Nutrient and mineral content of conserved forage**

From 2014 to 2016, the Hohenrain II Project compared three different grassland-based milk production systems with either full grazing, or with partial grazing with indoor feeding of fresh herbage and reduced or increased concentrate supplementation. From 2013 to 2015, the nutrient and mineral content of the conserved forage (hay, grass silage and artificially dried herbage) from 38 pilot farms spread across three Swiss regions were investigated. In addition, crude protein fractions of the silage and hay were determined for the year 2015. In the case of hay, average contents for the pilot farms corresponded to the values published annually in the forage survey. For the silages, the NEL content of the roughage from the pilot farms in particular was slightly lower in comparison to the forage survey. Year or region only influenced content in the case of certain nutrients. No differences were found for the nutritional values. Some of the artificially-dried herbage samples contained very high levels of ash, and thus low NEL levels. In terms of the crude protein fractions, differences were found between the hay and silage samples, with the fraction A in particular – the non-protein nitrogen fraction – being higher in the silage than in the hay.

Key words: grass silage, hay, artificially dried herbage, nutrient and mineral content, crude protein fractions.