

Projet «Quelle vache pour la pâture?»: Production, reproduction et santé

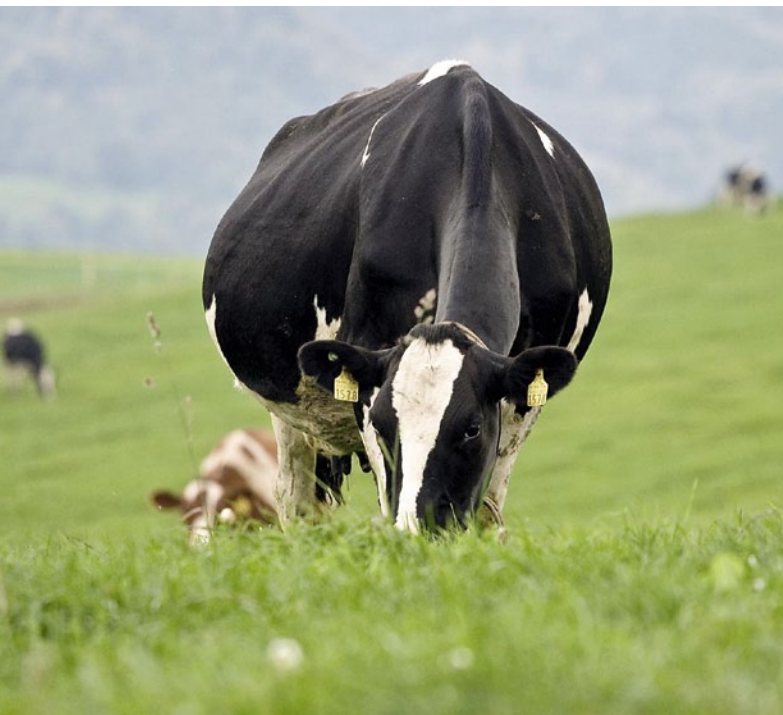
Valérie Piccand¹, Erwan Cutullic¹, Fredy Schori², Sara Weilenmann³ et Peter Thomet¹

¹Haute école suisse d'agronomie HESA, 3052 Zollikofen

²Station de recherche Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, 1725 Posieux

³Institut de nutrition animale, Faculté Vetsuisse, Université de Zurich, 8057 Zurich

Renseignements: Valérie Piccand, e-mail: valerie.piccand@bfh.ch, tél. +41 31 910 22 18



Les Holstein-Friesian néo-zélandaises ont obtenu de meilleurs résultats de reproduction que les Holstein suisses, mais de moins bons résultats que les Fleckvieh.

Introduction

La Suisse est un pays densément peuplé, l'utilisation efficace des surfaces se prêtant à l'agriculture y est essentielle. Tant au niveau suisse qu'international, les systèmes de production laitière en pâture intégrale et vèlages saisonniers ont démontré qu'ils permettaient de valoriser efficacement les herbages et d'atteindre une excellente productivité à l'hectare sur la base des fourrages (Thomet *et al.* 2004). Outre la gestion optimisée du pâturage, l'amélioration de la productivité passe par l'utilisation de vaches adaptées au système. Celles-ci doivent transformer efficacement en lait l'herbe pâturée et les fourrages grossiers, et ainsi permettre une réduction des coûts de production (fourrages et concentrés repré-

sentent plus de 60% des coûts directs des exploitations laitières ; M. Höltschi, communication personnelle). Dans le même temps, elles doivent préserver leur santé, leur bien-être et leurs performances de reproduction, afin de maintenir avec peu de réformes des vèlages groupés permettant de valoriser au mieux l'offre en herbe.

