

LA SELENO-HYDROXY-METHIONINE : UNE SOURCE DE SELENIUM ORGANIQUE EFFICACE POUR LES POULETS

**Briens Mickaël, Couloigner Florian, Rouffineau Friedrich, Geraert Pierre-André,
Mercier Yves**

ADISSEO France S.A.S., 10, Place du Général de Gaulle, 92160 ANTONY, France

yves.mercier@adisseo.com

RÉSUMÉ

Le sélénium (Se) est un oligo-élément important par son implication dans diverses fonctions telles que les systèmes antioxydants, endocrinien ou immunitaire par l'action des sélénoprotéines. La particularité de ces protéines est la présence d'une sélénocystéine (SeCys) dans leur site actif. Cette étude compare le dépôt musculaire de sélénium (Se) sous les formes de sélénométhionine (SeMet) ou de SeCys résultant d'une supplémentation par une source commerciale usuelle ou une nouvelle source de Se organique, la sélénohydroxy-méthionine (HMSeBA). 816 poulets sont répartis en 8 traitements de 6 répétitions de 17 animaux durant 21 jours. Les régimes diffèrent par la dose et la source de Se comme suit : contrôle négatif (NC) sans supplémentation en Se, sélénite de sodium à 0.1 et 0.3 mg Se/kg (SS-0.1 et SS-0.3), levures sélénées à 0.1 et 0.3 mg Se/kg (SY-0.1 et SY-0.3) et HMSeBA à 0.1, 0.2 et 0.3 mg Se/kg (SO-0.1, SO-0.2 et SO-0.3). Les animaux des régimes supplémentés en Se ont une concentration en Se dans le muscle supérieure au NC ($P < 0.05$). Le dépôt de Se est plus élevé avec les sources de Se organique (SY et SO) par rapport à SS ($P < 0.05$), mais des différences apparaissent entre les sources organiques avec un dépôt de Se plus élevé pour les poulets des régimes SO par rapport à ceux des régimes SY ($P < 0.05$). L'HMSeBA n'est pas détecté dans le muscle des poulets du régime SO confirmant sa métabolisation en SeMet et SeCys. Les poulets des régimes SO ont une concentration en SeCys dans le muscle 2 fois plus élevée que ceux des régimes SY ($P < 0.05$), alors que la concentration en SeMet n'est pas différente. Ces résultats montrent un dépôt plus élevé de Se dans le muscle avec l'HMSeBA et suggèrent une production plus importante de sélénoprotéines avec l'HMSeBA par rapport aux levures sélénées.

ABSTRACT

Seleno-hydroxy-methionine: an efficient source of organic selenium for broilers

The selenium (Se) is an important trace element by its involvement in various functions such as antioxidant or in the endocrine and immune systems through selenoproteins. The particularity of these proteins is the presence of a selenocysteine (SeCys) in their active site. This work compares the level and form of muscle Se deposition (selenomethionine (SeMet) and SeCys) in birds fed usual dietary Se sources and a new organic Se source, the seleno-hydroxy-methionine (HMSeBA). A total of 816 day-old chicks were allocated to 8 treatments with 6 pen replicates of 17 birds for 21 days. The diets differed by the Se source and level as followed: negative control (NC), not supplemented in Se; SS-0.1, SS-0.3 supplemented with sodium selenite at 0.1 and 0.3 mg Se/kg feed.; SY-0.1, SY-0.3 supplemented with seleno-yeast at 0.1 and 0.3 mg Se/kg feed.; SO-0.1, SO-0.2 and SO-0.3 supplemented with HMSeBA at 0.1, 0.2 and 0.3 mg Se/kg. The dietary Se supplementation increased muscle Se deposition compared to NC ($P < 0.05$). The selenium deposition appeared higher ($P < 0.05$) with organic Se sources (SY and SO) compared to SS. Differences appeared also between organic sources with higher selenium deposition in birds fed SO compared with SY. HMSeBA was not detectable in pectoralis muscle demonstrating its complete transformation into SeMet and SeCys. Moreover, the comparison of seleno amino acid (SeMet and SeCys) levels in muscle showed that SO treatment led to obtain 2 times more SeCys than SY ($P < 0.05$). These results showed the higher muscle Se deposition with HMSeBA and suggest a higher selenoprotein production with HMSeBA compared to seleno-yeast.

