



Effets du KemTRACE® Chromium sur les paramètres sanguins, le GLUT4 et les fibres musculaires caractéristiques du bovin d'engraissement¹

Introduction

L'utilisation optimale des nutriments pour les bovins nourris avec des régimes de finition concentrés demande une attention particulière aux détails ainsi qu'une bonne compréhension du mode d'action spécifique de ces nutriments. Ceci revêt une importance particulière lorsqu'on combine le haut potentiel génétique des animaux avec les programmes sur mesure d'implants et l'association avec les bêta-agonistes.

Le chrome a été étudié pendant plus de cinquante ans et est considéré comme un nutriment essentiel.² Le chrome est important pour une utilisation efficace des nutriments jouant un rôle clé dans le métabolisme des glucides, des lipides et des protéines.² Il est généralement accepté que le chrome (Cr) potentialise l'action de l'insuline.³ Comprendre le mode d'action du chrome aide à expliquer la réponse observée au niveau de la croissance animale. Le chrome agit pour potentialiser l'action de l'insuline en optimisant l'efficacité du récepteur de l'insuline, ce qui fournit plus de glucose au niveau cellulaire. Parce que l'animal utilise le glucose de manière à combler ses besoins hiérarchiques, le glucose est d'abord utilisé pour les besoins de maintien de l'intégrité corporelle ou le fonctionnement du système immunitaire au lieu de combler les besoins liés au dépôt de protéines musculaires seulement. Les animaux nourris avec un supplément de chrome bénéficient de la disponibilité accrue de glucose. D'autres études sur le chrome ont montré de minimes améliorations des performances des bovins d'engraissement, mais une amélioration des caractéristiques de la carcasse, ce qui suggère que le glucose supplémentaire fournit l'énergie nécessaire pour le dépôt de tissus musculaires.^{4,5}

Le chrome inclus dans l'alimentation sous le nom de KemTRACE® Chromium (PropCr) a amélioré la performance des bovins de boucherie, exprimée en gain de poids, en amélioration de l'efficacité alimentaire et en diminution de la morbidité.^{6,7,8} Des résultats d'études avec les bovins démontrent que l'apport de chrome a des effets positifs sur la réponse immunitaire, les cytokines et la phase aiguë de réponse du bétail soumis à un stress.⁶ Les effets potentiels de l'amélioration du métabolisme du glucose sur les caractéristiques de la carcasse ont montré des tendances pour un poids de carcasse plus élevé et le pourcentage de rendement plus élevé. L'effet du propionate de chrome sur le développement du tissu musculaire des bovins, du tissu adipeux intramusculaire et du tissu adipeux sous-cutané a montré une amélioration de la différenciation des adipocytes plus grande dans les adipocytes intramusculaires que dans les adipocytes sous-cutanés.⁹ L'amélioration de la protéine kinase activée par l'adénosine monophosphate (AMPKa) et le transporteur de glucose de type 4 (GLUT4) ARN à la suite du traitement avec le PropCr peut améliorer l'absorption du glucose dans les adipocytes intramusculaires.

Résumé

Cette étude a évalué la supplémentation du KemTRACE® Chromium à des concentrations variables chez des bovins de boucherie nourris avec un régime riche en concentrés pendant toute la période de finition. Des bouvillons croisés continentaux (n = 32, 367 ± 2,5 kg) ont été utilisés dans un essai comparatif en blocs aléatoires pour évaluer le supplément de chrome selon les traitements suivants: 1) chrome supplémentaire à 0 ppb, 2) chrome supplémentaire à 150 ppb, 3) chrome supplémentaire à 300 ppb, et 4) 450 ppb de chrome supplémentaire, ajouté à un régime de finition à teneur en concentrés élevée typique des parcs d'engraissement. Les traitements ont été formulés à l'aide de KemTRACE® Chromium (PropCr). Les performances zootecniques et les caractéristiques de la carcasse étaient évaluées en plus de la glycémie, de l'insuline, de l'azote sérique (SUN) et des acides gras non estérifiés (NEFA) ainsi

