

Le pâturage améliore les paramètres immunitaires et l'hémogramme des veaux

Florian Leiber, Cem Baki, Anna Bieber, Geoffrey Mesbahi, Jessica Werner, Anet Spengler Neff

Institut de recherche de l'agriculture biologique FiBL, 5070 Frick, Suisse

Renseignements: Florian Leiber, e-Mail: florian.leiber@frib.org

<https://doi.org/10.34776/afs16-206f> Date de publication: 15 Décembre 2025



Trois génotypes en essai de pâturage. Photo: Geoffrey Mesbahi, FiBL

Résumé

Soixante-douze veaux mâles, issus de trois génotypes (Brown Swiss [BS], Limousin × Brown Swiss [LB] et Swiss Fleckvieh [SF]) ont été utilisés dans le cadre d'un essai d'engraissement extensif entre le quatrième et le sixième mois de vie. Six veaux de chaque génotype ont été engrangés en tant que groupe témoin dans une étable à Frick (AG) et sur trois sites avec pâturage (Wülflingen (ZH), Früebüel sur la Zugerberg, et Alp Weissenstein au col l'Albula). Le pâturage durait en moyenne 8 à 9 heures par jour. À l'étable, tous les veaux ont reçu le même foin *ad libitum*, et les veaux pouvant pâturent ont reçu 0,5 kg de granulés de luzerne et 1,3 kg de granulés de maïs par animal et par jour, et 0,5 kg supplémentaire d'aliments concentrés au cours des quatre dernières semaines. Les veaux du site de Frick, sans pâturage, ont reçu 1 kg de luzerne et 2 kg de maïs par animal et par jour, ainsi que 1,3 kg d'aliments concentrés par jour au cours des six dernières semaines, et 4 kg d'enrubanné d'herbe par animal et par jour au

cours du dernier mois d'engraissement. Des prélèvements sanguins ont été effectués une semaine avant l'abattage, au 180^e jour de vie, ainsi que dans le sang prélevé à l'abattage. Le sang a été analysé pour déterminer le taux d'hémoglobine, l'hématocrite, les erythrocytes, les leucocytes et d'autres paramètres sanguins, ainsi que les protéines totales et les immunoglobulines, tandis que le sang prélevé à l'abattage a été analysé pour déterminer le taux de lactate et de cortisol. L'hémoglobine, l'hématocrite et les erythrocytes ont été influencés positivement par l'altitude du site. Les α- et γ-globulines, en particulier, étaient plus élevées dans les groupes ayant accès aux pâturages, notamment dans les sites extensifs situés en altitude. Dans l'ensemble, les veaux de race SF ont obtenu de meilleurs résultats que ceux de race BS; les LB se situaient dans la moyenne.

Mots-clés: male dairy calves, mountain pasture, immune system, red blood cells, animal health.

Introduction

L'élevage éthiquement durable des veaux mâles issus de troupeaux laitiers dans l'agriculture biologique reste une question insuffisamment résolue. La plupart des veaux issus de troupeaux laitiers en Suisse sont séparés de leur mère peu après la naissance et commencent leur vie dans des igloos, avec peu de possibilités de mouvement. En Suisse, ce mode d'élevage est autorisé jusqu'à l'âge de huit semaines, tant pour les exploitations biologiques que non biologiques (cet isolement prolongé concerne principalement les veaux d'élevage). Cet isolement est censé minimiser le risque de maladie des veaux, dû à la faiblesse de leur système immunitaire, bien que les avantages de cette forme d'élevage ne soit pas scientifiquement démontré (Lorenz, 2021). À l'âge de 3–4 semaines, la plupart des veaux mâles issus de l'élevage laitier, y compris ceux provenant d'exploitations biologiques, sont transférés dans de grandes exploitations d'engraissement où ils ont certes de nombreux contacts sociaux, mais peu de possibilités de se déplacer à l'extérieur. Dans ces exploitations, les veaux doivent être traités aux antibiotiques au début de l'engraissement, car la protection immunitaire passive transmise par leur mère diminue alors que leur propre système immunitaire n'est pas encore développé. Même à un stade plus avancé, ces animaux tombent relativement souvent malades et d'autres traitements antibiotiques sont nécessaires (Rosignoli et al., 2013; Beer et al., 2015). Le projet «Freiluftkalb» (veau en plein air), lancé en 2019 par l'Université de Berne en collaboration avec 19 exploitations IP d'engraissement de veaux, a validé une méthode d'élevage de ces jeunes veaux: ils ont été isolés pendant trois semaines dans des igloos, puis élevés en groupes dans des igloos avec des aires de repos couvertes en plein air. L'utilisation d'antibiotiques dans les exploitations expérimentales a été réduite de 80 % et la mortalité des veaux de 50 % par rapport aux 19 autres exploitations témoins pratiquant l'élevage en stabulation (Meylan, 2019).