INTRODUCTION

Le sélénium (Se) est un oligo-élément très important en nutrition par son implication dans plusieurs fonctions telles que les défenses antioxydantes, le système immunitaire ou le métabolisme des hormones thyroïdiennes au travers de l'action de 25 sélénoprotéines (Surai, 2002). Dans les tissus, le sélénium est principalement présent sous forme d'acides aminés sélénés (sélénométhionine (SeMet) et sélénocystéine (SeCys)) et présentent plusieurs similitudes avec les acides aminés soufrés (Suzuki et al. 2005). L'apport en Se dans les aliments est partiellement réalisé avec le Se contenu dans les matières premières mais la supplémentation en Se des régimes est requise pour couvrir les besoins estimés à 0.2-0.3 mg de Se/kg d'aliment. Ce niveau de Se dans l'aliment est généralement atteint avec la supplémentation en Se inorganique (sélénite de sodium) ou lors de la dernière décennie avec des sources de Se organiques telles que les levures sélénées qui ont démontré un dépôt plus élevé de Se dans la viande (Surai 2002). Récemment, une nouvelle source de Se organique a été développée : la séléno-hydroxy-méthionine (acide 2-hydroxy-4-méthyl sélénobutanoïque ; HMSeBA). Cette nouvelle source de Se organique est obtenue par synthèse chimique lui donnant une grande pureté (>98%). L'objectif de cette étude est de comparer l'efficacité de différentes sources de Se pour le dépôt de Se dans les tissus des poulets de chair et leur forme de dépôt.

1. MATERIELS ET METHODES

1.1. Animaux et schéma expérimental

816 poulets d'un jour (poids moyen : 41g) issus d'un couvoir commercial ont été répartis parmi 8 régimes avec 6 répétitions de 17 animaux. Les huit régimes utilisés dans cette étude diffèrent par la source et le niveau de supplémentation en Se de la façon suivante: contrôle négatif (NC) non supplémenté en Se; SS-0.1, SS-0.3 supplémenté avec du sélénite de sodium (Microgan Se 1% BPM, DSM) à 0.1 et 0.3 mg Se/kg respectivement; SY-0.1, SY-0.3 supplémentés avec une levure sélénée (Sel-Plex 2000, Alltech) à 0.1 et 0.3 mg Se/kg respectivement; SO-0.1, SO-0.2 et SO-0.3 supplémentés avec la séléno-hydroxy-méthionine, HMSeBA (Selisseo® 2% Se, Adisseo) à 0.1, 0.2 et 0.3 mg Se/kg d'aliment respectivement. Les animaux reçoivent les différents régimes durant 21 jours. L'aliment et l'eau sont distribués *ad libitum* durant toute la période expérimentale.

1.2. Mesures des performances et prélèvements

L'ingestion et l'indice de consommation (IC) sont mesurés une fois durant la période 0-21 jours. A la fin de la période expérimentale (d21) 12 poulets (2 par répétition, proches du poids moyen du parquet) sont

pesés et euthanasiés avec du dioxyde de carbone après une nuit de mise à jeun. Les échantillons de muscle (*Pectoralis major*) sont prélevés et stockés à -20°C avant analyses.

1.3. Analyse du sélénium et des acides aminés sélénés

La mesure du sélénium total a été réalisée suivant la méthode de Mester et al. (2006) par ICP-MS. Pour les échantillons de tissus, environ 250 mg ont été minéralisés avec 2mL de HNO₃ et 1 mL de H₂O₂. La solution a été diluée plusieurs fois avec de l'eau déminéralisée et la teneur en Se total a été déterminée par ICP-MS (Agilent 7500cx, Tokyo, Japon). Les isotopes 76, 77 et 78 ont été utilisés pour la quantification. La méthode des ajouts dosés a été utilisée. La spéciation des acides aminés sélénés (SeMet et SeCys) a été faite suivant la méthode de Bierla et al. (2008). Tous les acides aminés ont été mesurés par HPLC-ICP-MS. Dans le but de vérifier la conversion de l'HMSeBA en SeMet et SeCys, la détermination de l'HMSeBA dans les échantillons de muscle a été réalisée par HPLC-ICP-MS d'après la méthode décrite par Vacchina et al. (2010).