qu'une biopsie musculaire. Des échantillons du muscle longissimus ont été obtenus par biopsie aux jours 0, 28, 56, 91, 119 et 147. Des biopsies ont été prélevées environ 8 heures avant l'alimentation, en plus d'un prélèvement de sang dans la veine jugulaire et d'une pesée de l'animal. Les bovins recevant un traitement à 450 ppb étaient significativement plus lourds ($P < 0,05$) à partir de 56 jours et sont restés le groupe de traitement le plus lourd tout au long de l'expérience, montrant également un effet linéaire significatif ($P < 0,05$) pour le poids corporel du jour 56 jusqu'au jour 147. Il n'y a eu aucun effet du traitement ni interaction du traitement et du jour ($P > 0,10$) sur les paramètres sanguins mesurés. La section transversale des fibres musculaires a augmenté pour tous les traitements, de 0 à 147 jours pour les trois types de fibres. Les bovins recevant le traitement à 450 ppb ont montré une augmentation plus importante de la coupe transversale du muscle comparée aux bovins du groupe témoin. La densité internalisée de GLUT4 au jour 147 par rapport au jour 0 était plus élevée pour les traitements à 450 ppb et à 300 ppb. Ces données supportent les effets présumés du Cr sur le transport du glucose dans les tissus périphériques et apportent un soutien à la supplémentation en Cr durant la période de finition des bovins en parcs d'engraissement.

Matériel et méthodes

Les bouvillons croisés continentaux ($n = 32$, $367 \pm 2,5$ kg) ont été obtenus à partir d'une seule source et traités après leur arrivée en utilisant des protocoles standard de traitement des parcs d'engraissement. Les bouvillons ont été vaccinés, traités contre les parasites et reçu une étiquette d'oreille individuelle pour l'identification. Les bouvillons ont été transférés à une ration de finition (Tableau 1) formulée pour satisfaire ou dépasser les exigences alimentaires décrites par le NRC (2000).¹⁰ La ration était fabriquée quotidiennement et les bouvillons ont été nourris ad libitum une fois par jour à 8 h tout au long de l'essai d'alimentation. Les bouvillons ont été implantés aux jours 0 et 88 en utilisant Synovex® Choice (Zoetis USA, Florham Park, New Jersey). Au jour 119, tous les bouvillons ont commencé à recevoir 300mg /tête/jour de chlorhydrate de ractopamine (Optaflexx™, Elanco Animal Health, Greenfield, IN) pendant 28 jours. Les animaux étaient surveillés quotidiennement pour des signes de maladie ou de boiterie.

L'essai utilise un modèle comparatif par blocs aléatoires. Les bouvillons ont été pesés 7 jours et 3 jours avant le début de l'expérience. Une moyenne des deux poids corporels a été utilisée pour grouper les bovins dans 4 blocs de poids avec 4 enclos dans chaque bloc et 2 bouvillons par enclos. Dans chaque bloc, des enclos ont été assignés au hasard à chaque traitement: 1) 0 ppb de chrome supplémentaire, 2) 150 ppb de chrome supplémentaire, 3) 300 ppb de chrome supplémentaire et 4) 450 ppb de chrome supplémentaire. Les traitements ont été formulés avec du propionate de KemTRACE® Chromium (Kemin Industries, Des Moines, IA) et du maïs moulu comme support. Le supplément de 0 ppb de chrome ne contenait que le support de maïs moulu. Les traitements ont été administrés aux enclos sur la ration quotidienne. Les refus d'aliments ont été collectés chaque semaine et pesés pour mesurer la consommation.