Si les contraintes d'efficacité de production sont communes à de nombreux systèmes, les contraintes d'efficacité de reproduction sont particulièrement exacerbées dans les systèmes en vèlages groupés. En effet, pour des vèlages groupés annuellement sur 12 semaines, la saison des inséminations ne dure que 12 semaines et débute 12 semaines après les premiers vèlages, et juste après les derniers vèlages. Toutes les étapes de la reproduction doivent donc être maîtrisées: les vaches doivent reprendre une cyclicité régulière dans les 50 jours après le vèlage, exprimer des comportements de chaleurs nets à chaque ovulation, puis présenter une bonne fertilité à l'insémination. Une seule étape défailante retarde voire compromet l'établissement de la gestation, ce qui pénalise le système par modification de la répartition annuelle des vèlages ou par augmentation du nombre de réformes pour infécondité. Aussi, les performances de reproduction s'évaluent par le pourcentage de vaches gestantes en 3, 6 ou 12 semaines de saison de reproduction. Un vèlage tard dans la saison a des répercussions sur la production laitière, la reproduction, l'élevage des génisses ou encore l'organisation du travail sur l'exploitation.

Objectifs de l'essai

Cet essai «Quelle vache pour la pâture?» visait donc à tester l'adéquation des vaches laitières suisses contemporaines à un système saisonnier en pâture intégrale. Les performances de production, de reproduction et de santé des vaches de races suisses répondent-elles aux exigences d'un système à bas intrants et vèlages groupés? Pour ce faire, des vaches de races Holstein suisse (CH HF), Fleckvieh (CH FV) et Brown Swiss suisse (CH BS) ont été comparées à des vaches de race Holstein-Friesian néo-zélandaise (NZ HF), race sélectionnée de longue date pour ce type

de système et connue pour son efficacité laitière ainsi que ses bonnes performances de reproduction. Cet article est le deuxième de la série sur les résultats du projet «Quelle vache pour la pâture?». Le prochain article traitera des résultats économiques et paraîtra dans le numéro de juillet/août de cette revue.

Animaux, matériel et méthodes

Les vaches et exploitations impliquées, le schéma expérimental, les paramètres relevés ainsi que les méthodes d'analyse statistique ont été décrits en détail dans le premier article de la série (Piccand *et al.* 2011). En bref, de 2007 à 2009, des vaches NZ HF ont été appariées avec des vaches suisses sur 15 fermes commerciales, incluant au final 259 lactations de 134 vaches (NZ HF, n=131 lactations/58 vaches; CH HF 40/24; CH FV 43/27; CH BS 45/25). Les performances de production laitière, de reproduction, l'état corporel (BCS) et l'état de santé des animaux ont été analysés.

Résultats

Production laitière et état corporel

Des différences significatives entre races ont été observées pour tous les paramètres de production (tabl. 1). Les CH HF se sont caractérisées par un volume de lait important et un pic de lactation prononcé (fig. 1), les NZ HF par

Résumé L'objectif de cette étude était de comparer, en systèmes pâturants avec vêlages groupés de fin d'hiver, les performances de production, de reproduction et de santé de vaches laitières suisses de races Holstein (CH HF), Fleckvieh (CH FV) et Brown Swiss (CH BS) à des Holstein-Friesian d'origine néo-zélandaise (NZ HF) prises comme référence pour ce type de système. De 2007 à 2009, des vaches NZ HF ont été appariées avec des vaches suisses sur 15 fermes commerciales, incluant au final 259 lactations de 134 vaches. Les vaches CH HF et NZ HF ont eu des meilleures performances laitières que les CH FV et CH BS (50,2 et 52,1 kg ECM / kg PV^{0,75} contre 44,3 et 43,6 kg; $P < 0,05$). La proportion de vaches CH FV gestantes en 6 semaines de reproduction était tendanciellement plus élevée que pour les vaches CH HF (81 % contre 46 %, $P < 0,10$), NZ HF et CH BS étant intermédiaires (66 et 64 %). Les vaches CH HF présentent aujourd'hui des performances de reproduction insuffisantes pour les systèmes en vêlages groupés. Inversement, les vaches mixtes CH FV sont moins efficaces en termes de production laitière mais apparaissent adaptées à ces systèmes de par leurs bonnes performances de reproduction.