1.4. Analyse statistique

Tous les résultats (performance de croissance et concentration de Se) ont été analysés avec SAS 9.1.3 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). La linéarité de la dose réponse du Se pour la concentration musculaire de Se total a été testée pour les trois sources avec un test F. Les performances de croissance ont été analysées avec la procédure GLM. La biodisponibilité relative des régimes SO par rapport aux SY a été évaluée en utilisant le modèle à 5 points du rapport de pente (NC, SY-0.1, SY-0.3, SO-0.1 et SO-0.3) en accord avec la méthode de Finney (1971). Comme suggéré par Littell et al. (1997), le modèle non linéaire est ajusté aux données en utilisant la procédure NLIN de SAS. Le modèle suivant a été utilisé:

$$\text{Se_muscle} = a + a0*X0 + bS*(bTS*DoseSO + DoseSY)$$

Dans lequel 'Se_muscle' est la concentration en Se dans le muscle (en mg/kg de matière sèche), 'a' est l'intercept, 'a0*X0' est la correction pour NC, 'dose SO' et 'dose SY' sont les niveaux de supplémentation pour les 2 sources de Se, bS est la pente de réponse à l'effet de SY et bTS est le ratio entre bT (pente de réponse à l'effet de SO) et bS. Ceci permet d'estimer la valeur biologique relative (rapport entre les pentes bS et bT) et leur intervalle de confiance (CI) est obtenu directement.

2. RESULTATS ET DISCUSSION

Les analyses des aliments montrent que les niveaux de Se attendus sont obtenus pour le régime témoin (NC) et les différents régimes supplémentés (données non montrées).

Les performances de croissance durant les 21 jours de période expérimentale ne sont pas affectées par les différents régimes quelque soit la source et la dose de Se considérée (Tableau 1). Ces résultats sont en accord avec d'autres travaux qui n'ont montré aucun effet de la supplémentation en Se sur les performances des poulets de chair en conditions standard d'élevage (Payne & Southern 2005 ; Yoon et al., 2007). Comme attendu, tous les régimes supplémentés en Se augmentent ($P < 0.05$) la teneur en Se du Pectoralis major en comparaison au régime non supplémenté (NC) (Figure 1). De plus, la teneur en Se des muscles augmente avec la dose de supplémentation quelle que soit la source de Se considérée. Cependant, l'effet de la dose sur le dépôt de Se avec les sources organiques (SY et SO) apparaît beaucoup plus important ($P < 0.05$) comparé à celui obtenu avec le Se inorganique (SS). En effet, le dépôt de Se obtenu avec la supplémentation à 0.3 mg Se/kg avec SY ou SO permet une augmentation de 292 % et 390 % respectivement par rapport à la supplémentation à 0.3 mg/kg avec du sélénite de sodium. Une différence significative ($P < 0.05$) apparaît également entre les sources organiques pour les mêmes niveaux de supplémentation. De plus, la supplémentation avec 0.2 mg Se/kg de HMSeBA (SO-0.2) permet un dépôt musculaire en Se similaire à celui obtenu avec 0.3 mg Se/kg de levure sélénisée (SY-0.3). La biodisponibilité relative entre les sources de Se organique a été testée avec la méthode de comparaison des pentes (Figure 2) et démontre que l'HMSeBA (SO) permet d'avoir un dépôt 1.39 (95% CI 1.28, 1.49) plus élevé dans les filets par rapport aux levures sélénisées (SY). Le dépôt de Se plus élevé dans les tissus avec les formes de Se organique a été rapporté par plusieurs auteurs dans le muscle des poulets de chair (Surai, 2002; Payne and Southern, 2005, Wang and Xu, 2008; Markovic et al. 2008). Cette concentration en Se plus élevée est due au fait que la sélénométhionine est incorporée à la place de la méthionine lors de la synthèse protéique. Cette accumulation de sélénométhionine est considérée comme une forme de stockage du sélénium (Surai 2002) qui peut être mobilisée en cas de conditions stressantes pour la production de

sélenoprotéines qui aideront les défenses corporelles à mieux combattre ce stress.