Tableau 1. Liste des ingrédients composant les diètes expérimentales (% , base MS)*

Ingrédients	%, Base MS
Maïs floconné	75,96
Foin de luzerne haché	9,74
Tourteau de graine de coton	4,58
Mélasses	3,64
Supplément minéral, Université du Texas	2,08
Gras	2,00
Urée	0,80
Carbonate de calcium	0,75

*Les diètes sont formulées afin de rencontrer ou excéder les exigences du NRC 2000 pour les bovins d'engraissement en période de croissance - finition

Résultats et discussion

Il n'y a eu aucun effet du traitement ni interaction entre le traitement et le jour ($P > 0,05$, Tableau 2) sur les paramètres sanguins mesurés. Cependant, un effet de jour significatif ($P < 0,05$) a été observé pour les niveaux d'insuline, de SUN et les NEFA, et une tendance à un effet du jour pour le glucose était présente ($P < 0,10$). Ceci est similaire à une recherche précédente ne montrant aucune différence dans les métabolites sanguins chez les bouvillons en période de réception après 56 jours de supplémentation en PropCr.⁴

Tableau 2. Effets de la supplémentation en chrome sur les métabolites sériques des bouvillons

Jour	Glucose, mg/dL	Insuline, ng/mL	SUN, mg/dL	NEFA, mmol/L
J0	104,6	1,99 ^{wx}	11,87 ^x	0,29 ^x
J28	97,9	2,44 ^{xy}	11,91 ^x	0,25 ^x
J56	94,4	2,70 ^y	17,11 ^z	0,27 ^x
J91	101,9	3,41 ^z	14,44 ^y	0,30 ^x
J119	90,1	2,98 ^{yz}	13,83 ^y	0,38 ^y
J147	86,4	1,44 ^w	15,01 ^y	0,31 ^{yx}
SEM	7,48	0,700	0,864	0,059
Traitement				
0 ppb	100,5	2,37	13,70	0,31
150 ppb	93,1	2,86	14,32	0,30
300 ppb	90,4	1,98	14,45	0,28
450 ppb	99,5	2,76	13,65	0,31
SEM ¹	6,38	0,625	1,066	0,047
P				
Traitement	0,2589	0,4984	0,8216	0,8441
Jour	0,0701	<0,0001	<0,0001	0,0031
Traitement * Jour	0,4605	0,7551	0,2056	0,8960

^{wxyz}Les moyennes dans la même rangée avec différents exposants différent pour l'effet du jour ($P < 0,05$)

¹Écart-type à la moyenne

Tableau 3. Effets de la supplémentation en chrome sur la section obtenue par biopsie de la fibre (μm^2) du longissimus de bouvillons d'engraissement

Traitement	Type I	Type IIA	Type IIX
0 ppb			
J0	2994 ^{fg}	4030 ^{ghi}	5830 ^{hij}
J28	2978 ^{fg}	4320 ^{fghi}	6729 ^{efghi}
J56	2988 ^{fg}	4355 ^{efgh}	5544 ^{ij}
J91	3186 ^{efg}	5304 ^{abcd}	7361 ^{abc}
J119	4361 ^a	5510 ^{abc}	8330 ^{abc}
J147	3947 ^{abcd}	5563 ^{abc}	7391 ^{bcdefg}
150 ppb			
J0	2707 ^{gh}	3816 ^{hi}	5723 ^{hij}
J28	2324 ^h	3422 ⁱ	5483 ^j
J56	2909 ^{fg}	4239 ^{fghi}	6579 ^{fghij}
J91	3679 ^{bcde}	5034 ^{bcdef}	6177 ^{ghij}
J119	4447 ^a	6142 ^a	8566 ^{ab}
J147	3671 ^{bcde}	5354 ^{abcd}	7880 ^{abcd}
300 ppb			
J0	2854 ^{gh}	4240 ^{fghi}	5600 ^{ij}
J28	3185 ^{efg}	4490 ^{defgh}	6942 ^{efgh}
J56	3077 ^{fg}	4945 ^{cdefg}	7348 ^{bcdefg}
J91	2650 ^{gh}	4713 ^{cdefgh}	7526 ^{bcdef}
J119	3410 ^{def}	5085 ^{adcde}	6820 ^{efgh}
J147	3616 ^{cde}	5286 ^{abcde}	8262 ^{abcd}
450 ppb			
J0	2665 ^{gh}	3953 ^{hi}	5898 ^{hij}
J28	2702 ^{gh}	4430 ^{defgh}	6686 ^{efghi}
J56	2677 ^{gh}	3935 ^{hi}	5506 ^{ij}
J91	3168 ^{efg}	4983 ^{cdef}	7250 ^{defg}
J119	4241 ^{ab}	5936 ^{ab}	8888 ^a
J147	4133 ^{abc}	6065 ^a	6998 ^{defgh}
SEM ¹	294,2	482,8	638,9
P			
Traitement	0,7326	0,9485	0,9293
Jour	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Traitement * Jour	<0,0001	<0,0001	<0,0001

