

INFLUENCE DE LA SAISON ET DE LA RACE DU CHEVAL DE COURSE SUR CERTAINS PARAMETRES SANGUINS DANS LA REGION D'EL-EULMA- SETIF

Reçu le 27/05/2007 – Accepté le 28/11/2010

Résumé

L'étude a été réalisée dans Le champ de course d'El-Eulma (Wilaya de Sétif). Ce travail a été réalisé dans le but de faire une étude comparative détaillée entre les chevaux de la race pur-sang Anglais et ceux de la race pur-sang Arabe. Il a porté sur l'investigation de l'influence de la saison sur certains paramètres sanguins (glucose, triglycérides, cholestérol, protéines totales, albumine, urée et acide urique). L'étude a porté sur un effectif de 23 chevaux dont 12 pur-sang Anglais et 11 pur-sang Arabes. Les constantes biologiques ont été déterminées par des méthodes colorimétriques sur automate de biologie (Hitachi – 911). Les chevaux des deux races présentent une hypoglycémie durant toute l'année, sauf en hiver. Les chevaux de la race pur-sang anglais présentent une urémie même mineure durant l'hiver, alors que les pur-sang arabes ne présentent aucun déficit concernant ce paramètre. Cette étude laisse apparaître des différences très nettes entre les saisons et à un degré moindre entre les deux races.

Mots clés : cheval de course, déséquilibre nutritionnel, profil métabolique, Pur-sang anglais, Pur-sang arabe.

Abstract

The survey has been achieved in racecourse of El-Eulma (Wilaya of Sétif). This work has been achieved in order to carry out a detailed comparative study on two different breeds of thoroughbred racehorses (English vs Arabian). It was about the investigating of the influence of the season on some blood parameters (glucose, triglycerids, cholesterol, total proteins, albumin, urea and uric acid). The survey was conducted on a total of 23 horses of which 12 thoroughbred English and 11 thoroughbreds Arab. The biologic constants have been determined by methods colorimetric on Automaton of biology (Hitachi -911). The horses of the two breeds present a hypoglycaemia during all year round, except in winter. The horses of the English thoroughbred present a very minor uraemia during the winter, whereas the Arabian thoroughbreds don't present any deficit concerning this parameter. This survey has revealed very clear differences between seasons and to a less extent between breeds.

Keywords: racehorse, nutritional disturbance, metabolic profile, English Thoroughbred, Arabian Thoroughbred.

B. MAMACHE¹
F. LAABASSI¹
T. MEZIANE¹

¹ Laboratoire
Environnement, Santé et
Production Animale,
Département Vétérinaire,
Institut des Sciences
Vétérinaires et
Agronomiques, Université
de Batna, 05000, ALGERIE.

ملخص

()
23
(Hitachi-911)
11

Le cheval de course est un animal monogastrique duquel on exige de fournir un effort considérable, pendant une période relativement longue de sa vie. Par conséquent, un grand nombre de facteurs peuvent provoquer un déséquilibre nutritionnel et métabolique à n'importe quelle période de sa vie

Les déséquilibres nutritionnels ne sont incriminés que lors d'une baisse de forme ou d'une chute des performances sportives du cheval

Ce travail qui s'est étalé sur quatre saisons a été réalisé dans le but fournir une étude comparative entre les chevaux de la race pur-sang anglais et les chevaux de la race pur-sang arabe. Il a porté sur l'investigation de l'influence de la saison sur certains paramètres sanguins (glucose, triglycérides, cholestérol, protéines totales, albumine, urée et acide urique).

MATERIELS ET METHODES

Matériels

Le champ de course

Le champ de course est une institution appartenant foncièrement à la commune de Bazer-Sakra daïra d'El-Eulma Wilaya de Sétif et géré par la société des courses hippiques et du pari mutuel (SCHPM).

Les chevaux qui peuplent le champ de course Bazer-Sakra sont de races Pur Sang Arabe et Pur Sang Anglais.

Les animaux

Les chevaux ayant fait partie de l'étude appartiennent à des propriétaires de la région d'El-Eulma. La majorité de ces chevaux sont nés et élevés en Algérie. L'étude a porté sur un effectif de 23 chevaux repartis comme suit :

- Pur-sang anglais : 12 chevaux âgés entre 5 et 6 ans dont 4 mâles et 8 femelles.
- Pur-sang arabe : 11 chevaux âgés entre 5 et 7 ans dont 2 mâles et 9 femelles.