Au cours de la vie, le système immunitaire continue de jouer un rôle important et doit être développé et renouvelé par le veau lui-même (développement immunitaire; Lopez et al., 2020). Les indicateurs d'immunité sont donc importants pour la santé des veaux au cours des premières semaines de vie, mais aussi jusqu'à l'âge de six mois (Bouda & Jagos, 1984; Brun-Hansen et al., 2006). L'immunité active dépend de nombreux facteurs, tels qu'une bonne alimentation et un apport suffisant en macro-éléments, oligo-éléments et antioxydants. La vitalité générale du jeune animal est également l'une des conditions nécessaires à un système immunitaire

fort. L'hypothèse sur laquelle se base la présente étude est que la vitalité est influencée positivement par une alimentation variée et adaptée, et par des incitations suffisantes à l'exercice physique (Earley et al., 2004). Le pâturage, en particulier dans des prairies riches en espèces (Leiber et al., 2020), est la combinaison la plus évidente d'une alimentation saine et adaptée à l'espèce et d'une possibilité de faire de l'exercice. En Suisse, l'alpage est régulièrement mentionné comme ayant un effet potentiellement positif sur la santé des bovins (Künzi et al., 1988; Ruhland et al., 1999; Leiber et al., 2019). L'altitude et la richesse en espèces des pâturages sont souvent corrélées positivement et peuvent donc avoir un effet global. Cependant, il n'existe pratiquement aucune littérature dans laquelle ces relations ont été étudiées et décrites.

Dans ce contexte, l'étude présentée ici a examiné les immunoglobulines et globules rouges chez des veaux qui ont vécu entre quatre et six mois dans des pâturages situés à différentes altitudes. En se concentrant sur l'immunité acquise activement entre le quatrième et le sixième mois de vie, l'étude est partie des hypothèses suivantes:

1. Le pâturage a un effet positif sur les paramètres immunitaires détectables dans le sang
2. La combinaison de la diversité des espèces présentes dans les pâturages et de l'altitude a un effet positif sur la santé des veaux
3. Le génotype des veaux joue un rôle dans le système immunitaire.

Animaux, sites et méthodes

L'expérience a été approuvée par les services vétérinaires cantonaux respectifs sous le numéro 36486.

Soixante-douze veaux mâles, répartis en trois génotypes (brown Swiss [BS], Limousin × Brown Swiss [LB] et Swiss Fleckvieh [SF]) ont été utilisés. Six veaux de chaque génotype ont été engrangés dans l'étable du FiBL à Frick (FiBL = groupe témoin) et dans trois sites de pâturage du Strickhof Zurich Wülflingen ZH (WÜLF), Früebuel sur la Zugerberg (FRÜE) et Alp Weissenstein au col de l'Albulia (ALP). Tous les animaux ont été achetés à l'âge de 34 ± 9 jours et élevés dans un premier temps dans les mêmes conditions. À la fin du troisième mois, les veaux ont été transférés vers les quatre sites pour y être engrangés et abattus à l'âge de 180 jours. Au cours du premier mois de l'expérience, tous les animaux ont eu accès ad libitum à du foin et à 2,3 litres de lait de substitution par jour en moyenne. Les animaux élevés en pâturage ont reçu en plus 0,5 kg de granulés de luzerne et 1,3 kg