^{abcdeghij} Les moyennes dans la même rangée avec différents exposants différent pour l'effet du jour (P < 0,05)

¹Écart-type à la moyenne

Une interaction entre le traitement et le jour (P < 0,05) a été observée pour la surface transversale des trois types de fibres musculaires. Pour la distribution des types de fibres, il y avait des interactions entre le traitement et le jour (P < 0,05). Ces données soutiennent l'augmentation du poids vif et du poids de carcasse. Le Tableau 3 montre la surface des fibres musculaires pour chaque traitement au fil du temps.

Pour la densité de GLUT4, il y avait une interaction du traitement par jour (P < 0,05). La densité de GLUT4 a diminué de 0 à 147 jours pour tous les traitements, mais la densité dans les échantillons du groupe témoin a diminué plus que les trois traitements recevant du chrome (Graphique 2). L'internalisation de GLUT4 a également été mesurée comme présenté dans le Graphique 3. Il n'y avait pas d'interaction de traitement par jour (P > 0,05). Cependant, il y avait des effets significatifs du traitement et du jour (P < 0,05). Il y avait une plus grande densité de GLUT4 internalisé au jour 147 par

rapport au jour 0, et les traitements de 450 ppb et 300 ppb ont des densités de GLUT4 internalisées plus élevées que le traitement du groupe témoin ($P < 0,05$).

Conclusions

L'objectif de cette étude était d'évaluer l'alimentation de diverses concentrations de chrome chez les bovins de boucherie nourris avec une diète haute en concentrés tout au long de la phase de finition, en utilisant les données de performance des animaux et les caractéristiques des carcasses. Il n'y avait aucune différence significative dans les paramètres sanguins mesurés, le glucose, l'insuline, l'azote urique sérique ou les NEFA. La section transversale des fibres a augmenté pour tous les traitements, de 0 à 147 jours pour les trois types de fibres. Cependant, l'augmentation due au traitement de 450 ppb était supérieure à celle du traitement du groupe témoin. La densité de GLUT4 a diminué de 0 à 147 jours pour tous les traitements, mais la densité dans les échantillons du groupe témoin a diminué plus que les trois traitements recevant du chrome. Il y avait une plus grande densité de GLUT4 internalisé au jour 147 comparativement au jour 0 et les traitements de 450 ppb et 300 ppb avaient des densités plus grandes de GLUT4 internalisé que le groupe témoin.

L'importance de GLUT4 pour l'homéostasie des muscles squelettiques a été établie.¹¹ Lorsque le GLUT4 est perturbé dans le muscle squelettique des souris, il y a une réduction marquée du transport du glucose, de la sensibilité à l'insuline et de la tolérance au glucose. Il a été démontré qu'une supplémentation en PropCr augmentait la sensibilité à l'insuline chez les bovins de boucherie.¹² L'augmentation de la section transversale des fibres musculaires couplée à l'augmentation des transporteurs GLUT4 internalisés du groupe recevant 450 ppb de chrome suggère que la supplémentation en PropCr augmente la sensibilité à l'insuline et la tolérance au glucose pour permettre la croissance continue des fibres musculaires squelettiques même lorsque le GLUT4 est transféré vers l'intérieur de la cellule. Les résultats de cette étude indiquent que l'alimentation de 450 ppb de chrome tout au long de la période de finition maximise la performance du parc d'engraissement et optimise la quantité de muscle de la carcasse.