Tableau 1 | Production laitière sur 270 jours de lactation, poids vif et état corporel de vaches de races Holstein-Friesian néo-zélandaise (NZ HF), Holstein suisse (CH HF), Fleckvieh (CH FV) et Brown Swiss (CH BS) du projet «Quelle vache pour la pâture?»

	n	NZ HF	CH HF	CH FV	CH BS	P race
Production laitière sur 270 j						
Lait (kg)	259	5321 ^b	5921 ^c	5291 ^{ab}	4927 ^a	< 0,001
ECM ¹ (kg)	259	5531 ^b	5840 ^b	5363 ^b	4814 ^a	< 0,001
Taux de matière grasse (%)	259	4,25 ^c	4,01 ^{ab}	4,15 ^{bc}	3,86 ^a	< 0,001
Taux de matière protéique (%)	259	3,46 ^b	3,20 ^a	3,31 ^a	3,27 ^a	< 0,001
Taux de lactose (%)	259	4,79 ^{ab}	4,72 ^a	4,80 ^{ab}	4,85 ^b	< 0,05
Persistance ² en ECM	259	0,79 ^b	0,74 ^a	0,76 ^{ab}	0,72 ^a	< 0,001
Efficacité ³ (ECM / PV ^{0,75})	221	52,1 ^b	50,2 ^b	44,5 ^a	43,8 ^a	< 0,001
Poids vif sur la lactation (kg)						
Note d'état corporel (de 1 à 5)						
Au vêlage	251	3,25 ^b	3,05 ^a	3,52 ^c	3,38 ^{bc}	< 0,001
Au minimum d'état	246	2,69 ^b	2,39 ^a	2,86 ^c	2,74 ^{bc}	< 0,001
Perte d'état corporel						
Du vêlage à 30 j	249	-0,28	-0,37	-0,24	-0,24	0,129
Du vêlage au minimum	242	-0,55	-0,65	-0,64	-0,61	0,230

¹Lait corrigé de l'énergie (4,0 % de matière grasse, 3,2 % de matière protéique et 4,8 % de lactose).

²Ratio de la production d'ECM des jours 101 à 200 sur la production d'ECM des jours 1 à 100.

³Kg d'ECM par kg de poids vif métabolique moyen sur la lactation. Trente-huit vaches avec des pesées manquantes ont été exclues de l'analyse.

^{a, b, c} Les valeurs sans lettre commune sont significativement différentes ($P < 0,05$).

