

Série Comparaison de systèmes Hohenrain II

Performances animales à partir d'herbage frais

Esther Mulser¹, Sebastian Ineichen¹, Michael Sutter¹, Pius Hofstetter² et Stefan Probst¹¹Haute école des sciences agronomiques, forestières et alimentaires HAFL, 3052 Zollikofen, Suisse²Centre de formation professionnelle Nature et alimentation BBZN Schüpfheim/Hohenrain, 6170 Schüpfheim, Suisse

Renseignements: Stefan Probst, e-mail: stefan.probst@bfh.ch



Avec beaucoup d'herbage frais dans la ration, une production de lait réussie est possible. (Photo: Franziska Akert)

Introduction

En comparaison européenne, la surface agricole utile suisse comprend une part très élevée d'herbages (Reidy et Ineichen 2015). Entré en vigueur en 2014, le programme fédéral en faveur d'une production de lait et de viande basée sur les herbages (PLVH) (Ordonnance sur les paiements directs versés dans l'agriculture 2013; RS 910.13) encourage l'intégration d'une part importante d'herbages dans la ration des vaches laitières suisses. Comme son utilisation réduit les pertes de fourrage et évite des coûts de conservation, l'herbe fraîche occupe une place de choix dans l'alimentation du bétail laitier, aux côtés de ses conserves foin et ensilage. Par ailleurs, en particulier aux stades jeunes, cet aliment se caractérise par sa teneur élevée en nutriments faciles à digérer et en matière azotée (Jans *et al.* 2015; Kirchgessner *et al.* 2014). Des contraintes topographiques et

structurelles sont un argument de plus en faveur d'un système d'affouragement combinant pâture et distribution d'herbe fraîche à la crèche (affouragement en vert), qui permet par ailleurs l'exploitation estivale de surfaces herbagères dispersées.

Trois systèmes de production laitière suisses axés sur les herbages ont été comparés entre 2014 et 2016: HFC (herbe fraîche à la crèche combinée avec pâture et peu de concentrés), HFCplus (herbe fraîche à la crèche combinée avec pâture et beaucoup de concentrés) et PI (pâture intégrale avec vêlage saisonnier et très peu de concentrés). Durant les trois ans de l'essai, des données ont été relevées sur 36 exploitations du Plateau. Leur collaboration au sein de trois cercles de travail transrégionaux a assuré l'échange de savoir entre recherche et pratique. Ce projet avait pour but principal d'élaborer une base scientifique permettant de développer des solutions pratiques et des améliorations pour les exploitations combinant pâture et affouragement en vert (voir aussi l'article d'Ineichen *et al.* en page 112 de ce numéro).

Dans le cadre de cet essai, des données ont été relevées dans différents domaines. Celui de la production animale s'articulait autour des questions suivantes:

- Quelles performances laitières, en termes de quantités et de teneurs, sont possibles avec une part élevée d'herbe fraîche?
- Les animaux nourris avec beaucoup d'herbe fraîche couvrent-ils leurs besoins en énergie et utilisent-ils les concentrés de manière efficiente?
- Le système d'affouragement influence-t-il la fertilité?

Matériel et méthodes

Exploitations étudiées

Les exploitations ont été recrutées par le biais d'annonces dans la presse agricole et au travers des services de vulgarisation locaux. La répartition entre les différents systèmes (HFC, HFCplus ou PI) s'est effectuée en fonction de la méthode d'affouragement, de la proportion des

besoins énergétiques couverts par l'herbe fraîche (affouragée ou pâturée) et des quantités de concentrés distribués par vache et par an. On visait deux tiers d'herbe fraîche dans la ration durant la période estivale pour les exploitations affourageant en vert et 100 % pour les exploitations PI. L'objectif pour les quantités de concentrés par vache et par année s'élevait à 500 kg au maximum dans le système HFC, entre 800 et 1200 kg dans le système HFCplus et à maximum 300 kg dans le système PI. De plus, une faucheuse frontale, une salle de traite ou un système de traite automatique étaient souhaités et la comptabilité devait être consultable. Dans l'ensemble, le groupe HFC comptait 11 exploitations (par région: 3 x ouest, 4 x centre, 4 x est), le groupe HFCplus 13 (par région: 4 x ouest, 4 x centre, 5 x est) et le groupe PI 12 (par région: 5 x ouest, 6 x centre, 1 x est).