Références

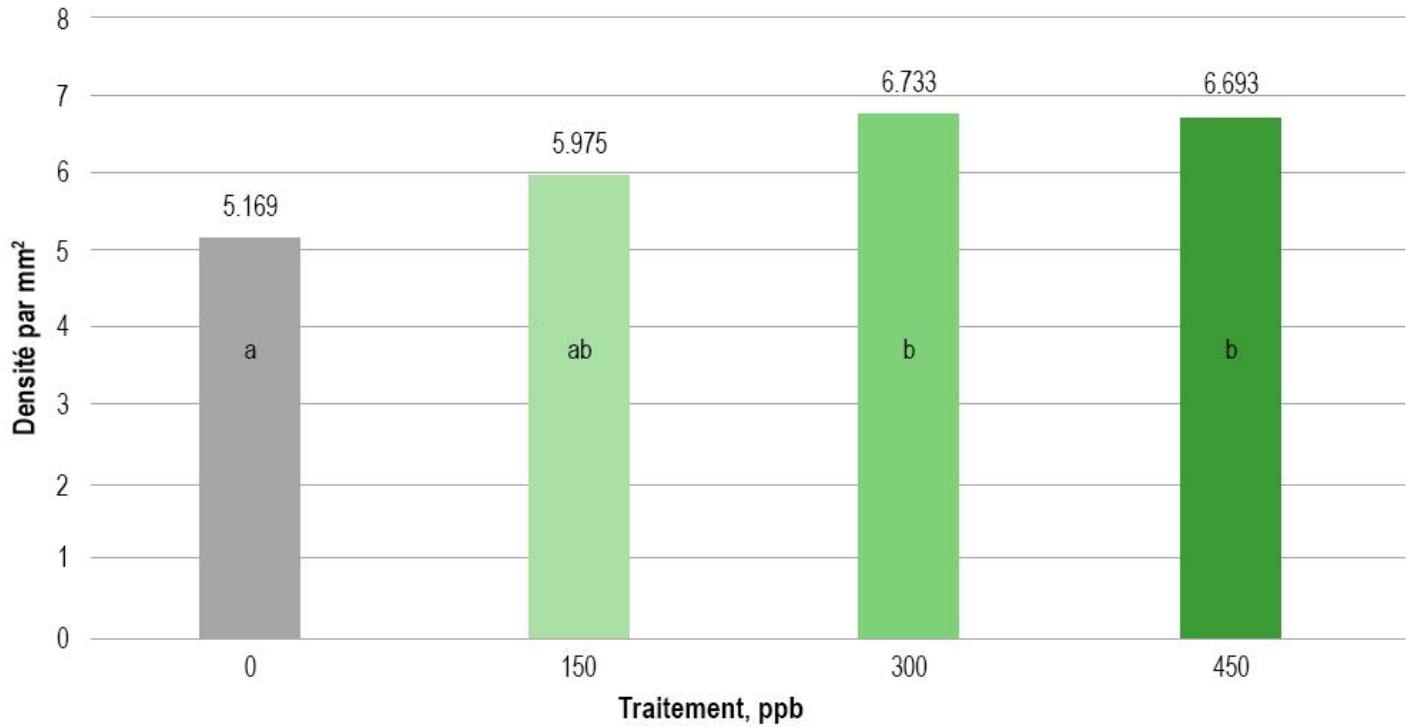
1. Kemin Internal Document, 16-00043.
2. Perchova, A., Pavlata, L. 2007. Chromium As An Essential Nutrient: a Review. *Veterinari Medicina*, 52, 1:1-18.
3. The Role of Chromium in Animal Nutrition. National Research Council. 1997. ISBN: 978-0-309-06354-8.
4. Sanchez-Mendoza, B., A. Montelongo-Terriquez, A. Plascencia, N. Torrentera, R.A. Ware, and R.A. Zinn. 2014. Influence of feeding chromium-enriched enzymatically hydrolyzed yeast on growth performance, dietary energetics and carcass characteristics in feedlot cattle under conditions of high ambient temperature. *Journal of Applied Animal Research*, 43:4, 390-395.
5. Kneeskern, S.G., A.C. Dilger, S.C. Loerch, D.W. Shike, and T. L. Felix. Effects of chromium supplementation to feedlot steers on growth performance, insulin sensitivity, and carcass characteristics. 2015. *J. Animal Sci.* 2016.94 doi:10.2527/jas2015-9517.
6. Bernhard, B.C., N.C. Burdick, W. Rounds, R.J. Rathman, J.A. Carroll, D.N. Finck, M.A. Jennings, T.R. Young, and B.J. Johnson. 2012. Chromium supplementation alters the performance and health of feedlot cattle during the receiving period and enhances their metabolic response to a lipopolysaccharide challenge. *J. Animal Sci.* 90:3879-3888.
7. Bernhard, B.C., N.C. Burdick, R.J. Rathman, J.A. Carroll, D.N. Finck, M.A. Jennings, T.R. Young, and B.J. Johnson. 2012. Chromium supplementation alters both glucose and lipid metabolism in feedlot cattle during the receiving period. *J. Animal Sci.* 90:4857-4865.
8. Burdick, N.C., Bryan C. Bernhard, Jeffrey A. Carroll, Ryan J. Rathman, Bradley J. Johnson. 2011. Enhancement of the acute phase response to a lipopolysaccharide challenge in steers supplemented with chromium. *Innate Immunity* 18 (4) 592-601.
9. Tokach, J. Rebecca, Ribeiro, R. B., Flavio, Chung, Ki Yong, Rounds, Whitney and Johnson, J. Bradley. 2015. Chromium Propionate Enhances Adipogenic Differentiation of Bovine Intramuscular Adipocytes. *Front Vet Sci.* 2015; 2: 26. Published online 2015 Sep 8. doi: 10.3389/fvets.2015.00026.