Les chevaux reçoivent la même ration alimentaire composée de foin d'avoine et de grains d'orge. Les quantités distribuées sont calculées en fonction du poids corporel du cheval. Les chevaux s'abreuvent d'un même réservoir d'eau.

Chaque cheval a reçu un numéro d'identification qui a été maintenu durant toute la période d'étude.

Méthodes

Prélèvements sanguins

Des prélèvements de sang au milieu de chaque saison ont été effectués par ponction à la veine jugulaire après désinfection soigneuse à l'aide de coton imbibé d'alcool chirurgical à 70°. Les prélèvements sont réalisés aseptiquement à l'aide de tubes stériles sans anticoagulant (type Vacutainer) munis d'aiguilles à usage unique fixées à un porte-aiguille. Les prélèvements ont été réalisés entre 7 heures et 10 heures du matin. Les tubes sont numérotés et disposés dans un portoir puis placés dans une glacière. Les tubes sont laissés entre 18 heures et 24 heures dans la glacière puis le sérum est récolté à l'aide d'une pipette Eppendorff dont l'embout plastique est changé après récolte de sérum de chaque prélèvement. Les sérums sont récoltés dans des aliquotes et traités immédiatement ou congelés à - 20°C jusqu'à leur analyse au Laboratoire Central de Biochimie du CHU de Batna ou au Laboratoire Central de Biochimie du CHU de Constantine.

Dosages

- Les constantes biologiques ont été déterminées par des méthodes colorimétriques sur Automate de biologie (Hitachi -911).
- L'analyse de sérum a concerné le glucose, les protéines totales, l'albumine, le cholestérol, les triglycérides, l'urée et l'acide urique.

Analyse statistique

L'analyse statistique des données par le test de Student-Fisher (test t) a été réalisée sur le logiciel STATITCF, par comparaison de deux moyennes (moyennes saisonnières des animaux des deux races) et par comparaison à une valeur de référence (moyenne obtenue de chaque race par rapport aux normes internationales).

RESULTATS ET DISCUSSION

Les modifications métaboliques à l'exercice et à l'entraînement d'un cheval de course sont intéressantes à suivre en tant que paramètres de forme ou témoins de "charge" de travail. Certaines révèlent au praticien des troubles en cours ou des risques de lésions malgré un examen clinique normal [7].

Variations saisonnières de glycémie (g/L)

Les valeurs de la glycémie chez les deux races sont inférieures aux normes internationales sauf en hiver où la glycémie est située dans la fourchette physiologique. La différence entre l'hiver et les autres saisons est hautement significative. Cette différence serait due à l'augmentation

de la quantité de grains d'orge en hiver, à la diminution de la température ambiante ou à l'augmentation de l'effort physique qui provoque une augmentation des besoins énergétiques. Cette demande accrue est satisfaite par une forte mobilisation des graisses et des protéines corporelles, soit par mobilisation des acides gras et du glycérol à partir des lipides pour la fabrication du glucose, soit par la fourniture des acides aminés gluco-formateurs.

Ce résultat pourrait être attribué aux conditions climatiques durant la semaine de prélèvement. Cette dernière s'est caractérisée par un froid glacial et pluvieux ayant même entraîné l'annulation de courses programmées et des entraînements. Nos résultats sont en accord avec ceux d'Anderson [1].

L'apport protéique de l'alimentation distribuée, est insuffisant pour couvrir les besoins en acides aminés gluco-formateurs. Ceci s'est traduit par une hypoglycémie assez nette durant l'année à l'exception de l'hiver. Il est bien établi que les principales sources d'énergie pour la phosphorylation de l'ADP, lors d'un effort intense pour une longue période, ne sont pas les carbohydrates et les graisses, mais un rôle de plus en plus reconnu est joué par les acides aminés, particulièrement les acides aminés à chaînes branchées (AACB). Ces derniers représentent 3 – 15% de l'énergie totale [10]. Du point de vue qualitative, les AACB sont impliqués dans la prévention du début de la fatigue d'origine centrale [2, 3, 14].