de granulés de maïs par animal et par jour pendant la période d'engraissement de trois mois, ainsi que 0,5 kg d'aliments concentrés par veau et par jour pendant les quatre dernières semaines de la période d'engraissement. En moyenne, ils ont passé environ neuf heures par jour au pâturage. Les veaux élevés en stabulation ont reçu une alimentation complémentaire légèrement plus intensive, avec 1 kg de granulés de luzerne et 2 kg de granulés de maïs par animal et par jour pendant les trois mois d'engraissement, 1,3 kg d'aliments concentrés par veau par jour pendant les six dernières semaines et 4 kg d'enrubanné d'herbe par animal par jour pendant le dernier mois d'engraissement.

Les trois sites de pâturage se distinguaient par leur altitude et la composition des pâturages (tableau 1).

Tous les veaux ont été évalués/examinés toutes les deux semaines selon un score de santé (tableau 2). Les résultats de l'évaluation ont été présentés et analysés sous forme de pourcentage (tableau 3).

Les protéines sériques, les immunoglobulines et les paramètres de l'hémogramme ont été déterminés à partir d'échantillons sanguins prélevés avant le transfert vers les sites d'expérimentation et une semaine avant l'abattage. Les teneurs en cortisol et en lactate ont été mesurées dans des échantillons de sang prélevés lors de l'abattage. Aucune corrélation n'a été trouvée entre les valeurs sanguines avant et à la fin de la période de pâturage, seules les valeurs de la fin de la période d'essai ont donc été incluses dans le modèle statistique (tableau 4).

Résultats et discussion

Les veaux étaient pour la plupart en bonne santé, seuls un état nutritionnel limité et un pelage terne ont été constatés dans respectivement 20 % et 18 % des examens (tableau 3); cela concernait nettement plus souvent les veaux de race Brown Swiss que les autres génotypes. Les salissures au niveau de la queue, signe de diarrhée, aug-

mentaient avec l'altitude, et une différence significative entre les sites FiBL (environ 6 %) et Alp (environ 20 %) a été observée. Les traitements vétérinaires étaient les moins fréquents chez les SF, avec environ 3 %. Les autres variables étudiées n'ont pas montré de différences significatives entre les sites ou les génotypes.

L'état légèrement moins bon des veaux de race Brown Swiss se reflète dans les paramètres de l'hémogramme, mais pas dans les immunoglobulines du sérum (tableau 4). L'hématocrite était dans la norme pour tous les animaux (Bouda & Jagos, 1984; Brun-Hansen *et al.*, 2006); mais l'élevage à Alp Weissenstein à 2000 m d'altitude a augmenté la moyenne de manière très significative.

Le taux d'hémoglobine dans le sang se situait dans la partie inférieure des valeurs de référence (Bouda & Jagos, 1984; Brun-Hansen *et al.*, 2006; Idexx, Suisse 2024). Seules les valeurs des animaux élevés en alpage indiquaient un bon état de santé des animaux. Les résultats sont similaires pour les erythrocytes (figure 1; Jezek *et al.*, 2011).

Les leucocytes ont également été influencés par l'altitude et se situaient globalement dans la partie supérieure des valeurs de référence. Les thrombocytes n'ont montré aucun effet lié au site d'élevage.

Les génotypes présentaient des paramètres d'hémogrammes significativement différents (tableau 4): les veaux Swiss Fleckvieh avaient les taux les plus élevés d'hémoglobine, d'erythrocytes (figure 1) et de leucocytes, ainsi que les concentrations de thrombocytes les plus faibles. Les valeurs MCV (volume globulaire moyen) et MCH (teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine) indiquent une légère anémie et une carence en fer chez tous les animaux, quel que soit leur site d'élevage (Jezek *et al.*, 2011; Idexx Suisse, 2024), les valeurs des veaux de race Brown Swiss étant significativement meilleures, mais toujours faibles.

La concentration en cortisol était nettement différente entre les sites, dans l'ordre FiBL > Früebüel > Wülfingen

Tableau 1 | Descriptions des pâturages. Moyennes et écarts-types sur trois mois.