Données de production laitière

L'analyse de la production laitière et des teneurs du lait s'est basée sur les épreuves de productivité laitière (EPL) effectuées sur les exploitations par les fédérations Braunvieh Schweiz, Holstein Switzerland et swissherdbook, onze fois par an. À partir des données collectées pour les animaux individuels, nous avons calculé, pour chaque mois et exploitation, une «vache moyenne» représentative du troupeau. Connaissant le nombre d'animaux en lactation chaque mois, nous avons pu ensuite déterminer la quantité de lait produite par année et par vache, ainsi que ses teneurs, son nombre de cellules et sa teneur en urée moyens. Ainsi, toutes les vaches laitières présentes sur l'exploitation à chaque EPL ont été intégrées dans l'analyse. Les teneurs en matière grasse ou en protéines qui manquaient pour certains animaux, ainsi que les valeurs aberrantes <2 ou >8 % (matière grasse), ou <2 ou >6 % (protéines), ont été remplacées par les valeurs standard de 4,0 % et 3,2 %, respectivement. La conversion des quantités de lait mesurées en ECM (lait corrigé pour l'énergie) a été effectuée d'après Jans *et al.* (2015).

Fertilité

Le calcul des paramètres de fertilité a pris en compte toutes les données disponibles auprès des fédérations d'élevage jusqu'à janvier 2017, sauf les valeurs inférieures à 21 jours. L'analyse et la modélisation des données ont été effectuées à partir de valeurs d'animaux individuels. Les paramètres considérés sont le délai de mise à la reproduction et la période de service. Pour l'analyse de la période de service, seules les données de 2014 et de 2015 ont été utilisées, car celles de 2016 étaient incomplètes en raison des inséminations de 2017 non considérées.

Résumé

L'affouragement en vert (distribution d'herbe fraîche à l'étable) jouit d'une place importante dans la production laitière suisse. Entre 2014 et 2016, trois systèmes de production ont été étudiés et comparés sur 36 exploitations du Plateau suisse: «herbe fraîche à l'étable avec en moyenne 418 kg de concentrés» (HFC), «herbe fraîche à l'étable avec en moyenne 1161 kg de concentrés» (HFCplus) et «pâturage intégrale avec en moyenne 93 kg de concentrés» (PI). La production moyenne de lait corrigé pour l'énergie (ECM), par vache et par an, a atteint 7218 kg ECM dans le groupe HFC, 8457 kg ECM dans le groupe HFCplus et 6268 kg ECM dans le groupe PI. Pour des productions laitières journalières comparables, les quantités de concentrés distribués différaient considérablement entre les trois systèmes. Les exploitations HFC et HFCplus ont produit 1,0 kg ECM de plus par kg de concentrés utilisé. Avec 2,15 kg ECM par 10 MJ énergie nette lactation (NEL), les exploitations HFCplus valorisaient l'énergie de manière plus efficace que les autres systèmes (HFC: 2,00; PI: 1,90). Au niveau des teneurs du lait et des paramètres de fertilité, aucune différence significative n'a été observée entre les systèmes étudiés. Cette étude montre que des productions laitières élevées sont possibles avec une part importante d'herbe fraîche dans la ration et une utilisation de concentrés modérée pour la Suisse.

Alimentation

Sur les exploitations, les rations estivales et hivernales ainsi que les achats de fourrages ont été recensés annuellement. Les durées de l'affouragement estival et hivernal ont été calculées par exploitation et par an. La ration estivale correspondait aux jours durant lesquels de l'herbe fraîche a été fournie. Les deux types de rations ont été relevés pour des vaches en phase de démarrage (40^e jour de lactation) et de production (150^e jour de lactation). Comme les vaches du système PI se trouvaient majoritairement au début de la phase de démarrage durant la période d'affouragement hivernal, le 20^e jour de lactation a été utilisé pour ce groupe comme standard pour la ration de la phase de démarrage. Pour chaque exploitation, la ration type des vaches en lactation – tant estivale qu'hivernale – résultait d'une pondération entre

la ration de la phase de démarrage (1/3) et celle de la phase de production (2/3). Les besoins énergétiques totaux provenaient de l'addition des besoins d'entretien et de production d'après les formules de Jans *et al.* (2015). Les besoins d'entretien ont été calculés à l'aide du poids moyen des animaux de l'exploitation, obtenu en pesant toutes les vaches en lactation ($n = 1428$) une fois durant l'automne 2014, avec une balance de marque Grüter (modèle EC2000, résolution 0,5kg). Les besoins en énergie pour la production ont été calculés par rapport à la production laitière moyenne de la vache au cours du mois où a eu lieu le pesage.

