

Relations saisonnières entre l'activité de la monoamine-oxydase sérique et la cuprémie chez le bouc Angora (*Capra hircus*)

A. Altintas¹ S. Celik¹ M.Z. Cevik²

Mots-clés

Caprin - Chèvre Angora - Bouc - Cuivre - Amine-oxydase - Sérum sanguin - Variation saisonnière - Turquie.

Résumé

L'activité de la monoamine-oxydase (MAO) et la teneur en cuivre sérique ont été déterminées et les variations saisonnières étudiées chez 25 boucs Angora sains âgés de 18-24 mois et élevés dans les conditions habituelles d'alimentation et d'hygiène. L'analyse de variance a permis de montrer que les activités saisonnières de la MAO étaient très variables. Les valeurs moyennes, exprimées en unités de Mc Ewen, étaient de $687,0 \pm 16,25$ au printemps, de $558,0 \pm 37,00$ en été, de $464,7 \pm 18,80$ en automne et de $595,2 \pm 11,0$ en hiver. Ces valeurs étaient significativement différentes. La cuprémie a pu être considérée comme « normale » en toutes saisons, à l'exception d'un animal en automne et de deux animaux en hiver et au printemps. La cuprémie observée en hiver, printemps et automne était significativement inférieure à celle de l'été ($p < 0,01$). Les valeurs moyennes étaient de $72,50 \pm 5,00$ µg/100 ml au printemps, de $90,40 \pm 4,20$ µg/100 ml en été, de $63,40 \pm 1,80$ µg/100 ml en automne et de $71,62 \pm 3,90$ µg/100 ml en hiver. Chez les boucs Angora, la corrélation entre les activités de MAO sérique et la cuprémie était variable selon les saisons. Elle était significativement négative en hiver ($p < 0,05$). Aucune corrélation n'a été observée pour les autres saisons.

■ INTRODUCTION

La chèvre Angora (*Capra hircus*), dont le pays natal est la Turquie (Ankara) (15), est élevée pour sa viande, son lait et surtout pour son mohair dans le monde entier (15, 31). La production de mohair est une activité économique potentiellement importante en Turquie (15). La variabilité de la production de mohair est en relation avec les niveaux d'alimentation et le potentiel génétique des animaux (9). La production est influencée par la carence en cuivre (17, 18). Le cuivre participe en effet à de nombreux processus enzymatiques comme la tyrosinase et la monoamine-oxydase qui jouent un rôle dans la construction des fibres (11).

La monoamine-oxydase (MAO ; EC 1.4.3.4) joue un rôle dans la destruction des amines à haute activité biologique : parmi les substrats les plus importants sur lesquels elle intervient se trouvent la

tyramine, la tryptamine, la sérotonine, la dopamine, l'adrénaline et la noradrénaline. Elle a ainsi une action sur les neuromédiateurs du système nerveux central (34).

On la trouve essentiellement dans le plasma et les mitochondries de nombreux tissus comme le foie, les reins, le cœur, les muscles, le cerveau, la peau, les cartilages, les tendons, l'aorte, etc. (34). La MAO sérique est différente de la mitochondriale (4, 6, 8, 23). Pourtant, elle est considérée comme un isoenzyme de la MAO mitochondriale (28). Les altérations des activités enzymatiques concernant le cuivre, comme la MAO, sont associées à des troubles mitochondriaux (30).

Pour la MAO sérique de l'homme, le substrat spécial est la benzylamine (24). En utilisant le même substrat, les activités de MAO sérique chez les ruminants et les non-ruminants ont été déterminées (3, 4, 6). Chez ces derniers les valeurs sont moins élevées que chez les ruminants. Les désaminations y sont nombreuses du fait du grand volume du système digestif des bovins (6).

Le cuivre est un composant de la MAO chez les bovins (33). Plusieurs auteurs ont observé une corrélation positive entre la monoamine-oxydasémie et la cuprémie chez les ovins et les porcs (7, 25). La chèvre est souvent considérée globalement avec les ovins

1. Département de Biochimie, Faculté de Médecine vétérinaire, Université d'Ankara, 06110 Ankara, Turquie

Fax : + 90 312 316 44 72

e-mail : altintas@veterinary.ankara.edu.tr

2. Ministère de l'Agriculture, Direction des Relations extérieures et Direction de l'Association européenne, Ankara, Turquie

(12). Pourtant, il existe des différences métaboliques entre ces deux espèces (16). L'influence de la saison sur les différents paramètres sanguins est en général plus grande que celles des autres facteurs (19) dans le contexte des systèmes fortement liés aux ressources naturelles.