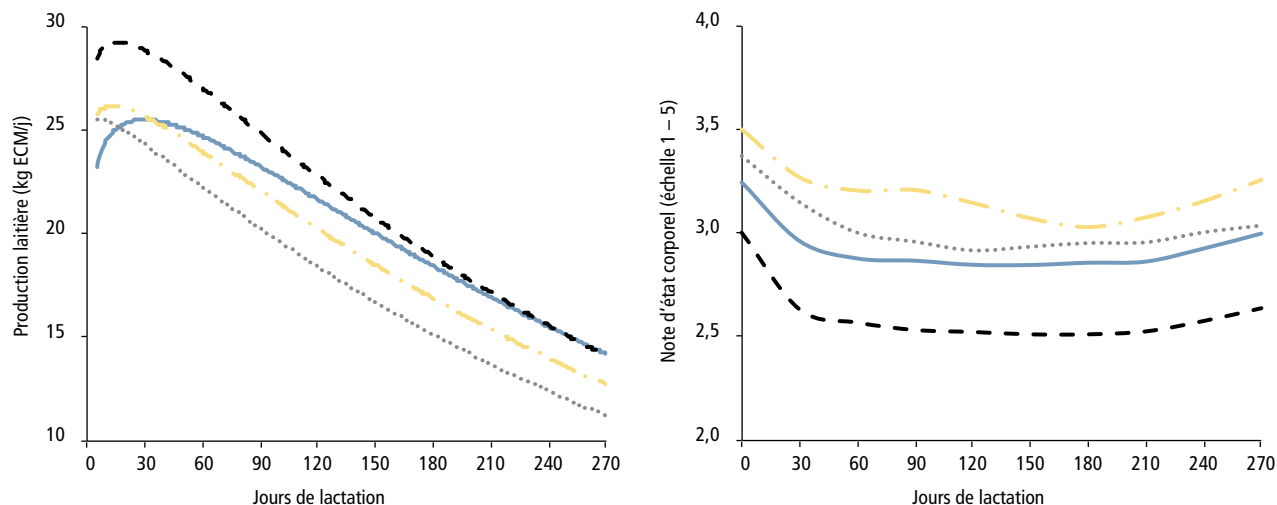


Figure 1 | Courbes de lactation ajustées selon l'équation de Wood et courbes d'état corporel de vaches de races Holstein-Friesian néo-zélandaise (NZ HF, n = 131, bleu), Holstein suisse (CH HF, n = 40, noir), Fleckvieh (CH FV, n = 43, orange) et Brown Swiss (CH BS, n = 45, gris) du projet «Quelle vache pour la pâture?».

des taux de matières grasses et surtout protéiques élevés et par une bonne persistance de lactation. Sur la base du critère «kg de lait corrigé de l'énergie (ECM) par kg de poids vif métabolique», les deux lignées Holstein-Friesian (HF) ont produit du lait plus efficacement que les CH FV et CH BS. Durant toute la lactation, les CH FV ont présenté une note d'état corporel significativement plus élevée que les NZ HF et les CH HF une note significativement plus basse, les CH BS étant intermédiaires entre NZ HF et CH FV (tabl. 1; fig. 1). En revanche, la perte d'état corporel après le vêlage n'a pas significativement différé entre les races.

Performances de reproduction

Les CH FV ont présenté les taux de vaches gestantes au cours de la saison de reproduction les plus élevés et les CH HF les plus bas, les NZ HF et CH BS étant intermédiaires (fig. 2). Ceci s'explique par une proportion de vaches inséminées en 3 semaines et une fertilité à l'insémination élevée pour les CH FV (tabl. 2). Un suivi de cyclicité réalisé sur la seule année 2008 a également attesté d'une reprise de cyclicité après le vêlage plus précoce pour les CH FV que pour les NZ HF (29 contre 51 jours, $P < 0,01$), les CH HF et les CH BS étant intermédiaires (43 et 43 jours).

Santé

Globalement, l'incidence des problèmes de santé a été plus élevée chez les NZ HF que chez les CH BS, sans qu'aucun problème spécifique n'apparaisse significativement plus fréquent (tabl. 3). Les CH HF et CH FV ont présenté des résultats intermédiaires. Concernant la locomotion, un suivi vétérinaire réalisé spécifiquement en 2008 a

suggéré une démarche plus régulière des NZ HF et des CH BS que des CH FV et des CH HF (67 et 60 % d'allure normale contre 44 et 38 %, $P < 0,05$; K. Keckeis, communication personnelle).

Discussion

Différentes manières de produire du lait

Les différences de performances laitières observées entre NZ HF et CH HF sont comparables à celles reportées dans des études de comparaison de lignées HF pour des systèmes de production laitière en pâture intégrale et vêlages saisonniers (Horan *et al.* 2005b; Macdonald *et al.* 2008). Il n'existe pas de référence concernant les Fleckvieh ou les Brunes pour ce type de système. Concernant la pro-