Tous les fourrages utilisés ont été répartis dans les catégories «herbe fraîche», «autre fourrage grossier», «aliments riches en eau» ou «concentrés». Les drêches et les pulpes de betterave ont été classées comme des aliments riches en eau. La catégorie «concentrés» comprenait les aliments du commerce, les épis de maïs moulus ou ensilés (sans les produits à base de maïs plante entière). Les aliments minéraux n'ont pas été considérés. Chaque automne, les herbages conservés et les ensilages de maïs produits sur l'exploitation ont été analysés. Pour les autres fourrages, nous avons utilisé les indications du fabricant et les valeurs standard de la banque de données suisse des aliments pour animaux (Agroscope 2017).

Analyse statistique

Les analyses statistiques ont été réalisées avec le package «lme4» (Bates *et al.* 2015) du logiciel R (R Core Team 2017, version 3.3.3). Des modèles linéaires à effets mixtes normaux, avec l'exploitation en tant qu'effet aléatoire, ont été élaborés pour toutes les variables cibles décrites ci-après.

Les facteurs fixes «système d'affouragement», «saison» ainsi que leur interaction ont été intégrés au modèle des variables «production laitière» (ECM, en kg) et «teneur en protéines» (%). Le facteur fixe «année», non significatif pour les deux variables ci-dessus, a de plus été considéré pour les variables cibles «teneur en matière grasse» (%) et «urée» (mg/dl).

$$y = \text{système d'affouragement} + \text{saison} + \text{année} + \text{système d'affouragement:année} + \text{exploitation} + \varepsilon$$

Les données de la variable cible «nombre de cellules» ont été normalisées par transformation logarithmique. Le système d'affouragement et la médiane de toutes les lactations au sein d'un troupeau au moment de l'étude («MédianeLactation») ont été considérés en tant qu'effets fixes.



Figure 1 | Contribution à la MJ NEL des différentes catégories de fourrages, exprimée comme la production journalière (kg ECM), dans les exploitations PI (pâturation intégrale), HFC (avec peu de concentrés) et HFCplus (avec beaucoup de concentrés), en moyenne des périodes d'affouragement estival 2014 à 2016.

$\log(y) = \text{système d'affouragement} + \text{MédianeLactation} + \text{exploitation} + \varepsilon$

Les variables cibles «période de service» et «délai de mise à la reproduction» ont aussi subi une normalisation logarithmique. Le système d'affouragement, le numéro de la lactation de l'animal («lactation») ainsi que leur interaction ont été considérés comme des facteurs fixes. Dans ce modèle, l'animal individuel a été emboîté avec l'effet aléatoire «exploitation».

$\log(y) = \text{système d'affouragement} + \text{lactation} + \text{système d'affouragement:lactation} + \text{exploitation} + \varepsilon$

L'effet des concentrés n'a été étudié que dans les exploitations affourageant en vert car les quantités de concentrés utilisés dans les exploitations PI ne suivaient pas une loi normale. Les quantités de concentrés distribués par vache et par année ont été considérés comme un effet aléatoire.

$y = \text{kg concentrés par vache} \& \text{ an} + \text{exploitation} + \varepsilon$

Les tests post-hoc ont été réalisés au moyen du package «multcomp» (Hothorn *et al.* 2008).

Résultats et discussion

Production laitière avec beaucoup d'herbe fraîche

En moyenne des trois ans d'essai, la période d'affouragement avec de l'herbe fraîche (alimentation estivale) a duré 218 ± 13 jours sur les exploitations HFC, 222 ± 15 jours sur les exploitations HFCplus et 223 ± 12 jours sur les exploitations PI. Le pourcentage moyen de MJ NEL (énergie nette de lactation) provenant de l'herbe fraîche s'est élevé à $74 \% \pm 16$ de la teneur en énergie totale de la ration estivale dans le système HFC, à $61 \% \pm 11$ dans le système HFCplus et à $92 \% \pm 8$ dans le système PI.

En tout, cinq exploitations (HFC 10 et 11, HFCplus 8 et 10 et PI 12) ont atteint des productions laitières journalières supérieures à 25 kg ECM avec plus de deux tiers de l'énergie de la ration issue d'herbe fraîche (fig. 1). Comme chez Reidy et Ineichen (2015), dans cette étude également, des productions laitières journalières identiques ont été obtenues avec des pourcentages différents d'herbe fraîche dans la ration. Les échantillons de l'herbe fraîche affouragée analysés par Ineichen *et al.* (2018, dans ce numéro) présentaient des teneurs en énergie très variables au cours de l'année et généralement en-dessous des valeurs standard suisses utilisées (Agroscope 2017). Cela signifie que la part d'énergie issue des concentrés a été sous-estimée dans notre calcul. La variabilité de la teneur en énergie des composants de la ration, tout comme les analyses d'herbages, soulignent la complexité de l'affouragement en vert et l'importance de sa gestion.