Dans ce travail, les auteurs ont d'abord envisagé de déterminer la cuprémie et la monoamine-oxydasémie chez le bouc Angora et d'étudier ensuite les variations saisonnières des corrélations.

■ MATERIEL ET METHODES

Dans la ferme d'Etat de Lalahan-Ankara, 25 boucs Angora sains âgés de 18-24 mois ont été retenus pour l'essai. Les animaux étaient élevés dans des conditions habituelles d'alimentation (tableau I) et d'hygiène. Ils étaient déparasités deux fois par an et vaccinés contre l'entérotaxémie. Ils étaient abreuvés *ad libitum*. Pendant toute la durée de l'essai, les sujets ont été soumis à une observation constante ; aucun d'eux n'a présenté de signe pathologique.

Prélèvements

Les prélèvements de sang ont été effectués par ponction de la veine jugulaire externe, avec des aiguilles inoxydables. Le sang a été collecté dans des tubes plastiques chimiquement propres et secs. Les prélèvements ont été effectués à chacune des quatre saisons (les 18 octobre, 27 décembre, 7 avril et 30 juin).

Analyses de laboratoire

Le cuivre sérique a été évalué par spectrophotométrie d'absorption atomique (AA-680 Shimadzu) à 324,8 nm (27) sur des prélèvements ni contaminés ni hémolysés, ce qui a imposé certaines précautions. Les résultats ont été obtenus par comparaison avec une gamme d'étalons et exprimés en µg/100 ml de sérum.

Le dosage de la MAO sérique a été effectué par la technique de Mc Ewen et Cohen (24), utilisant de la benzylamine comme substrat dans un tampon de phosphate à 0,2 M et à pH 7,2. L'unité clinique (Unité Mc Ewen) était égale à 0,01DO à 242 nm (37 °C) (Shimadzu-UV-1202 Spectrophotometer). Pour chaque dosage, les essais à blanc convenables ont été appliqués concurrentement.

Analyse statistique

Les données ont été traitées par analyse de variance de Friedman et à l'aide du test des moyennes de Wilcoxon pour déterminer les éventuels effets de la saison (26).

Tableau I

Composition de la ration administrée aux animaux et complémentation minérale distribuée au pâturage entre les mois de mai et de novembre

Orge	555 kg
Son	255 kg
Tourteau d'hélianthe	150 kg
Poudre de marbre	20 kg
Sel	15 kg
Mélange (vitamine et minéral)	5 kg
Total	1 000 kg
Vitamines - Minéraux pour 5 kg de mélange	
Vitamine A	4 000 000 UI
Vitamine D ₃	400 000 UI
Vitamine E	5 g
Se	1 g
Co	0,2 g
I	0,4 g
Cu	5 g
Zn	25 g
Mn	20 g
Fe	25 g
Mg	200 g
P	300 g
Ca	1 150 g

■ RESULTATS ET DISCUSSION

Des différences saisonnières significatives de l'activité de MAO ont été observées chez les boucs Angora (tableau II). En revanche, aucune différence entre les activités de MAO en hiver et en été n'a été observée. La valeur moyenne était plus élevée au printemps (687,0 ± 16,25 unités) et plus basse en automne (464,7 ± 18,80 unités).

En toutes saisons, les activités de MAO sérique observées dans l'échantillon de cette étude étaient significativement inférieures à celles des caprins indiens relevées par Bhatia et Dwaraknath (6 699,7 ± 367,4) (6). Cette différence peut provenir de facteurs tels que l'âge, la race, le climat et la région (29). Mais, l'absence d'une autre référence a limité la discussion. Ces chiffres déterminés par les auteurs, peuvent être considérés comme des valeurs normales pour la chèvre Angora en Turquie et les valeurs élevées peuvent être interprétées par des troubles mitochondriaux (30).

Tableau II

Valeurs moyennes saisonnières et corrélations de MAO-Cu sérique

Saison	MAO (Unité Mc Ewen)			Cu (µg/100 ml)			Corrélation de MAO-Cu
	n	x	Sx	n	x	Sx	
Automne	25	464,7 ^c	18,80	25	63,40 ^a	1,80	+0,036
Hiver	25	595,2 ^b	11,00	25	71,62 ^a	3,90	-0,400*
Printemps	24	687,0 ^a	16,25	24	72,50 ^a	5,00	-0,269
Été	25	558,0 ^b	37,00	25	90,40 ^b	4,20	-0,177

* différence significative : p < 0,05

a, b, c : indiquent des valeurs significativement différentes sur une même colonne

Le mohair assure approximativement 85 p. 100 du salaire dans l'industrie de la chèvre Angora. Un poil de mohair long et mince a une grande valeur économique. Or, la variabilité de la production de mohair est aussi en relation avec les niveaux d'alimentation (9). Cette variabilité est surtout constatée chez les chevreaux insuffisamment alimentés. Une telle situation est considérée comme un stress nutritif (9, 15). Les valeurs de MAO sérique peuvent être utilisées comme un indicateur pour contrôler cette situation de stress.