La concentration totale en Se est un bon indicateur de son dépôt mais il ne permet pas de savoir sous quelle forme il est réalisé. L'analyse des résidus d'HMSeBA dans le muscle montre que la molécule est totalement convertie et qu'il n'y a pas d'HMSeBA résiduel mesuré dans le muscle (données non montrées). La spéciation des acides aminés sélénisés dans les muscles des régimes NC ; SY-0.3 et SO-0.3 montre que, dans le muscle, les principales formes de Se déposées sont la sélénométhionine et la sélénocystéine quelle que soit la source considérée et que la somme de SeMet + SeCys permet d'obtenir 100% de la valeur de Se total mesurée dans chacun des traitements (Figure 3). Pour chaque régime, la SeMet et la SeCys paraissent bien équilibrées mais pour le régime SO-0.3, la valeur de la SeCys est significativement plus élevée que celle obtenue pour le régime SY-0.3 (0.76 vs. 0.41). Contrairement à la sélénométhionine, la sélénocystéine est incorporée spécifiquement dans les sélenoprotéines avec un codon spécifique (UGA) à travers le transfert spécifique du Se comme sélénophosphate à la Ser-tRNA (Suzuki et al. 2002). Le dépôt de Se plus important avec le régime SO-0.3 permettrait d'avoir plus de sélenoprotéines fonctionnelles et conforterait l'idée qu'il y a différentes voies métaboliques du Se entre l'HMSeBA et les levures sélénisées. En effet, il a été montré que l'hydroxy-méthionine (HMTBA) a une trans-sulfuration plus importante que la méthionine, donnant plus de cystéine que la L ou DL-méthionine (Martin-Venegas et al. 2006). L'HMSeBA pourrait avoir la même particularité métabolique que l'HMTBA avec une transformation préférentielle en Se-Cys. Des études complémentaires sont toutefois nécessaires pour comprendre les voies métaboliques en lien avec cette molécule.

CONCLUSION

Cette étude suggère que la nouvelle forme de sélénium organique, la séléno-hydroxyméthionine ou HMSeBA est plus efficace sous forme de sélénocystéine que les levures sélénisées pour le dépôt de Se efficace dans les muscles de poulet de chair. Le dépôt plus élevé de sélénocystéine avec l'HMSeBA devra être élucidé en termes de production plus importante de sélenoprotéines fonctionnelles.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Bierla, K., Dernovics, M., Vacchina, V., Szpunar, J., Bertin, G., & Lobinski, R. 2008. *Anal Bioanal Chem* 390, 1789–1798.
2. Finney, D. J. 1971. *Statistical method in biological assay* 2nd ed. Griffin
3. Littell, R. C., Henry, P. R., Lewis, A. J., & Ammerman, C. B. 1997. *J. Anim. Sci.* 75, 2672–2683.
4. Markovic, R., Jovanovic, B. I., Baltic, Z. M., Sefer, D., Petrujkic, B., & Sinovec, Z. 2008. *Acta Veterinaria* 58, 369–380.