Sur l'année, la production journalière moyenne de lait des exploitations (kg ECM), calculée mensuellement entre 2014 et 2016, était significativement plus élevée dans le système HFCplus que dans les deux autres systèmes, sauf au printemps, où aucune différence n'a été observée entre les exploitations HFCplus et PI. Cela pourrait s'expliquer par le stade moyen de lactation des troupeaux PI, conjugué aux teneurs supérieures à la moyenne de la jeune herbe pâturée en cette saison. C'est d'ailleurs pour cela que les exploitations PI atteignent leur production maximale à cette période (Hofstetter *et al.* 2014). Des différences significatives entre les exploitations HFC et PI (en faveur des premiers) n'ont été observées qu'en automne, au moment où la plupart des animaux PI se trouvaient dans le dernier tiers de leur lactation.

Les exploitations HFC ont atteint une production laitière de 7218 kg ECM/vache et an avec une quantité de concentrés modérée pour la Suisse (Erudin et Giuliani 2011) (tabl. 1). Comparé aux résultats du groupe HCF, la

Tableau 1 | Production laitière et teneurs du lait sur 365 jours dans les exploitations HFC (avec peu de concentrés, n=33), HFCplus (avec beaucoup de concentrés, n=39) et PI (pâturage intégrale, n=36), entre 2014 et 2016. Moyenne (\emptyset) et écart-type (ET).

Système de production	HFC		HFCplus		PI	
	\emptyset	\pm ET	\emptyset	\pm ET	\emptyset	\pm ET
Production laitière (kg ECM)	7218	691	8457	882	6268	1124
Production laitière (kg)	7115	633	8384	989	6025	1078
Mat. grasse (%)	4,18	0,23	4,15	0,23	4,11	0,50
Mat. grasse (kg)	297	32	346	34	257	46
Protéines (%)	3,42	0,16	3,46	0,20	3,31	0,41
Protéines (kg)	243	23	289	32	208	41

production annuelle moyenne de lait des exploitations HCFplus était supérieure de 1239 kg ECM, et celle des exploitations PI inférieure de 950 kg ECM. Les performances de ce dernier groupe correspondent aux résultats de précédentes études dans lesquelles, toutefois, les animaux avaient reçu quelque 200 kg de concentrés en plus (Frey *et al.* 2018). Comme pour les productions laitières journalières, c'est dans le groupe PI que les productions annuelles variaient le plus entre exploitations.

Teneurs du lait et nombres de cellules

Aucune différence significative entre les systèmes n'a été observée pour les pourcentages de matière grasse et de protéines dans le lait, en moyenne annuelle. Seul le système PI présentait des teneurs significativement plus élevées que les deux autres en automne. Cela pourrait s'expliquer par un effet de concentration, étant donné que ces exploitations voient en général leur production laitière baisser à cette saison. Les teneurs moyennes du lait sont restées semblables dans les trois systèmes, en dépit des différences de productivité. Comparé aux exploitations HFC et PI, les exploitations HCFplus ont donc produit davantage de matière grasse (+49 kg et +89 kg respectivement) et de protéines (+46 kg et +81 kg) (tabl. 1). Les trois groupes présentaient des teneurs moyennes en matière grasse légèrement supérieures aux valeurs du lait standard, signe d'une ration de base riche en fibres apportées par l'herbe fraîche et équilibrée

du point de vue énergétique (Kirchgessner *et al.* 2014).

Aucune différence significative du nombre de cellules du lait n'a été observée entre les trois systèmes; en revanche, en été et en automne, les teneurs en urée moyenne (mg/dl) ont varié de manière significative entre les exploitations PI et celles affourageant en vert (fig. 2). Ces variations reflètent l'évolution typique de l'urée dans le lait à ces périodes de l'année, lorsque la ration est composée surtout d'herbe pâturée, avec pour corollaire un excédent de protéines (Kirchgessner *et al.* 2014).