Tableau 1 : Variation saisonnière de glycémie (g/L)

	Pur-sang anglais (moyenne±σ) (g/L)	Pur-sang arabes (moyenne± σ) (g/L)	Valeurs usuelles (g/L)
Hivers	0,77 ± 0,17	0,78 ± 0,14	0,65 – 1,36 [6]
Printemps	0,44 ± 0,14	0,43 ± 0,08	
Été	0,38 ± 0,10	0,43 ± 0,12	
Automne	0,38 ± 0,11	0,36 ± 0,10	

Variation saisonnière des triglycérides sériques (g/L)

La graisse, est considérée comme la plus importante source d'énergie des nutriments lipidiques, comme les acides gras essentiels et les vitamines liposolubles, en particulier la vitamine E, qui a la propriété antioxydante.

Les résultats obtenus chez les des deux races de chevaux sont dans les normes internationales. Il n'y pas de

différence significative entre les deux races de chevaux ($P > 0,05$).

La différence est significative entre l'automne et l'été ($P < 0,05$) et entre l'automne et le printemps ($P < 0,01$). Cette différence pourrait être imputable à la reprise des courses au cours de l'automne, après une période de repos estivale qui dure plus d'un mois ou aux conditions climatiques beaucoup plus clémentes durant l'automne.

La reprise des courses provoque l'augmentation des besoins énergétiques. Comme l'alimentation est incapable de couvrir les besoins glucidiques, l'organisme fait appel à la mobilisation de réserves lipidiques, représentées essentiellement par les triglycérides qui seront hydrolysés en glycérol et en acides gras non estérifiés (AGNE) [20, 26].

La restriction alimentaire peut entraîner des changements métaboliques qui sont en relation directe avec la composition de l'aliment [16]. Les chercheurs de Kentucky suggèrent que la restriction alimentaire provoque une utilisation des acides gras libres, qui seront utilisés beaucoup plus chez les chevaux adaptés aux régimes à base de fourrages que les chevaux adaptés aux régimes à base de graminées [8].

Tableau 2 : Variation saisonnière des triglycérides sériques (g/L)

	Pur-sang anglais (moyenne±σ) (g/L)	Pur-sang arabes (moyenne± σ) (g/L)	Valeurs usuelles (g/L)
Hivers	0,32 ± 0,11	0,32 ± 0,18	0,18 – 0,81 [6]
Printemps	0,35 ± 0,07	0,33 ± 0,10	
Été	0,34 ± 0,12	0,31 ± 0,10	0,18 – 0,78 [23]
Automne	0,28 ± 0,11	0,26 ± 0,07	

Variation saisonnière de la cholestérolémie (g/L)

Les résultats obtenus chez les deux races de chevaux restent dans la fourchette des normes bibliographiques internationales.

Selon O'Connor et al (2004) [4], il n'y a aucune signification clinique connue pour la diminution de la concentration du cholestérol plasmatique chez le cheval.

La différence entre l'hiver et l'été est significative ($P < 0,01$), et avec le printemps ($P < 0,05$). La majorité du cholestérol est synthétisé par l'organisme à partir des acides gras. Durant notre étude, l'hiver a été parfois froid et sec, et avec l'augmentation de l'effort, il y a l'augmentation des besoins énergétiques. Pour cette raison, le métabolisme des acides gras est presque totalement orienté vers la synthèse du glucose.

Le reste du cholestérol est apporté indirectement par l'alimentation sous forme d'acides gras qui seront transformés par la suite au niveau hépatique, pour donner le cholestérol, qui joue un rôle important dans le métabolisme comme un composant des cellules et des tissus. Donc, dans notre étude, l'alimentation mal équilibrée aurait eu un effet sur la baisse du cholestérol au cours de l'hiver.