Les valeurs moyennes du Cu en hiver et au printemps étaient légèrement supérieures à celles enregistrées en automne. Mais la différence était non significative. Par contre, celles des trois saisons non estivales étaient significativement inférieures à celle de l'été ($p < 0,01$). C'était évidemment l'effet de la complémentation minérale (mai-novembre) qui contenait une part de cuivre.

Le seuil de carence adopté varie selon les auteurs de 50 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ (2, 14) à 70 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ (32) et 80 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ (13). En France, la limite en dessous de laquelle l'animal est considéré comme carencé est de 70 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ (5, 22). Il n'y a aucune publication officielle dans ce domaine en Turquie.

Les valeurs normales, chez les ovins (32) et les caprins (13), sont comprises entre 80-20 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ et entre 58-160 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ (21). Chez la chèvre, le seuil de carence est considéré vers 7,8 $\mu\text{mol/l}$ ou environ 50 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ (14), 70 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ (12) et 80 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ (13).

Le nombre d'animaux hypocuprémiques au cours des différentes saisons varie selon le seuil de carence retenu par divers auteurs (2, 12, 13, 14, 21, 32).

Aucun symptôme de déficience cuprique n'a cependant été observé chez les animaux pendant toute la durée de l'essai. Chez les bovins et les caprins, l'expression clinique de l'état de carence en cuivre reste le plus souvent frustré (12). Les symptômes cliniques de l'état de carence en cuivre ne s'observent en fait chez la chèvre gravide ou chez les chevreaux qu'en cas de cuprémie nettement inférieure à ces valeurs. Selon Gabrashanski et Nedkova (14), les symptômes cliniques de la maladie sont observés chez le mouton et la chèvre gravide lors de cuprémie inférieure à 7,8 $\mu\text{mol/l}$ (environ 50 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$) et généralement entre 3,0 et 4,7 $\mu\text{mol/l}$ (approximativement 19-30 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$), et la forme aiguë de la maladie est observée particulièrement en hiver et au début de l'automne. Dans cette étude, une cuprémie relativement faible a également été observée en hiver et en automne qui constituent donc des saisons à risque.

Bellanger (5) indique que la cuprémie des bovins est maximale en automne et diminue en hiver pour atteindre une valeur minimale au printemps. Sur des brebis, Butler et Barlow (10), relèvent un minimum en février et un retour à la normale dès le mois de mai.

Dans cette étude, le cuivre dans le fourrage a été évalué à 8,7 $\mu\text{g/g}$ en été. Cette valeur est supérieure à la limite de carence, généralement admise à 7 $\mu\text{g/g}$ (12, 13). Ademosun et coll. (1) citent les limites qui, selon Lamand, varient de 7 à 10 mg Cu/kg de matière sèche. D'après Haenlein (17) et Gabrashanski et Nedkova (14) cette valeur est respectivement de 10 et 8-11 mg Cu/kg MS. Bien entendu, ces teneurs sont influencées par les interactions du cuivre avec les autres éléments, notamment le soufre et le molybdène (13, 20). Il existe un antagonisme physiologique entre le cuivre et le molybdène (14). Le soufre, associé au molybdène, contribue à la constitution, dans le tractus digestif des animaux, de thiomolybdate de cuivre inassimilable, provoquant ainsi une carence cuprique secondaire (13).

Par ailleurs, la régulation du cuivre plasmatique dépend non seulement des apports dans la ration mais aussi de l'état du stockage hépatique de cet élément (11).

Les observations de cette étude sur les variations saisonnières de la cuprémie se conforment donc en partie aux données de la littérature. Ces variations saisonnières ne sont que le reflet des niveaux du cuivre alimentaire.