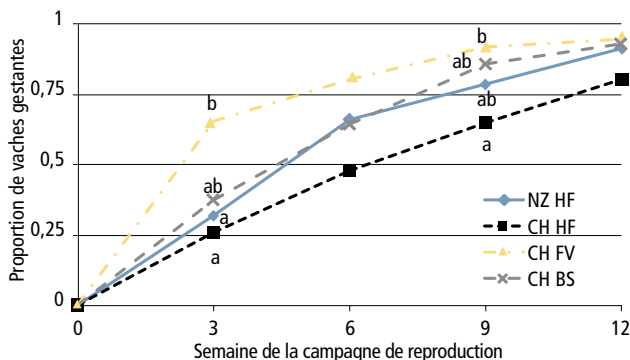


Figure 2 | Proportion de vaches gestantes au cours de la campagne de reproduction pour des vaches de races Holstein-Friesian néo-zélandaise (NZ HF), Holstein suisse (CH HF), Fleckvieh (CH FV) et Brown Swiss (CH BS) du projet «Quelle vache pour la pâture?». Les valeurs sans lettre commune sont significativement différentes ($P < 0,05$).

Tableau 2 | Performances de reproduction de vaches de races Holstein-Friesian néo-zélandaise (NZ HF), Holstein suisse (CH HF), Fleckvieh (CH FV) et Brown Swiss (CH BS) du projet «Quelle vache pour la pâture?»

	n	NZ HF	CH HF	CH FV	CH BS	P race
Vêlage – début saison reproduction (jour)	259	56	56	57	52	0,69
Début saison repro. – insémination fécondante (jour)	220	27 ^b	29 ^{ab}	15 ^a	22 ^{ab}	< 0,05
Taux de vaches inséminées en 3 semaine (%)	259	53 ^a	58 ^{ab}	86 ^b	70 ^{ab}	< 0,01
Taux de réussite à la 1 ^{ère} insémination (%)	258	62	46	67	59	0,36
Taux de réussite à la 1 ^{ère} ou 2 ^{ème} insémination (%)	258	76 ^{ab}	59 ^a	89 ^b	72 ^{ab}	< 0,05
Taux de vaches gestantes en 3 semaine (%)	256	32 ^a	26 ^a	65 ^b	38 ^{ab}	< 0,05
Taux de vaches gestantes en 6 semaine (%)	256	66	48	81	64	0,14
Taux de vaches gestantes en 12 semaine (%)	256	91	81	94	93	0,32

^{a, b, c} Les valeurs sans lettre commune sont significativement différentes ($P < 0,05$).

duction d'ECM par kg de poids vif métabolique, les deux lignées HF ont été les plus efficaces (environ + 14 % en comparaison avec les CH FV et les CH BS). Une efficacité de production plus faible était attendue pour les CH FV, des vaches de type mixte lait-viande, mais ce résultat n'était pas attendu pour les CH BS de type race laitière spécialisée. L'efficacité élevée de production laitière n'a pas été atteinte de la même manière par les deux lignées HF. Les CH HF ont produit plus de volume de lait, ont eu un pic de production plus important et une persistance plus faible que les NZ HF. Ces différences entre les courbes de production ont également été observées par Horan *et al.* (2005a). Une partie de l'efficacité de production des CH HF pourrait être attribuée à une plus grande mobilisation des réserves corporelles et à une partition différente de l'énergie ingérée, plus en faveur du lait que des réserves corporelles. Même si la perte d'état corporel n'était pas significativement différente entre les deux lignées HF (environ -0,10 point d'état pour les CH HF comparées aux NZ HF dès les 30 premiers jours de lactation), des pesées quotidiennes sur l'exploitation de l'Abbaye de Sorens ont révélé une perte de poids statistiquement plus importante durant les 30 premiers jours de lactation pour les CH HF que les NZ HF (32 kg pour les CH HF et 9 kg pour les NZ HF, $P < 0,01$; F. Schori, communication personnelle).

D'autre part, des mesures métaboliques spécifiquement réalisées en 2008 ont révélé des niveaux d'acides gras non estérifiés et de β -hydroxybutyrate significativement plus élevés pour les CH HF que les NZ HF, indiquant une mobilisation des réserves corporelles plus importante (M. Wanner, communication personnelle). L'indicateur kg ECM/kg poids vif métabolique n'est qu'un premier pas vers la définition de la vraie efficacité, qui devrait intégrer à l'avenir la variation de poids vif et d'état corporel, et idéalement l'ingestion effective lorsque l'information est disponible (Coleman *et al.* 2010).