Concentrés consommés et efficacité énergétique

Les quantités de concentrés distribués chaque année par les exploitations s'échelonnaient entre 0 et 2600 kg de matière fraîche (MF) par vache (fig. 3). Cinq des douze exploitations PI n'ont utilisé aucun concentré durant tout le projet. La quantité annuelle moyenne par vache sur les trois ans de l'étude s'est élevée à 93 kg MF (0–332 kg) dans le système PI, 418 kg MF (108–722 kg) dans le système HFC et 1161 kg MF (676–2413 kg) dans le système HCFplus. La teneur moyenne en énergie des concentrés était comparable dans les trois systèmes (HFC: $7,9 \pm 0,5$ MJ NEL; HCFplus: $8,1 \pm 0,4$ MJ NEL; PI: $7,9 \pm 0,4$ MJ NEL). Par contre, leurs teneurs en protéines variaient assez fortement (HFC: 234 ± 104 g; HCFplus: 240 ± 60 g; PI: 223 ± 98 g). En moyenne des exploitations, la production laitière a augmenté avec l'apport

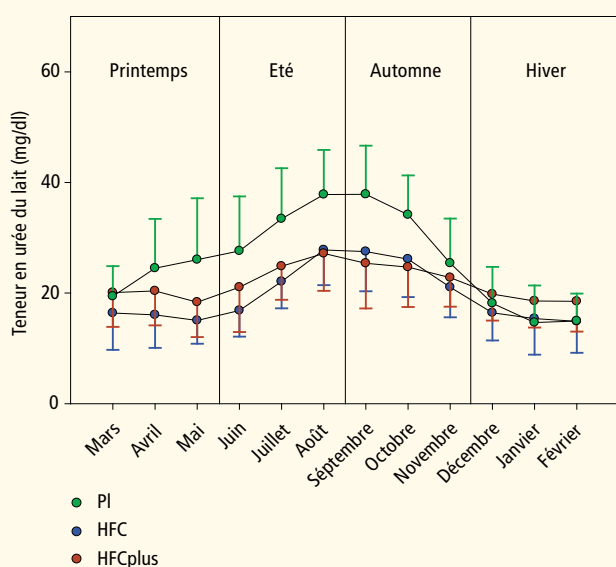


Figure 2 | Évolution annuelle de la teneur en urée du lait (moyennes et écarts-types des années 2014 à 2016) dans les exploitations HFC (avec peu de concentrés, n = 33), HCFplus (avec beaucoup de concentrés, n = 39) et PI (pâturation intégrale, n = 36).

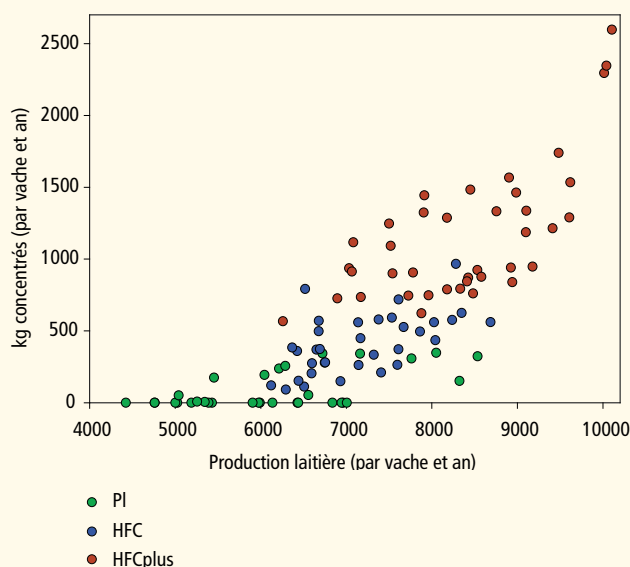


Figure 3 | Production laitière (kg ECM) et utilisation de concentrés (kg MF), en moyenne annuelle par vache et par an entre 2014 et 2016, dans les exploitations HFC (avec peu de concentrés, n = 33), HCFplus (avec beaucoup de concentrés, n = 39) et PI (pâturation intégrale, n = 36).

Tableau 2 | Relation entre le lait produit et les besoins totaux en MJ NEL (2014 à 2016), l'intensité de production, le poids vif (PV) des vaches et la part d'énergie provenant de concentrés (C), d'aliments riches en eau (ARE) et de fourrage grossier (FG), y compris l'herbe fraîche et les produits à base d'ensilage de maïs plante entière, dans les exploitations HFC (avec peu de concentrés), HFCplus (avec beaucoup de concentrés) et PI (pâturation intégrale). Moyenne (\emptyset) et écart-type (ET).