La corrélation entre l'activité de MAO et la cuprémie était variable selon les saisons (tableau II et figure 1), mais était non significative, sauf en hiver. Il faut toutefois analyser ce dernier résultat avec précaution : la corrélation négative observée en hiver peut être due à un biais mathématique, la force de la corrélation étant due à quelques points s'écartant fortement des valeurs moyennes. Dans la littérature concernant les ovins (25), les bovins (33) ou le porc (7), les corrélations sont positives. En effet, les amines-oxydases sériques sont considérées comme des enzymes contenant au moins un des trois groupes prosthétiques (cuivre, phosphate pyridoxal et flavine adénine dinucléotide) pour l'activité enzymatique (34). Enfin, l'activité enzymatique ne peut être étroitement liée au cuivre chez le bouc.

CONCLUSION

Quelques hypocuprémies ont été observées chez les boucs dans la ferme d'Etat de Lalahan-Ankara en Turquie. Ces animaux n'ont cependant présenté aucun symptôme de déficience cuprique. La fréquence des valeurs inférieures au seuil de carence en cuivre paraît peu élevée. Dans des conditions d'élevage extensif, les déséquilibres minéraux peuvent survenir chez les animaux. Il paraît donc nécessaire de proposer une complémentation en cuivre de la ration, notamment en automne et en hiver, d'autant plus qu'une carence probable en cuivre chez la chèvre Angora affecte en premier lieu la qualité de la production de mohair. La complémentation cuprique par voie orale ou parentérale permet de rétablir la teneur en cuivre sérique à des niveaux normaux.

La corrélation entre l'activité de MAO et la cuprémie était variable mais non significative selon les saisons. Il semble donc que l'activité de MAO ne soit pas étroitement liée au cuivre chez le bouc. Ainsi, pour permettre une interprétation valable, les résultats analytiques doivent être jugés sur plusieurs prélèvements effectués pendant chacune des quatre saisons. Il apparaît donc nécessaire que des études nouvelles soient mises en œuvre.

Remerciements

Nous remercions vivement Bernard Faye, CIRAD-EMVT, pour la mise au point du manuscrit.

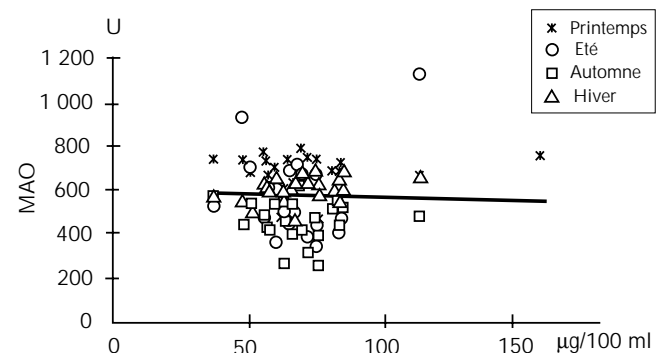


Figure 1: corrélations saisonnières entre l'activité de MAO sérique et la cuprémie.