5. Martín-Venegas, R., Geraert, P.A., & Ferrer, R. 2006. *Poult. Sci.* 85, 1932–1938.
6. Mester, Z., Willie, S., Yang, L., Sturgeon, R., Caruso, J. A., Fernández, M. L., Fodor, P., Goldschmidt, R. J., Goenaga-Infante, H., Lobinski, R., Maxwell, P., McSheehy, S., Polatajko, A., Sadi, B. B. M., Sanz-Medel, A., Scriver, C., Szpunar, J., Wahlen, R., & Wolf, W. 2006. *Anal Bioanal Chem* 385, 168–180.
7. Payne, R. L., & Southern, L. L. 2005. *Poult. Sci.* 84, 1268–1276.
8. Surai, P. F. 2002. *World's Poultry Science Journal* 58, 431–450.
9. Suzuki K. & Ogra Y. 2002. *Food Addit. Contam.* 130, 974-983
10. Suzuki, K. 2005. *Journal of health science* 51, 107–114.
11. Vacchina, V., Moutet, M., Yadan, J.-C., de Baene, F., Kudla, B., & Lobinski, R. 2010. *Life Sci.* 878, 1178–1180.
12. Wang, Y. B., & Xu, B. H. 2008. *Animal Feed Science and Technology* 144, 306–314.
13. Yoon, I., Werner, T. M., & Butler, J. M. 2007. *Poult. Sci.* 86, 727–730.

Tableau 1. Effet des différentes sources de Se et niveau sur les performances des poulets de chair

	Régimes								RSD
	NC	SS-0.1	SS-0.3	SY-0.1	SY-0.3	SO-0.1	SO-0.2	SO-0.3	
Poids à J 21 (g)	845	876	867	875	887	854	882	873	31
Ingéré J 0-21 (g)	1267	1257	1243	1241	1235	1234	1230	1201	48
IC	1.54	1.51	1.50	1.50	1.49	1.48	1.48	1.47	0.05
Mortalité	0.98	2.94	2.94	5.88	0.98	3.92	0.98	3.92	

Figure 1. Effet des différentes sources et niveaux de Se sur la concentration musculaire en Se à 21 jours. Les résultats sont exprimés en moyenne \pm ET; différentes lettres indiquent une différence significative ($P < 0.05$)

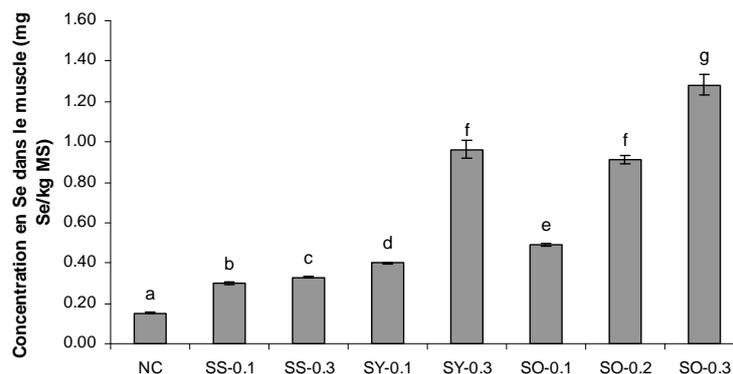


Figure 2. Modèle de comparaison des pentes pour le calcul de la biodisponibilité relative entre les régimes SY et SO

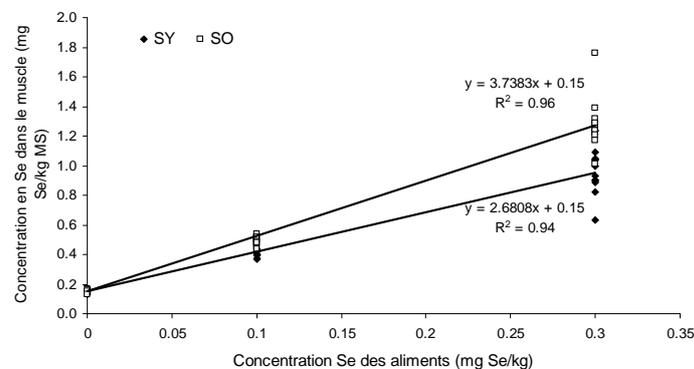


Figure 3. Concentration musculaire en Se total, SeMet et SeCys des poulet de chair des régimes témoins (NC) ou supplémenté avec 0.3 mg Se/kg avec des levures sélénée (SY-0.3) ou HMSeBA (SO-0.3). Les résultats sont exprimés en moyenne \pm ET; différentes lettres indiquent une différence significative ($P < 0.05$)