Système de production	HFC (n=11)		HFCplus (n=13)		PI (n=12)	
	\emptyset	\pm ET	\emptyset	\pm ET	\emptyset	\pm ET
Efficacité énergétique (kg ECM/10 MJ NEL)	2,00	0,11	2,15	0,08	1,90	0,21
Intensité de production ¹	2,78	0,24	3,18	0,22	2,60	0,40
PV vaches en lactation (kg)	651	86	655	76	577	100
MJ NEL de la ration annuelle issue des C (%)	8	3,6	20	6,4	3	4,7
MJ NEL de la ration annuelle issue des ARE (%)	3	4,3	8	5,9	3	4,8
MJ NEL de la ration annuelle issue du FG (%)	89	5,7	72	7,5	94	6,2
NEL/kg MF aliment (MJ/kg; dans la ration annuelle)	6,1	0,1	6,3	0,2	6,1	0,2

¹ Énergie nette de lactation (NEL_{total} ; kg ECM \times 3,14 MJ) plus besoins d'entretien (NEL_{ent} ; kg. $LG^{0,75} \times 0,293$ MJ \times 365) / NEL_{ent}

de concentrés. Toutefois, la figure 3 montre que, pour une même quantité de ces aliments, la production laitière annuelle différait parfois fortement. Leur effet sur cette production était significatif dans les systèmes HFC et HFCplus ($P < 0,001$). Les vaches ont donné en moyenne 1,00 kg ECM en plus par kg de concentrés (intervalle de confiance à 95 %: 0,57 à 1,44 kg ECM/kg de concentrés). Les grandes différences de productivité constatées entre les exploitations distribuant des quantités comparables de concentrés, ou entre celles qui n'en distribuaient pas du tout, montrent que la production a aussi été influencée par d'autres facteurs, tels que la qualité de la ration de base, le potentiel génétique des animaux, la gestion de l'exploitation ou le site.

L'intensité de production était la plus élevée dans les exploitations HFCplus, notamment en raison de la haute teneur en énergie de la ration totale. Leur efficacité énergétique (kg ECM produits par 10 MJ NEL de besoins totaux) était aussi meilleure que celle des autres exploitations (tabl. 2). Gruber et Ledinek (2017) ont obtenu des résultats comparables dans leur étude. Bien que les exploitations HFC aient produit en moyenne quelque 1000 kg de lait de plus que les exploitations PI, aucune différence marquante de l'efficacité énergétique n'a été observée entre ces deux systèmes. Cela s'explique par le poids vif moyen des vaches. Comme celui-ci était nettement plus faible dans le système PI que dans les systèmes HFC et HFCplus, les besoins d'entretien des vaches PI étaient aussi plus faibles (tabl. 2). Il est aussi intéressant de relever des écarts de poids vifs pouvant atteindre 300 kg entre vaches ayant une même production laitière. Il en résulte d'importantes différences d'efficacité en faveur des animaux plus légers, comme Steinwider (2009) l'a montré dans ces calculs: les vaches

plus lourdes doivent accroître leur production laitière de 12 à 13 % par 100 kg de poids vif pour atteindre la même efficacité par lactation (année). Il est apparu que dans les exploitations HFCplus, une plus grande partie des besoins énergétiques annuels totaux des vaches en lactation (respectivement 12 et 17 points de pourcentage) étaient couverts avec des concentrés (tabl. 2). Leur ration avait donc la teneur énergétique moyenne la plus élevée, alors que celle des exploitations HFC et PI – où le fourrage grossier, frais ou conservé, servait à couvrir le besoin énergétique – était plus faible.

Paramètres de fertilité des trois systèmes

Plusieurs études ont mis en évidence des relations antagonistes entre la production laitière et la fertilité (Evans *et al.* 2002; Pryce et Veerkamp 2001). Toutefois, contrairement à Frey *et al.* (2018), nous n'avons pas constaté des délais de mise à la reproduction significativement plus courts chez les vaches PI que chez celles affouragées à l'étable. S'agissant de la période de service, aucune différence significative au sein d'une même lactation n'a été observée, si ce n'est entre les systèmes HFCplus et PI au cours des 3^e et 4^e lactations (tabl. 3). Alors que la période de service des vaches PI n'a jamais dépassé 90 jours et n'a pas varié significativement entre les lactations, dans les deux autres systèmes, elle a eu tendance à s'allonger au cours des lactations, parfois même de manière significative. Divers auteurs considèrent que la perte importante de poids due à une production laitière élevée explique cet allongement (Butler 2005; Walsh *et al.* 2011). En outre, on peut supposer qu'en raison de leur saisonnalité, les exploitations PI privilégient les vaches à période de service courte et les sélectionnent donc plus fortement sur ce critère que les exploitations avec des

Tableau 3 | Périodes de service des vaches des exploitations HFC (avec peu de concentrés), HFCplus (avec beaucoup de concentrés) et PI (pâturation intégrale) en 2014/15. Moyenne modélisée (Ø) en jours, intervalle de confiance (CI) et taille de l'échantillon (n).