BIBLIOGRAPHIE

1. ADEMOSUN A.A., BOSMAN H.G., HAENLEIN G.F.W., ADEBOWALE E.A., 1992. Recent advances in nutrient requirements of goats. In: Pre-conf. Proc. of Vth int. Conf. Goats, New Delhi, India, March 1992, Invited papers, vol. II, part I, p. 183-194.
2. ALEXANDER G.I., HARVEY J.M., 1957. A survey of the incidence of copper deficiency in dairy cattle in coastal Queensland, south of Brisbane. *Queensland J. Agric. Res.*, **18**: 169-181.
3. ALTINTAS A., 1983. Recherches sur les niveaux du lactate sanguin et les activités de la monoamine oxydase du sérum chez les chevaux sains et atteints de colique. *A.U. Vet. Fak. Derg.*, **30** : 639-651.
4. ALTINTAS A., CELIK S., FIDANCI U.R., BIYIKOGLU G., SAHILLIOGLU H., 1997. MAO, total protein, uric acid and orotic acid values of the serum and CSF samples and CSF pressure in the lambs infected with *Coenurus cerebralis*. *Tr. J. vet. Anim. Sci.*, **21**: 47-52.
5. BELLANGER J., 1968. Relation entre les taux de cuivre sanguin, hépatique et pileire chez 250 bovins d'abattoirs. *Ann. Rech. vét.*, **1** : 127-139.
6. BHATIA J.S., DWARAKNATH P.K., 1976. Plasma monoamine oxidase levels in mammals. *Ind. J. Physiol. Pharmacol.*, **20**: 245-247.
7. BLASCHKO H., BUFFONI F., WEISMAN N., CARNES W.H., COULSON W.F., 1965. The amine oxidase of pig plasma in copper deficiency. *Biochem. J.*, **96**: 4c-5c.
8. BORTHAKUR P.C., 1972. Monoamine oxidase (MAO) activity in human serum. *Ind. J. Physiol. Pharmac.*, **16**: 345-348.
9. BRETZLAFF K., HAENLEIN G., HUSTON E.D., 1991. The goat industry : Feeding for optimal production. In: Naylor J.M., Ralston S.L. Eds., Large animal clinical nutrition, section C: Goats. Boston, Mass., USA, London, UK, Mosby, p. 339-350.
10. BUTLER E.J., BARLOW R.M., 1963. Factors influencing the blood and plasma copper levels of sheep in swayback flocks. *J. comp. Pathol. Therap.*, **73**: 107-118.
11. CHACORNAC A., 1980. Le rôle biologique du cuivre chez les ruminants : les relations sol-plante-animal. Thèse doct., Ecole nationale vétérinaire, Lyon, France. (N° 3)
12. FAYE B., GRILLET C., 1984. La carence en cuivre chez les ruminants domestiques de la région d'Awash (Ethiopie). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **37** : 42-60.
13. FAYE B., KAMIL M., LABONNE M., 1990. Teneur en oligo-éléments dans les fourrages et le plasma des ruminants domestiques en République de Djibouti. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **43** : 365-373.
14. GABRASHANSKI P., NEDKOVA L., 1991. Disorders of trace element metabolism. Metabolic disorders and their prevention in farm animals. In: Vrzgula L. ed., Developments in animal and veterinary sciences. Amsterdam, The Netherlands, Elsevier, p. 145 and 161.
15. GONCAGUL T., 1993. Ankara Keçisi. Tarym ve Köy Isleri Bakanligi Dergisi. Ankara, Türkiye, Bakanlyk Yayynevi, p. 86.
16. HAENLEIN G.F.W., 1980. Goats. Are they physiologically different from other domestic food animals? *Int. Goat Sheep Res.*, **1**: 173-175.
17. HAENLEIN G.F.W., 1987. Mineral and vitamin requirements and deficiencies. In: Proc. IVth int. Conf. Goats, Brasilia, Brazil, March 8-13, 1987, p. 1249-1266.
18. HAENLEIN G.F.W., 1991. Dietary nutrient allowances for goats and sheep. *Feedstuffs Ref. Issue*, **63**: 78-81.
19. HARUN M., PEREIRA C.L., HALAR P., TOMO P., BAGASSE P., MABASSO M., OTTO F., BOGIN E., 1996. Blood profile in Mozambican cattle and goats. Influence of season and physiological condition. In: VIIIth int. Symp. vet. Lab. Diagn., Jerusalem, Israel, August 4-8, 1996.
20. HUTCHESON D.P., 1987. Minerals for Feedlot cattle. *Agri-Practice-Bovine Nutr.*, **8**: 3-6.
21. KANEKO J.J., 1980. Clinical biochemistry of domestic animals, 3rd ed. Orlando, Florida, USA, Academic press, p. 792.
22. LAMAND M., 1979. Le diagnostic des carences en oligoéléments. L'analyse de sol ou de la plante. *Bull. tech. CRZV Theix*, n° 43 : 27-36.
23. MC EWEN C.M., 1965. Human plasma monoamine oxidase. I. Purification and identification. *J. Biol. Chem.*, **240**: 2003-2018.
24. MC EWEN C.M., COHEN J.D., 1963. An amine oxidase in normal human serum. *J. Lab. clin. Med.*, **62**: 766-770.
25. MILLS C.F., DALGADRO A.C., WILLIAMS R.B., 1966. Monoamine oxydase in ovine plasma of normal and low copper content. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, **24**: 537-540.
26. MILTON S.J., 1992. Statistical methods in the biological and health sciences. Singapore, Mc Graw-Hill International.
27. MOFFAT A.C., JACKSON J.V., MOSS M.S., WIDDOP B., 1986. Clarke's isolation and identification of drugs. In: Pharmaceuticals, body fluids and post-mortem material, 2nd ed. London, UK, The Pharmaceutical Press, p. 59.
28. NILSSON S.E., TRYDING N., TUFVESSON G., 1968. Serum monoamine oxidase (MAO) in diabetes mellitus and some other internal diseases. *Acta Med. scand.*, **184**: 105-108.
29. ROBINSON D.S., DAVIS J.M., NIES A., COLBURN R.W., DAVIS J.N., BOURNE H.R., BUNNEY W.E., SHAW D.M., COPPEN A.J., 1972. Ageing, monoamines, and monoamine-oxidase levels. *The Lancet*, **5**: 290-291.
30. SEO H., XIE B., WANG S., YOSHIKAWA H., OYAMADA T., YOSHIKAWA T., 1996. Ultrastructure of hepatocytes in copper-deficient Sika deer (*Cervus nippon* Temminck). *J. Comp. Pathol. (England)*, **114**: 283-290.
31. SOLAIMAN S.G., CASTALDO D.J., 1994. Feeding programmes for goats. In: Feed International, Chicago, USA, May 1994, p. 30-37.
32. UNDERWOOD E.J., 1977. Trace elements in human and animal nutrition. New York, USA, Academic Press.
33. YAMADA H., YASUNOBU K.T., 1962. Monoamine oxidase. II. Copper, one of the prosthetic groups of plasma monoamine oxidase. *J. Biol. Chem.*, **237**: 3077-3082.
34. YODIM M.B.H., 1975. Monoamine deaminating system in mammalian tissues. *Physiol. Pharmacol. Biochem.*, **12**: 169-209.