Tableau 3 : Variation saisonnière de la cholestérolémie (g/l)

	Pur-sang anglais (moyenne±σ) (g/L)	Pur-sang arabes (moyenne±σ) (g/L)	Valeurs usuelles (g/L)
Hivers	0,68 ± 0,16	0,68 ± 0,14	0,52 – 1,36 [6]
Printemps	0,82 ± 0,16	0,76 ± 0,16	0,85 ± 0,14 [18]
Été	0,80 ± 0,11	0,81 ± 0,12	
Automne	0,72 ± 0,15	0,71 ± 0,08	0,7 – 1,8 [13] 0,7 – 1,41 [22]

Variation saisonnière de la protéinémie (g/L)

La protéinémie totale reste dans l'intervalle des valeurs de référence. Cependant les valeurs obtenues chez les pur-sang arabes sont nettement supérieures à celles des pur-sang anglais durant l'automne (P<0,01). Selon les recommandations du National Research Council (NRC), un cheval de course doit recevoir une ration qui contient 10% de protéines brutes.

L'augmentation de la protéinémie durant l'automne serait à lier avec la période de repos estivale, période propice pour la reconstitution des réserves protéiques.

Tableau 4 : Variation saisonnière de la protéinémie (g/L)

	Pur-sang anglais (moyenne±σ) (g/L)	Pur-sang arabes (moyenne±σ) (g/L)	Valeurs usuelles (g/L)
Hivers	51,09 ± 10,38	54,45 ± 8,48	52–100[6]
Printemps	60,30 ± 02,87	60,73 ± 5,82	76,1 ± 3,8 [23]
Été	63,50 ± 04,19	64,27 ± 7,52	55 – 75 [13]
Automne	60,44 ± 04,77	65,40 ± 4,25**	54 – 75 [9] 66–70,20 [24]

La différence de la protéinémie entre races serait due à une aptitude des chevaux pur-sang arabes de résister à un catabolisme protéique important que les Pur sang anglais ou a une capacité de reconstitution plus importante durant la période de repos.

La différence entre l'hiver et les autres saisons, est hautement significative avec l'été et avec le printemps et l'automne (P<0,001). Cette différence serait due a l'effort physique et à l'augmentation des besoins protéiques d'une part et à la diminution de la température qui provoque une forte mobilisation des protéines corporelles d'autre part.

Variation saisonnière de l'albuminémie (g/L)

En plus de son action sur la pression osmotique, l'albumine peut servir de source principale d'acides aminés de réserve pour les tissus [4]. Les résultats obtenus chez les deux races, pourraient être révélateurs dans la mesure où l'albuminémie reste en dessous des normes physiologiques [6, 23, 24]. Ceci laisse conclure que le régime alimentaire des chevaux est pauvre en protéines et ne couvre pas les besoins des animaux particulièrement en hiver du fait de la forte diminution de la température d'une part et de l'effort physique intense d'autre part. Au cours de l'hiver, l'albumine est dégradée pour donner des acides aminés, soit pour la production du glucose, soit pour couvrir les besoins protéiques.

Tableau 5 : Variation saisonnière de l'albuminémie (g/L)

	Pur-sang anglais (moyenne±σ) (g/L)	Pur-sang arabes (moyenne±σ) (g/L)	Valeurs usuelles (g/L)
Hivers	28,18 ± 5,91	26,18 ± 2,93	16 – 40 [6]
Printemps	32,90 ± 2,02	29,45 ± 1,81H.S.	35 ± 3 [23]
Été	33,50 ± 2,15	30,09 ± 4,28 *	36 – 37,2 [24]
Automne	32,44 ± 3,05	29,90 ± 2,47 *	25 – 38 [22]

Variation saisonnière de l'urémie (g/L)

Les valeurs de l'urémie oscillent dans la fourchette des normes internationales. Toute fois, l'urémie tend à être augmentée car elle se rapproche des valeurs maximales de l'intervalle. Ceci laisse supposer la vulnérabilité de ces chevaux en cas d'un effort musculaire intense. L'utilisation des acides aminés pour la production d'énergie et la fermentation des protéines en excès dans le gros intestin provoque l'augmentation de l'urémie ce qui augmente le risque de troubles métaboliques [21].

La différence entre l'été et les autres saisons, est hautement significative. Cette différence serait due à l'effort physique intense sous un climat chaud, qui provoque une augmentation du catabolisme protéique d'une part, et à la qualité des aliments (foin) distribués d'autre part. Le foin utilisé, est à base d'avoine sec qui est caractérisé par sa richesse en azote non protéique qui subit des fermentations au niveau du cæcum. Ces facteurs seraient à l'origine de l'augmentation de l'urémie jusqu'à un niveau incompatible avec le déroulement normal de la

course. Ceci a été observé cliniquement chez certains chevaux qui étaient incapables de terminer leurs courses.