Système de production	HFC			HFCplus			PI		
	Ø	CI	n	Ø	CI	n	Ø	CI	n
1 ^{re} lactation	86 ^{ac}	77–96	133	90 ^{ae}	84–99	278	89 ^{ad}	80–98	183
2 ^e lactation	88 ^{ad}	79–99	128	106 ^{bcd}	93–113	227	86 ^{ab}	77–96	135
3 ^e lactation	99 ^{ad}	88–111	103	109 ^d	99–120	178	80 ^a	71–90	97
4 ^e lactation et ss	103 ^{bde}	93–113	255	108 ^d	100–118	328	87 ^{ab}	79–96	235

^{a,b,c,d,e} Les moyennes n'ayant aucune lettre en commun diffèrent significativement ($p < 0,05$).

vêlages toute l'année. Les paramètres de fertilité mesurés lors de cette étude se rapprochent de ceux obtenus dans d'autres comparaisons de systèmes d'affouragement à base d'herbe (Coleman 2009; Frey *et al.* 2018).

Conclusions

- Avec une quantité modérée de concentrés et beaucoup d'herbe fraîche, il est possible d'atteindre des productions laitières assez élevées.
- La variabilité de l'efficacité de valorisation des fourrages constatée au sein des systèmes étudiés suggère

qu'il reste un potentiel d'amélioration considérable, par exemple en matière de gestion ou de génétique des vaches laitières.

- Les vaches laitières dont la ration contient une part importante d'herbe fraîche présentent une bonne fertilité et produisent du lait avec des teneurs élevées en matière grasse et en protéines. ■

Remerciements

Nous remercions Braunvieh Schweiz, Holstein Switzerland et swissherdbook pour l'accès à leurs données de productivité laitière et de fertilité, ainsi qu'Agroscope, Alexander Burren et Pius Korner pour leur soutien technique.

Bibliographie

- Agroscope, 2017. Accès: <https://www.feedbase.ch/> [12.01.2017].
- Bates D., Maechler M., Bolker B. & Walker S., 2015. Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software* **67** (1), 1-48.
- Butler W., 2005. Relationship of negative energy balance with fertility. *Advances in Dairy Technology* **17**, 35–46.
- Coleman J., Pierce K., Berry D., Brennan A. & Horan B., 2009. The influence of genetic selection and feed system on the reproductive performance of spring-calving dairy cows within future pasture-based production systems. *Journal of Dairy Science* **92**, 5258–5269.
- Erdin D. & Giuliani S., 2011. Consommation d'aliments concentrés par les vaches traitées. *Actuel*, DMA 5, 4–8.
- Evans R., Buckley F., Dillon P. & Veerkamp R., 2002. Genetic parameters for production and fertility in spring-calving Irish dairy cattle. *Irish J. Agric. Res.* **41**, 43–54.
- Frey H., Gross J., Petermann R., Probst S., Bruckmaier R. & Hofstetter P., 2018. Performance, body fat reserves and plasma metabolites in Brown Swiss dairy cows: Indoor feeding versus pasture-based feeding. *J Anim, Physiol Anim Nutr.* **102** (2), e746–e757.
- Gruber L. & Ledinek M., 2017. Effizienz der Milcherzeugung in Abhängigkeit von Genotyp und Lebendmasse. 44. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 05.-06.04.2017, HBLFA Raumberg Gumpenstein, 23–39.
- Hofstetter P., Frey H., Gazzarin C., Wyss U. & Kunz P., 2014. Dairy farming: Indoor v. pasture based feeding. *Journal of Agricultural Science* **152**, 994–1011.
- Hothorn T., Bretz F. & Westfall P., 2008. Simultaneous Inference in General Parametric Models. *Biometrical Journal* **50** (3), 346–363.
- Jans F., Kessler J., Mürger A. & Schlegel P., 2015. Apports alimentaires recommandés pour la vache laitière. In: Apports alimentaires recommandés pour les ruminants (Livre vert), chapitre 7. Éd. Agroscope, Posieux.
- Kirchgessner M., Stangl G., Schwarz F., Roth F., Südekum K. & Eder K., 2014. Tierernährung – Leitfaden für Studium, Beratung und Praxis. 14. aktualisierte Auflage.
- Pryce J. & Veerkamp R., 2001. The incorporation of fertility indices in genetic improvement programmes. BSAS Occasional Meeting – Fertility in the High Producing Dairy Cow, Galway, Ireland. *Br. Soc. Anim. Sci. Publ.* **26**, 237–249.
- R Core Team, 2017. A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienne, Autriche. Accès: <https://www.r-project.org/>.
- Reidy B. & Ineichen S., 2015. Rationszusammensetzung und Futterautonomie von Schweizer Milchproduktionsbetrieben. 59. Jahrestagung der AGGF, 27.-29.08.2015, Aulendorf, 35–39.
- Steinwider A., 2009. Modellrechnungen zum Einfluss der Lebendmasse von Milchkühen auf die Futtereffizienz und Kraftfutterbedarf. 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, 11.-13.2.2009, Zurich, 30–33.
- Walsh S., Williams E. & Evans A., 2011. A review of the causes of poor fertility in high milk producing dairy cows. *Animal Reproduction Science* **123**, 127–138.