La perte d'état corporel en deux temps des CH FV n'a été observée pour aucune autre race, pas même pour les NZ HF appariées aux CH FV. De juin à août, à plus de 100 jours *post-partum*, les CH FV semblent remobiliser de l'état corporel. Ces résultats suggèrent que le vêlage ne déclenche pas une mobilisation maximale des réserves corporelles, mais que ces réserves maintenues à un niveau élevé restent mobilisables en cas de modification/restriction des apports alimentaires en été, contrairement aux autres races qui présentent déjà un état corporel plus limitant. Cette mobilisation tardive et limitée serait de fait sans conséquence sur la reproduction. Nous n'avons à ce jour pas de référence permettant d'étayer cette hypothèse. ➤

Tableau 3 | Problèmes de santé, traitements hormonaux et numérations cellulaires de vaches de races Holstein-Friesian néo-zélandaise (NZ HF), Holstein suisse (CH HF), Fleckvieh (CH FV) et Brown Swiss (CH BS) du projet «Quelle vache pour la pâture?»

	n	NZ HF	CH HF	CH FV	CH BS	P race
Problème de santé ¹ (%)	259	41 ^b	23 ^{ab}	39 ^{ab}	14 ^a	< 0,01
Problème uro-génital ¹ (%)	259	9	9	11	8	0,97
Problème mammaire ¹ (%)	259	19	7	6	3	< 0,05
Traitement hormonal ¹ (%)	259	4	2	4	0	< 0,01
Cellules somatiques (1000 cell./ml)	259	56	54	41	41	0,07

¹Occurrence d'au moins un problème au cours de la lactation.

^{a, b, c} Les valeurs sans lettre commune sont significativement différentes ($P < 0,05$).

Performances de reproduction

Seules les CH FV ont atteint, voir dépassé, les objectifs de performances de reproduction fixés en Nouvelle-Zélande, soit $\geq 90\%$ de vaches inséminées en 21 jours et $\geq 78\%$ gestantes 6 semaines après le début de la saison de reproduction (Burke *et al.* 2007). Cet excellent résultat s'explique probablement par une reprise précoce d'une cyclicité régulière (comme observé en 2008 par analyse de profils de progestérone), un très bon taux de vaches inséminées en 3 semaines, ce qui suppose une bonne expression des chaleurs, et une très bonne fertilité (taux de réussite à l'insémination très élevés). Chez les NZ HF, un probablement long délai de reprise de cyclicité, observé en 2008 avec les profils de progestérone et par différents auteurs (Macmillan 2002; Macdonald *et al.* 2008), pourrait expliquer le faible taux de vaches inséminées en 3 semaines. Cependant, grâce à leur bonne fertilité à l'insémination, ces vaches ont pu rattraper leur retard, en termes de vaches gestantes, plus tard dans la saison de reproduction. Un faible taux d'insémination combiné à une fertilité insuffisante à l'insémination expliquent les plus faibles taux de CH HF gestantes durant la saison de reproduction, taux clairement insuffisants par rapport aux objectifs pour les systèmes en vèlages groupés. Sur l'ensemble des vaches, peu de traitements hormonaux ont été utilisés pour induire des chaleurs (entre 0 et 4% des lactations avec traitements), ceci se situe donc très en dessous des recommandations néo-zélandaises avec un objectif à moins de 15% de vaches traitées (Burke *et al.* 2007). Une généralisation des traitements hormonaux sur les vaches non-cyclées avant le début de la saison d'insémination aurait probablement permis d'améliorer le taux de vaches gestantes en 6 semaines, particulièrement chez les NZ HF et CH BS, mais ce type d'intervention nous semble en désaccord avec l'orientation de la production laitière suisse vers une production plus respectueuse de l'environnement et du bien-être animal.