Reçu le 5.3.97, accepté le 11.2.98

Summary

Altintas A., Celik S., Cevik M.Z. Seasonal relations between serum monoamine oxidase activities and copper levels in Angora male goats (*Capra hircus*)

Monoamine oxidase (MAO) activities and copper levels were determined and seasonal variations examined in 25 healthy 18-24 month old Angora male goats, raised in the usual feeding and hygiene environment. The analysis of variance showed that MAO seasonal activities were very variable. Using Mc Ewen Units the average MAO activities were 687.0 ± 16.25 , 558.0 ± 37.00 , 464.7 ± 18.80 and 595.2 ± 11.0 in the spring, summer, autumn and winter, respectively, and were found to be significantly different. Blood copper levels were regarded as "normal" in all seasons (except for one animal in the autumn and two animals in the spring and winter). Blood copper levels were significantly lower in the spring, autumn and winter than in the summer ($p < 0.01$). Average blood copper levels were 72.50 ± 5.00 $\mu\text{g}/100$ ml, 90.40 ± 4.20 $\mu\text{g}/100$ ml, 63.40 ± 1.80 $\mu\text{g}/100$ ml and 71.62 ± 3.90 $\mu\text{g}/100$ ml in the spring, summer, autumn and winter, respectively. The correlation between serum MAO activities and copper levels in Angora male goats varied with the seasons. It was significantly negative ($p < 0.05$) in the winter. No correlation was observed in the other seasons.

Key words: Angora goat - Billygoat - Copper - Amine oxidase - Blood serum - Seasonal variation - Turkey.

Resumen

Altintas A., Celik S., Cevik M.Z. Relaciones estacionales entre la actividad de la mono amino-oxidasa sérica y el nivel de cobre en el macho cabrío Angora (*Capra hircus*)

Durante el presente estudio, se determinaron la actividad de la mono amino oxidasa (MAO) y el contenido sérico de cobre, así como las variaciones estacionales, en 25 machos cabríos sanos, de 18 a 24 meses de edad, criados bajo las condiciones usuales de alimentación e higiene. El análisis de varianza permitió demostrar la variabilidad de las actividades estacionales de la MAO. Los valores promedio, expresados en unidades de Mc Ewen fueron de $687,0 \pm 16,25$ en primavera, de $558,0 \pm 37,00$ en verano, de $464,7 \pm 18,80$ en otoño y de $595,2 \pm 11,0$ en invierno. Estos valores difirieron significativamente. El nivel sérico de cobre se consideró "normal" durante todas las estaciones (a excepción de un animal en otoño y de dos animales en invierno y primavera). El nivel sérico de cobre observado en invierno, primavera y otoño fue significativamente inferior que en el verano ($p < 0,01$). Los valores promedio, expresados en $\mu\text{g}/100$ ml, fueron de $72,50 \pm 5,00$ en primavera; $90,40 \pm 4,20$ en verano; $63,40 \pm 1,80$ en otoño y $71,62 \pm 3,90$ en invierno. En los machos cabríos Angora, la correlación entre las actividades de la MAO sérica y el nivel sérico de cobre varió según las estaciones. En invierno fue significativamente negativa ($p < 0,05$). No se observó ninguna otra correlación durante las otras estaciones.

Palabras clave : Caprino - Cabra Angora - Macho cabrío - Cobre - Amino-oxidasa - Suero sanguíneo - Variación estacional - Turquía.