1900 Scott Ave • Des Moines, Iowa, USA 50317-1100 • tel: 515.5595100 • www.kemin.com/ag

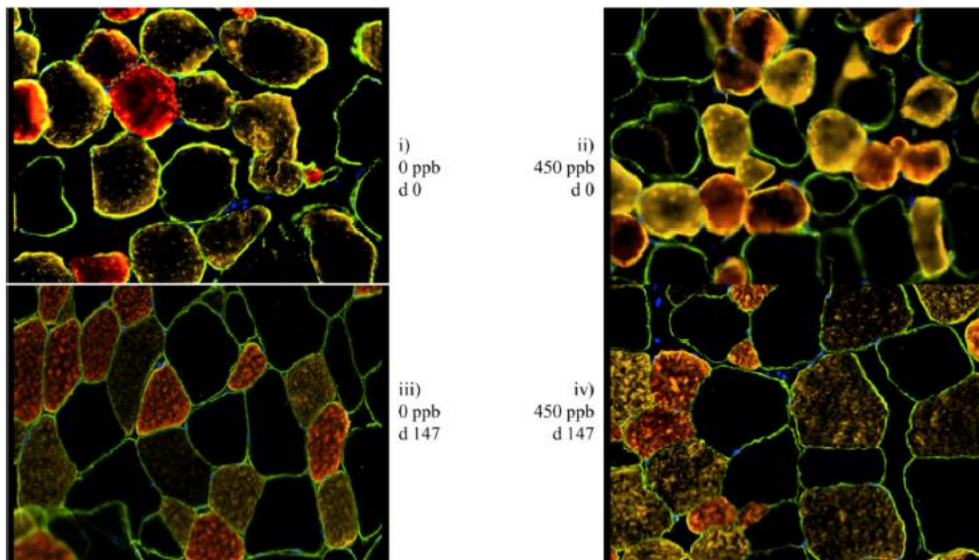
10. Nutrient Requirements of Beef Cattle: Seventh Revised Edition: Update 2000. DOI: 10.17226/9791.
11. Zisman, A., O.D. Peroni, E.D. Abel, M.D. Michael, F. Mauvais-Jarvis, B.B. Lowell, J.F. Wojtaszewski, M.F. Hirshman, A. Virkamaki, L.J. Goodyear, C.R. Kahn, and B.B. Kahn. 2000. Targeted disruption of the glucose transporter 4 selectively in muscle causes insulin resistance and glucose intolerance. *Nat. Med.* 6:924-928.
12. Spears, J.W., C.S. Whisnant, G.B. Huntington, K.E. Lloyd, R.S. Fry, K. Krafka, A. Lamptey, and J. Hyda. 2012. Chromium propionate enhances insulin sensitivity in growing cattle. *J. Dairy Sci.* 95:2037-2045.
13. Kemin Internal Document, IMG-KANA-00082.
14. Kemin Internal Document, IMG-KANA-00081.