Riassunto**Sistemi a confronto Hohenrain II:
Rendimento animale con foraggio verde fresco**

L'afforaggiamento in stalla con foraggio verde fresco ricopre un ruolo importante nella produzione lattiera svizzera. Dal 2014 al 2016, in 36 aziende agricole dell'altopiano svizzero, sono stati analizzati e confrontati tre sistemi per la produzione del latte: l'afforaggiamento in stalla con una media di 418 kg di concentrati (EGKF), l'afforaggiamento in stalla con una media di 1161 kg di concentrati (EGKFplus) e il pascolo integrale con una media di 93 kg di concentrati (VW). Le aziende che hanno adottato il sistema EGKF hanno raggiunto una media di 7218 kg di latte corretto per l'energia (ECM), le aziende EGKFplus una media di 8457 kg di ECM e le aziende a pascolo integrale 6268 kg di ECM per mucca all'anno. Per una produzione di latte giornaliera comparabile, la quantità di concentrati utilizzata variava notevolmente tra i tre sistemi di produzione. Per ogni chilo di concentrati impiegato, gli impianti EGKF e EGKFplus hanno prodotto 1,0 kg di ECM in più. Per quanto riguarda la conversione di energia, il sistema EGKFplus è risultato più efficiente rispetto agli altri, con 2,15 kg di ECM per 10 MJ di energia netta di lattazione (NEL) (contro 2,00 kg per EGKF e 1,90 kg per VW). In merito alla composizione del latte e agli indici di fertilità non sono state riscontrate differenze significative tra i sistemi analizzati. Questo studio dimostra che si possono ottenere elevati rendimenti nella produzione lattiera con un'alta percentuale di erba fresca nella razione e un utilizzo di concentrati moderato nell'contesto svizzero.

Summary**System comparison Hohenrain II:
Animal performance with fresh grass feeding**

Partial grazing with indoor feeding of fresh grass is an important feeding system for Swiss dairy farms. From 2014 to 2016, three production systems – partial grazing with indoor feeding of fresh grass with reduced (EGKF; 418 kg), and increased concentrate supplementation (EGKFplus; 1161 kg) was compared with full-time grazing with reduced concentrate supplementation (FG; 93 kg) on 36 pilot farms in Switzerland. The EGKF farms had average annual yields of 7218 kg energy-corrected milk (ECM), the EGKFplus farms 8457 kg ECM and the FG farms 6268 kg ECM per cow. Animals with comparable daily milk yields received very different amounts of concentrate in the three production systems. The EGKF and EGKFplus farms produced 1.0 kg more ECM per kg of concentrate used. With 2.15 kg ECM per 10 MJ net energy lactation (NEL), the EGKFplus farms were more efficient in terms of energy utilisation than the other two systems (EGKF: 2.00; FG: 1.90). There were no significant differences among the three systems regarding milk compounds and fertility indicators. With high ration ratios of fresh grass fodder, high milk yields are possible with comparatively (for Switzerland) moderate concentrate use.

Key words: system comparison, dairy farming, feeding fresh grass, milk yield, production efficiency.