Santé de la mamelle

Pour le même type de système de production, des taux d'incidence de mammites de 14 à 59% par lactation ont été décrits (Lacy-Hulbert *et al.* 2002; Lacy-Hulbert *et al.* 2006; McCarthy *et al.* 2007). Même si les taux relevés en fermes commerciales sont souvent sous-évalués par rapport à ceux relevés en stations expérimentales, il faut souligner la faible incidence de mammites traitées durant la lactation dans cet essai. De même, les comptages de cellules somatiques étaient excellents avec moins de 100'000 cellules en moyenne pour toutes les races. Aucune tendance nette ne ressort des essais comparant des lignées HF nord-américaine et néo-zélandaises,

avec des numérations cellulaires parfois supérieures (McCarthy *et al.* 2007), inférieures (Lacy-Hulbert *et al.* 2002) ou équivalentes (Lacy-Hulbert *et al.* 2006) pour les HF néo-zélandaises. Au niveau de la Tachetée rouge, la section Swiss Fleckvieh présente des comptages de cellules somatiques plus faibles que les sections Red Holstein et Holstein, en cohérence avec leur valeur d'élevage (Bigler 2011). Au vu de nos résultats et des données de la littérature, il est donc actuellement difficile d'estimer si l'une des races étudiées présente un avantage. La très faible incidence de troubles de la santé ici observée pour les CH BS mériterait notamment d'être étudiée à plus grande échelle.

Conclusions

- Malgré leur efficacité laitière en systèmes bas-intrants, les vaches CH HF présentent aujourd'hui des performances de reproduction insuffisantes pour les systèmes en vèlages groupés. A même efficacité laitière, les NZ HF ont présenté de meilleures performances de reproduction.
- Inversement, les vaches mixtes CH FV sont moins efficaces en termes de production laitière mais apparaissent adaptées à ces systèmes de par leurs très bonnes performances de reproduction.
- Les vaches CH BS ne se sont démarquées ni sur le plan de la production ni sur le plan de la reproduction au vu des critères étudiés; sur le plan de la santé, la question reste posée. ■

Riassunto

Progetto «La mucca da pascolo e la sua genetica» Produzione, riproduzione e salute
L'obiettivo di questo studio era di confrontare, attraverso i sistemi di pascolo con parti raggruppati a fine inverno, le prestazioni di produzione, riproduzione e la salute delle mucche da latte delle razze Holstein (CH HF), pezzata (CH FV), bruna svizzera (CH BS) con delle Holstein-Friesian di origine neozelandese (NZ HF), presa come riferimento per questo tipo di sistema. Dal 2007 al 2009, in 15 aziende commerciali, le mucche NZ HF sono state confrontate con delle razze svizzere. Questa prova includeva 259 lattazioni di 134 mucche. Le mucche CH HF e HF NZ hanno mostrato le migliori prestazioni lattiere, rispetto alle CH FV e CH BS (50,2 e 52,1 kg ECM/kg PV^{0,75} contro 44,3 e 43,6 kg; $P < 0,05$). La proporzione di mucche CH FV gravide in 6 settimane di riproduzione è stata tendenzialmente maggiore delle le mucche CH HF (81 % contro 46 %, $P < 0,10$), mentre le NZ HF e CH BS si pongono a un livello intermedio (66 e 64 %). Le mucche CH HF presentano oggi capacità riproduttive insufficienti per i sistemi di parto raggruppati, al contrario, le mucche miste CH FV sono meno efficaci in termini di produzione di latte, ma attraverso le loro buone prestazioni riproduttive, si rivelano adeguate a questi sistemi.