Variable	WÜLF (n=44)	FRÜE (n=49)	ALP (n=53)
Protéines brutes (g/kg MS)	159,3 ± 26,4	151,7 ± 26,3	143,7 ± 18,8
Cendres brutes (g/kg MS)	107 ± 9,9	84,8 ± 12,0	71,9 ± 10,1
Fibres insolubles dans les détergents neutres NDF (g/kg MS)	468,1 ± 61,4	427,1 ± 59,2	406,4 ± 53,5
Fibres insolubles dans les détergents acides ADF (g/kg MS)	309,3 ± 37,0	298 ± 35,0	268,9 ± 28,5
Digestibilité de la matière sèche (%)	69,6 ± 5,2	71,3 ± 4,6	74,1 ± 2,8
Énergie nette pour la production de viande NEV (MJ/kg)	5,5 ± 0,7	5,8 ± 0,6	6,2 ± 0,4
Graminées (%)	73,6 ± 15,7	63,8 ± 16,9	62,4 ± 19,0
Légumineuses (%)	19,4 ± 14,1	17,1 ± 12,0	4,9 ± 4,9
Diverses (%)	7,2 ± 7,5	19,1 ± 11,1	32,8 ± 17,5
Nombre d'espèces dans les pâturages	23	33	61
Altitude (m)	460	980	2000

FiBL: Institut de recherche de l'agriculture biologique; WÜLF: Strickhof, site de Wülfingen; FRÜE: Strickhof, site de Früebüel; ALP: Strickhof, site de Alp Weissenstein; MS = Matière sèche

> Alp Weissenstein, ce qui indique des différences dans le niveau de stress des animaux à l'abattoir. Ce résultat est surprenant, car il n'a aucun rapport avec la durée (très variable) du transport. En revanche, les valeurs du lactate reflètent assez clairement les différentes distances de transport vers l'abattoir.

En ce qui concerne les protéines sanguines et les immunoglobulines α et γ , les valeurs des animaux nourris à l'étable étaient toujours les plus faibles (tableau 4). La dispersion de la concentration en γ -globulines (figure 2) correspond très bien aux valeurs issues d'une vaste étude menée en France sur de jeunes bovins d'engraissement pâturant (Rosignoli *et al.*, 2013) et indique clairement un effet positif du pâturage. Les deux sites les plus extensifs et les plus élevés, Früebühl et Alp Weissenstein, ont obtenu de très bons résultats. Il n'est pas possible de déterminer avec certitude si la flore des prairies a joué un rôle

(Galvan *et al.*, 2021) ou s'il s'agit d'effets indirects de l'altitude sur l'hémoglobine et les érythrocytes (Sarkozy *et al.*, 1985), les deux hypothèses étant possibles. Les veaux de race Brown Swiss avaient un avantage en termes de β -globuline, tandis que les veaux SF avaient un avantage en termes de γ -globuline. En général, les concentrations sériques d'immunoglobulines se situaient dans la fourchette normale des valeurs de référence (Bouda & Jagos, 1984; Bieber *et al.*, 2022; Idexx Suisse, 2024).

En résumé, il apparaît que le pâturage a eu un effet nettement positif sur les immunoglobulines et que l'altitude a amélioré les paramètres de l'hémogramme, bien qu'ils restent généralement faibles.

Pour les génotypes, les veaux SF présentaient un avantage tant au niveau de la formule sanguine que des immunoglobulines.

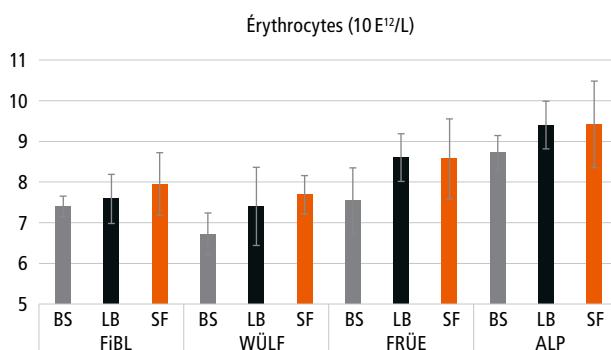


Illustration 1 | Teneur en érythrocytes dans le sang total selon les sites et les génotypes.