La différence entre l'hiver d'une part et le printemps et l'automne d'autre part est significative ($P < 0,01$). Cette différence résulterait de la baisse de la température en hiver qui provoque l'augmentation des besoins protéiques, et le recyclage de l'urée endogène. Le rôle joué par l'aliment demeure majeur. Il a été démontré que des poneys recevant une ration pauvre en matières azotées excréteraient dans leurs intestins les deux tiers de la production d'urée, dont ils récupérerait la moitié de l'azote [11, 17].

Tableau 6 : Variation saisonnière de l'urémie (g/L)

	Pur-sang anglais (moyenne $\pm\sigma$) (g/L)	Pur-sang arabes (moyenne $\pm\sigma$) (g/L)	Valeurs usuelles (g/L)
Hivers	0,17 \pm 0,05	0,21 \pm 0,06	0,19 – 0,39
Printemps	0,23 \pm 0,06	0,22 \pm 0,05	[6]
Été	0,28 \pm 0,06	0,32 \pm 0,08	0,30 \pm 0,07
Automne	0,24 \pm 0,05	0,23 \pm 0,05	[5] 0,20 – 0,4 [13] 0,10 – 0,24 [22]

Variation saisonnière de l'acide urique (mg/L)

L'évolution de la concentration en acide urique sérique au cours de la saison est un indicateur de l'interaction entre la saison, la composition des aliments distribués et l'effort physique.

Les résultats obtenus chez les deux races restent dans la fourchette des normes physiologiques, mais inférieures à ceux obtenus par d'autres auteurs [4, 12, 15].

Tableau 7 : Variation saisonnière de l'acide urique (mg/L)

	Pur-sang anglais (moyenne $\pm\sigma$) (g/L)	Pur-sang arabes (moyenne $\pm\sigma$) (g/L)	Valeurs usuelles (g/L)
Hivers	1,45 \pm 0,52	1,27 \pm 0,47	0 - 107
Printemps	3,00 \pm 1,05	3,09 \pm 1,14	$\mu\text{mol/L}$ [6]
Été	2,83 \pm 0,72	3,00 \pm 1,10	11 \pm 4
Automne	2,00 \pm 0,71	2,70 \pm 1,16	mg/L [5] 9 – 10,9 mg/L [4]

La différence entre l'hiver et les autres saisons, est hautement significative ($P < 0,001$). Cette différence est toujours liée à la nature de l'aliment distribué (foin) et à son stade végétatif (épiaison). Ce dernier, est caractérisé par la diminution de la concentration en certains acides aminés (thréonine, alanine, tyrosine, valine, méthionine, leucine, isoleucine) et par l'augmentation de la concentration de certains d'autres (glutamine, asparagine, proline). Selon

Jarrige et Tisserand (1984)[18], la paroi intestinale utilise préférentiellement l'aspartate, le glutamate et la glutamine comme source d'énergie chez les monogastriques. Pour cette raison, les quantités de l'asparagine et de la glutamine ne seraient pas suffisantes pour couvrir les besoins des chevaux en hiver. Par conséquent, Oldham et Lindsay (1983) [15] proposent une alimentation à basses protéines avec augmentation des acides aminés essentiels, qui peuvent être un chemin très efficace pour fournir l'azote et les acides aminés qui peuvent réduire les troubles métaboliques. Il est également démontré que l'entraînement diminue le catabolisme des acides aminés pendant l'effort. Ce catabolisme azoté est confirmé chez le cheval par la forte augmentation des concentrations sanguines en urée, créatinine et acide urique, observée dans les épreuves d'endurance. Les chevaux de course dans notre étude sont mal entraînés, ce qui expliquerait l'augmentation de l'urée et de l'acide urique juste après la course (au moment du prélèvement) et l'incapacité de certains parmi eux de compléter la course.

CONCLUSION

Les carences et les excès en éléments organiques et inorganiques continuent de causer des maladies chroniques ou de réduire la productivité des animaux de rente. Dans certains cas, ces déséquilibres traduisent des défauts dans la composition de la ration alimentaire ou des déficits des sols en certains éléments sur lesquels sont élevés ces animaux.