Appendix

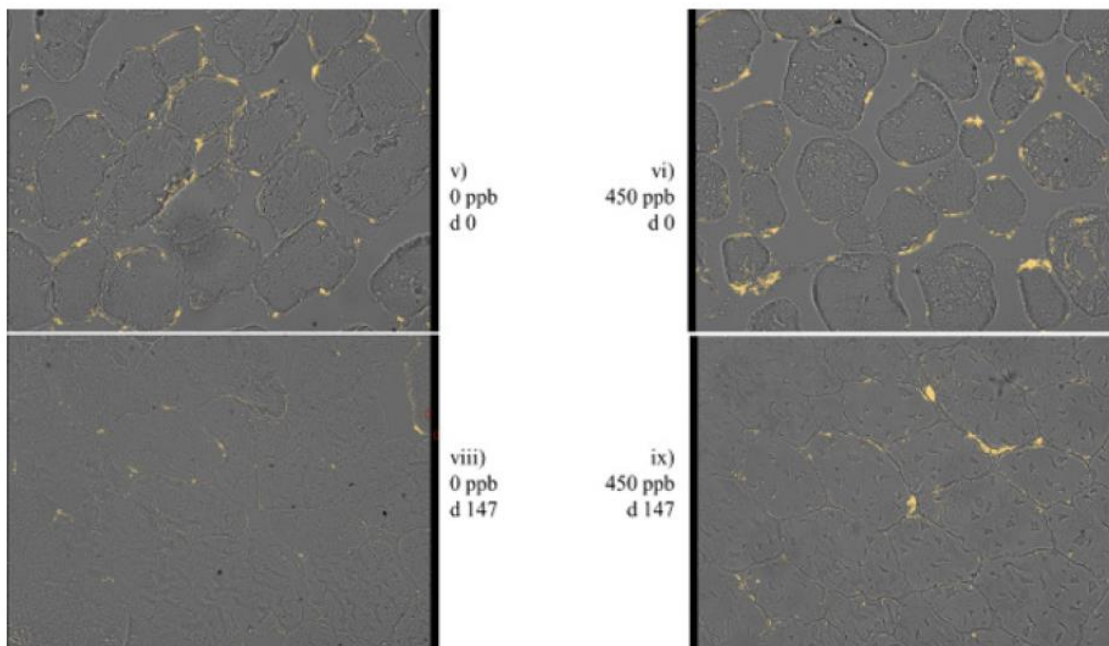


^{a,b,ab}Dénote une différence significative

Graphique 1. Effet de la supplémentation croissante en chrome sur la GLUT 4 internalisée, par mm² dans le muscle longissimus



Graphique 2. Coloration immunohistochemique des biopsies du muscle longissimus des bouillons d'engraissement supplémentés avec du propionate de chrome pendant toute la période d'alimentation. Les images i-iv représentent la coloration immunohistochemique du type de fibre et de la section transversale. Le bleu dénote les noyaux, le vert signifie le sarcolemme de la fibre, le rouge représente les fibres de type I, le jaune désigne les fibres de type IIA et les fibres IIX sont des fibres sans couleur.¹³



Graphique 3. Coloration immunohistochemique des biopsies du muscle longissimus des bouillons d'engraissement supplémentés avec du propionate de chrome pendant toute la période d'alimentation. Les images v-vi représentent la coloration immunohistologique de la densité en GLUT4 (jaune). L'internalisation a été jugée par la proximité du GLUT4 à la membrane fibreuse.¹⁴