Bibliographie

- Bigler A., 2011. Valeurs de référence 2011/2012. *Swissherdbook*, Zollikofen.
- Burke C., Blackwell M. & Little S., 2007. *The InCalf Book for New Zealand dairy farmers*. DairyNZ, 204 p.
- Coleman J., Berry D. P., Pierce K. M., Brennan A. & Horan B., 2010. Dry matter intake and feed efficiency profiles of 3 genotypes of Holstein-Friesian within pasture-based systems of milk production. *Journal of Dairy Science* **93**, 4318–4331.
- Horan B., Dillon P., Berry D. P., O'Connor P. & Rath M., 2005a. The effect of strain of Holstein-Friesian, feeding system and parity on lactation curves characteristics of spring-calving dairy cows. *Livest. Prod. Sci.* **95**, 231–241.
- Horan B., Dillon P., Faverdin P., Delaby L., Buckley F. & Rath M., 2005b. The interaction of strain of Holstein-Friesian cows and pasture-based feed systems on milk yield, body weight, and body condition score. *J. Dairy Sci.* **88**, 1231–1243.
- Lacy-Hulbert S. J., Kolver E. S., Williamson J. H. & Napper A. R., 2002. Incidence of mastitis among cows of different genotypes in differing nutritional environments. *Proc. N.Z. Soc. Anim. Prod.* **62**, 24–29.
- Lacy-Hulbert S. J., Summers E. L., Williamson J. H., Aspin P. W. & Kolver E. S., 2006. Prevalence of mastitis for cows of different genotypes milked for two consecutive seasons. *Proc. N.Z. Soc. Anim. Prod.* **66**, 236–240.

Summary

Which cow for pasture-based production systems?: Production, reproduction and health

The objective of the study was to compare, within pasture-based seasonal-calving systems, the production and reproduction performances of Swiss Holstein-Friesian (CH HF), Fleckvieh (CH FV) and Brown Swiss (CH BS) dairy cows with New Zealand Holstein-Friesian (NZ HF) dairy cows, taken as reference for such systems. From 2007 to 2009, NZ HF cows were paired with Swiss cows on 15 Swiss commercial farms, including in total 259 lactations from 134 cows. CH HF and NZ HF cows had better milk performance than CH FV and CH BS (50,2 and 52,1 kg ECM/kg LW^{0,75} versus 44,3 and 43,6 kg; $P < 0,05$). The CH FV cows had the best reproduction performance, tending to have more pregnant cows 6 weeks after the planned start of mating than the CH HF cows (81 % versus 46 %, $P < 0,10$), NZ HF and CH BS cows were intermediate (66 and 64 %). The poor reproductive performance of the CH HF cows compromised their suitability for pasture-based seasonal-calving systems. Conversely the dual-purpose CH FV were less efficient in term of milk production but seem to be suitable for these systems owing their good reproductive performance.

Key words: pasture, seasonal calving, dairy production, reproduction breeds.

- Macdonald K. A., Verkerk G. A., Thorrold B. S., Pryce J. E., Penno J. W., McNaughton L. R., Burton L. J., Lancaster J. A. S., Williamson J. H. & Holmes C. W., 2008. A comparison of three strains of Holstein-Friesian grazed on pasture and managed under different feed allowances. *J. Dairy Sci.* **91**, 1693–1707.
- Macmillan K. L., 2002. Advances in bovine theriogenology in New Zealand. 1 | Pregnancy, parturition and the postpartum period. *N.Z. Vet. J.* **50**, 67–73.
- McCarthy S., Berry D. P., Dillon P., Rath M. & Horan B., 2007. Effect of strain of Holstein-Friesian and feed system on udder health and milking characteristics. *Livestock Science* **107**, 19–28.
- Piccand V., Schori F., Troxler J., Wanner M. & Thomet P., 2011. Projet «Quelle vache pour la pâture?» Problématique et description de l'essai. *Recherche Agronomique Suisse* **2** (5), 200–205.
- Thomet P., Leuenberger S. & Blättler T., 2004. Projekt Opti-Milch: Produktionspotenzial des Vollweidesystems. *Agrarforschung* **11**, 336–341.