FiBL: Institut de recherche de l'agriculture biologique (350 m d'altitude); WÜLF: Strickhof, site de Wüfflingen (460 m d'altitude); FRÜE: Strickhof, site de Früebühl (980 m d'altitude); ALP: Strickhof, site de Alp Weissenstein (2000 m d'altitude); BS: Brown Swiss; LB: croisement Limousin x Brown Swiss; SF: Swiss Fleckvieh

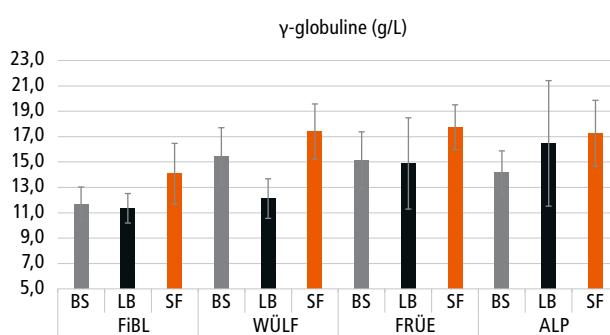


Illustration 2 | Teneurs en γ -globuline dans le sérum selon les sites et les génotypes.

FiBL: Institut de recherche de l'agriculture biologique (350 m d'altitude); WÜLF: Strickhof, site de Wüfflingen (460 m d'altitude); FRÜE: Strickhof, site de Früebühl (980 m d'altitude); ALP: Strickhof, site de Alp Weissenstein (2000 m d'altitude); BS: Brown Swiss, LB: croisement Limousin x Brown Swiss, SF: Swiss Fleckvieh

Tableau 2 | Grille d'évaluation de l'état de santé des veaux

Catégorie	Paramètre	Scores et définitions
État général	Vitalité	1 Veau vif, agile et attentif 2 Veau peu réactif ou couché; et/ou dos courbé ou oreilles nettement tombantes
	Pelage	1 Lisse, brillant 2 Hirsute et terne (au moins la moitié du thorax)
État nutritionnel	État corporel	1 Bon à très bon: côtes et apophyses épineuses non visibles et hanches arrondies. 2 Modéré à maigre. Modéré: côtes et épines dorsales visibles et hanches anguleuses; Maigre: côtes saillantes et épines dorsales marquées, musculature faible: muscle long du dos derrière l'épaule peu développé, base de la queue clairement visible sans couche de graisse, musculature peu développée au niveau du quartier arrière
Diarrhée	Salissures autour de la queue	1 Zone autour de la queue propre ou peu sale (salissure maximale de la taille d'une paume de main humaine) 2 Zone autour de la queue souillée/collée par des excréments sur une surface supérieure à la paume de la main
Problèmes respiratoires	Toux	1 Pas de toux 2 Toux sporadique ou répétée
	Écoulement nasal	1 Pas d'écoulement nasal 2 Écoulement clair et liquide, trouble ou purulent
	Écoulement oculaire	1 Pas d'écoulement oculaire 2 Écoulement oculaire d'au moins 1 cm de long ou croûte humide ou sèche d'au moins 0,5 cm de long
	Respiration	1 Normale 2 Respiration forcée

Modifié d'après Bieber *et al.* 2022, sur la base des systèmes d'évaluation d'Aly *et al.* (2014) et Buczinski *et al.* (2018)

Tableau 3 | Proportion de veaux présentant des anomalies lors de l'évaluation de leur état de santé et proportion de veaux ayant reçu un traitement antibiotique et médical conventionnel par site et par génotype (pourcentage des cas)

Paramètre	Site ²				Génotype ³			p-values ¹			
	FiBL	WÜLF	FRÜE	ALP	BS	SF	LB	Site	Génotype	SxG	Âge
Nombre d'observations	126	126	108	108	156	156	156				
Vitalité réduite [%]	0	0	0,9	2,8	1,3	0,6	0,6	n.s. ¹	n.s.	n.s.	n.s.
Pelage hirsute et terne [%]	13,5	19,0	13,0	18,5	27,6 ^a	7,7 ^b	12,8 ^{ab}	n.s.	<0,01	n.s.	<0,05
État corporel modéré [%]	15,1	22,2	21,3	16,7	44,2 ^a	11,5 ^b	0,6 ^b	n.s.	<0,05	n.s.	n.s.
Salissures autour de la queue [%]	5,6 ^a	11,9 ^{ab}	16,7 ^{ab}	20,4 ^b	12,8	10,9	16,0	<0,05	n.s.	n.s.	<0,01
Toux [%]	4,0	3,2	2,8	3,7	5,8	2,6	1,9	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Écoulement nasal [%]	18,3	33,3	18,5	24,1	25,6	18,6	26,9	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Écoulement oculaire [%]	15,1	14,3	9,3	13,9	13,5	13,5	12,8	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Respiration forcée [%]	0	0	0	5,6	0,6	1,9	1,3	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Traitements antibiotiques [%]	1,6	0	0	9,3	3,8	0,6	3,2	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Soins vétérinaires [%]	10,3	1,6	1,9	11,1	9,0 ^a	3,2 ^b	6,4 ^{ab}	n.s.	<0,05	n.s.	<0,05

Les valeurs avec des lettres minuscules différentes au sein d'un même site ou génotype diffèrent de manière statistiquement significative les unes des autres dans le test post-hoc.

¹n.s. = non significatif

²FiBL: Institut de recherche de l'agriculture biologique; WÜLF: Strickhof, site de Wülfingen; FRÜE: Strickhof, site de Früebühl; ALP: Strickhof, site de Alp Weissenstein

³BS: Brown Swiss, SF: Swiss Fleckvieh; LB: croisement Limousin × Brown Swiss

Tableau 4 | Hémogramme et immunoglobulines sériques chez les veaux mâles âgés de six mois (N = 6 par interaction)

	Site ¹				Génotype ²				p-values				
	FiBL	WÜLF	FRÜE	ALP	BS	SF	LB	S.E.M.	Site	Génotype	SxG	Âge ³	Coeff ⁴
Sang complet													
Hématocrite [%]	26,1 ^{bc}	24,7 ^c	27,5 ^b	30,9 ^a	26,8	27,5	27,6	0,96	<0,001	n.s.	n.s.	n.s.	
Hémoglobine [mmol/L]	5,72 ^b	5,32 ^c	5,98 ^b	6,54 ^a	5,71 ^b	5,98 ^a	5,97 ^{ab}	0,158	<0,001	<0,05	n.s.	n.s.	
Érythrocytes [10 ¹² /L]	7,64 ^{bc}	7,27 ^c	8,23 ^b	9,18 ^a	7,59 ^b	8,40 ^a	8,25 ^a	0,318	<0,001	<0,01	n.s.	n.s.	
Leucocytes [10 ⁹ /L]	9,36	9,25	10,26	10,87	9,15 ^b	11,02 ^a	9,63 ^b	0,798	<0,05	<0,01	n.s.	n.s.	
Thrombocytes [10 ⁹ /L]	668	760	783	688	736 ^{ab}	643 ^b	795 ^a	64,5	n.s.	<0,01	<0,01	<0,01	-7,2
MCV [fL]	34,2	34,2	33,1	32,9	34,6 ^a	32,8 ^b	33,4 ^{ab}	0,77	n.s.	<0,01	n.s.	n.s.	
MCH [fmol]	0,75	0,74	0,73	0,72	0,75 ^a	0,72 ^b	0,73 ^{ab}	0,021	n.s.	<0,05	n.s.	n.s.	
MCHC [mmol/L]	21,9	21,5	22,1	21,8	21,8	21,8	21,9	0,26	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
Cortisol [μg/dL] ⁵	2,06 ^a	1,08 ^b	2,64 ^a	0,54 ^b	1,70	1,71	1,38	0,356	<0,001	n.s.	n.s.	n.s.	
Lactate [mmol/L] ⁵	3,82 ^{ab}	2,88 ^b	4,79 ^a	4,27 ^a	3,05 ^b	4,57 ^a	5,26 ^a	0,358	n.s.	<0,001	n.s.	n.s.	
Sérum													
Protéines totales [g/L]	55,7 ^b	59,8 ^{ab}	61,6 ^a	60,8 ^{ab}	58,0 ^b	62,8 ^a	57,6 ^b	2,36	<0,05	<0,01	n.s.	<0,01	0,257
Albumine [g/L]	26,6	27,1	27,1	26,5	25,6 ^b	28,6 ^a	26,3 ^b	1,16	n.s.	<0,01	n.s.	n.s.	
α1-globuline [g/L]	3,65 ^b	3,92 ^{ab}	4,25 ^a	4,23 ^a	3,93	3,93	4,18	0,230	<0,01	n.s.	n.s.	n.s.	
α2-globuline [g/L]	5,57 ^b	6,14 ^{ab}	6,73 ^a	6,57 ^a	6,20	6,28	6,28	0,350	<0,001	n.s.	n.s.	n.s.	
β-globuline [g/L]	7,76	7,67	7,78	7,57	8,24 ^a	7,73 ^{ab}	7,11 ^b	0,462	n.s.	<0,01	n.s.	<0,001	0,049
γ-globuline [g/L]	12,4 ^b	15,0 ^a	15,9 ^a	16,0 ^a	14,1 ^b	16,6 ^a	13,7 ^b	1,13	<0,001	<0,001	n.s.	n.s.	

¹FiBL: Institut de recherche de l'agriculture biologique (350 m d'altitude); WÜLF: Strickhof, site de Wülfingen (460 m d'altitude);

FRÜE: Strickhof, site de Früebühl (980 m d'altitude); ALP: Strickhof, site de Alp Weissenstein (2000 m d'altitude)

²BS: race Brown Swiss, SF: race Swiss Fleckvieh; LB: croisement Limousin × Brown Swiss

³Âge à l'abattage

⁴Coefficient avec l'âge à l'abattage en jours (fourchette 166–209). Indiqué uniquement s'il est significatif.

⁵Dans le sang prélevé lors de l'abattage.

Conclusions

Le pâturage des veaux mâles issus de troupeaux laitiers âgés de 3 à 6 mois contribue de manière significative à augmenter les taux d'immunoglobulines dans le sérum sanguin. On observe également un effet positif supplémentaire lié à l'altitude, notamment en ce qui concerne les paramètres de l'hémogramme (hémoglobine, hématocrite et globules rouges). Les veaux SF ont obtenu les meilleurs résultats pour plusieurs paramètres sanguins

et sériques; les veaux de race Brown Swiss ont présenté le plus de problèmes de santé et les paramètres d'hémogramme les moins favorables.

Remerciements

Nous remercions la Fondation Sur-La-Croix, Bâle, pour son soutien financier. Ces recherches ont été menées dans le cadre d'un projet soutenu par le projet Horizon de l'UE Re-Livestock (accord de subvention n° 101059609), qui ne prévoyait toutefois pas d'analyses sanguines.

Bibliographie

- Aly, S.S., William, J.L., Deniece, R.W., Lehenbauer, T.W., van Eenennaam, A., Drake, C., Kass, P.H., & Farver, T.B. (2014). Agreement between bovine respiratory disease scoring systems for pre-weaned dairy calves. *Anim. Health Res. Rev.* **15**, 148–150. <https://doi.org/10.1017/S1466252314000164>.
- Beer, G., Doherr, M.G., Bähler, C., & Meylan M. (2015). Antibiotikaeinsatz in der Schweizer Kälbermast. *Schweiz. Arch. Tierheilkd.* **157**, 55–57. <https://doi.org/10.17236/sat00005>
- Bieber, A., Walkenhorst, M., Eppenstein, R., Probst, J.K., Thüer, S., Baki, C., Martin, B., & Spengler Neff, A. (2022). Effects of twice a day teat bucket feeding compared to twice a day mother suckling on behaviour, health traits and blood immune parameters in dairy calves and immune parameters in cow's milk. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, **252**, 105644. <https://doi.org/10.1016/j.aplanim.2022.105644>
- Bouda, J., & Jagos, P. (1984). Biochemical and hematological reference values in calves and their significance for health control. *Acta Vet. Brno* **53**: 137–142.
- Brun-Hansen, H.C., Kampen, A.H., Lund, A. (2006). Hematologic values in calves during the first 6 months of life. *Vet. Clin. Pathol.* **35**, 182–187. <https://doi.org/10.1111/j.1939-165X.2006.tb00111.x>
- Buczinski, S., Fecteau, G., Dubuc, J., & Francoz, D. (2018). Validation of a clinical scoring system for bovine respiratory disease complex diagnosis in preweaned dairy calves using a Bayesian framework. *Prev. Vet. Med.* **156**, 102–112. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2018.05.004>.
- Earley, B., Murray, M., Farrell, J.A., & Nolan, M. (2004). Rearing calves outdoors with and without calf jackets compared with indoor housing on calf health and live-weight performance. *Ir. J. Agric. Food Res.* **43**, 59–67.
- Galvan, C.D., Olvera, E.T.M., Gomez, D.M. et al., (2021). Influence of a Polyherbal Mixture in Dairy Calves: Growth Performance and Gene Expression. *Front. Vet. Sci.* **7**, 623710. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.623710>
- Idexx Schweiz. (2024). Referenzwerte von IDEXX Diavet, Bäch SZ.
- Jezek, J., Nemec, M., Staric, J., & Klinkon, M., (2011). Age related changes and reference intervals of haematological intervals in dairy calves. *Bull Vet Inst Pulawy* **55**, 471–47.
- Künzi, N., Leuenberger, H., & Michel, A., (1988). Die Alpung: Ein wichtiger Teil der schweizerischen Rindviehproduktion. *J. Anim. Breed Genet.* **105**, 279–293. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0388.1988.tb00300.x>
- Leiber, F., Willems, H., Werne, S., Ammer, S., & Kreuzer, M., (2019). Effects of vegetation type and breed on n-3 and n-6 fatty acid proportions in heart, lung and brain phospholipids of lambs. *Small Rumin. Res.* **171**, 99–107. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2018.12.003>
- Leiber, F., Walkenhorst, M., & Holinger, M., (2020). Position Paper: The relevance of feed diversity and choice in nutrition of ruminant livestock. *LANDBAUFORSCH. J. Sustainable Organic Agric. Syst.* **70**(1), 35–38. <https://doi.org/10.3220/LBF1592393539000>
- Lopez, A.J., Jones, C.M., Geiger, A.J., & Heinrichs, A.J., (2020). Variation in serum immunoglobulin G concentrations from birth to 112 days of age in Holstein calves fed a commercial colostrum replacer or maternal colostrum. *J. Dairy Sci.* **103**, 7535–7539. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18400>
- Lorenz, I., (2021). Calf health from birth to weaning - an update. *Ir. Vet. J.* **74**, 5. <https://doi.org/10.1186/s13620-021-00185-3>
- Meylan M. (2019). Studien zur Verbesserung der Tiergesundheit und Reduktion des Antibiotikaeinsatzes bei Mastkälbern in der Schweiz, *IGN Fokus 2019*, Kälberaufzucht, 18–22
- Rosignoli, C., Giorni, E., Benevelli, R., Cornelio, F., Archetti, I., Faccini, S., & Nigrelli, A.D., (2013). Blood investigations in French young beef cattle before exportation to fattening farms in Italy. *Large Animal Rev.*, **19**(4), 165–173
- Ruhland, K., Gränzer, W., Groth, W., & Pirchner, F., (1999). Blood levels of hormones and metabolites, erythrocytes and leukocytes and respiration and pulse rate of heifers after alpage. *J. Anim. Breed Genet.* **116**, 415–423. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0388.1999.00203.x>
- Sarkozy, P., Palfi, V., Schultz, E., Misley, A., & Williams, F., (1985). Immune Response in anemic calves. *Zentralbl. Veterinaermed. B* **32**(5), 317–325. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0450.1985.tb01968.x>