Dans d'autres cas, ils traduisent un échec de reconnaissance et d'anticipation des demandes accrues en éléments organiques et inorganiques des animaux de rente, chez lesquels le potentiel génétique a été fortement exploité par les systèmes d'élevage intensif.

Cette étude, réalisée sur des chevaux de deux races (pur-sang anglais et pur-sang arabe) dans le champ de course de Bazer-Sakra (El-Eulma) laisse apparaître des différences très nettes entre les saisons et à un degré moindre entre les deux races.

Les chevaux des deux races présentent une hypoglycémie durant toute l'année, sauf en hiver. Les chevaux de la race pur-sang anglais présentent une urémie même mineure durant l'hiver, alors que les pur-sang arabes ne présentent aucun déficit concernant ce paramètre.

Des corrections de la ration peuvent débiter en premier lieu par l'apport des éléments carencés (urée) chez les deux races dans la région d'El-Eulma et extrapolés aux autres régions du pays. L'apport de glucose s'avère aussi nécessaire pour les deux races durant toute l'année pour

corriger le déficit existant (distribution d'aliments très riches en énergie). Les autres éléments carencés peuvent être corrigés par un apport consistant en éléments énergétiques et azotés (traitement du foin d'avoine à l'urée). Cette pratique permettra de diminuer le coût de la ration destinée aux chevaux de courses.

Remerciement

Les auteurs tiennent à remercier vivement le Pr. C. Benlatreche et le Dr. Boukrouse des Laboratoires Centraux de Biochimie de CHU et de Constantine et de Batna, pour les analyses biochimiques réalisées à leur niveau. Les propriétaires et les responsables du champ de course de Bazer-Sakra (El-Eulma) sont vivement remerciés pour avoir mis leurs chevaux à notre disposition pour effectuer les prélèvements durant les quatre saisons.

REFERENCES

- [1]- ANDERSSON M.C.: The effect of exercise on blood metabolite levels in horse. *Equine Vet. J.*, 1975, 7, 27 – 33.
- [2]- ASSENZA A., BERGERO D., TARANTOLA M., PICCIONE G., CAOLA G.: Blood serum branched chain amino acids and tryptophan modifications in horses competing in long distance rides of different length, 18 pages, Book of abstracts Joint Nutrition Symposium, Antwerp, Belgium, August 21 – 25., 2002.
- [3]- ASSENZA A., PELLIGRINI L., CELONA B., BERGERO D., CAOLA G.: Aminoacidi a catena ramificata nel siero di sangue di cavalli durante gare ufficiali di fondo: un approccio preliminare Att 2° Convegno «Nuove acquisizioni in materia di alimentazione, allevamento e allenamento del cavallo sportivo», Campobasso, 13 ottobre., 2000, 41–43.
- [4]- COLES E.H.: Le laboratoire en clinique vétérinaire, 641 pages, Deuxième édition, Vigôt frères Éditeurs, Paris, 1979.
- [5]- FLORIO R., LESCURE F., GUELFY J.F., RICO A.G., LORGUE G.: Renseignements fournis par l'examen biochimique du sang des carnivores et des équidés domestiques. *Rev. Med. Vet.*, 1971, 304, 95 – 119.
- [6]- FONTAINE M., CADORE J.L.: Vade-mecum du vétérinaire, 1672 pages, Vigôt frères Editeurs, Paris, 1995.
- [7]- FORTIER G., BERMANN F., COUROUCE A.: Approche hématologique et biochimique dans le suivi médico-sportif du cheval athlète: intérêt et limites. 2- Bilan à l'exercice et à l'entraînement. *Prt. Vet. Equine.*, 2000, 32 (numéro spécial), 343–348.
- [8]- GINGER A.R., LESLIE H.B.: Recent development in equine nutrition with farm and clinic applications. *Proceed. Am. Assoc. Eq. Pract.*, 2002, 48, 24 – 40.
- [9]- HENRY R.S., CARLSON P.C.: How to use the routine serum biochemical profile to understand and interpret acid-base disorders in the horse. *American Association of Equine Practitioners. Proceedings.*, 2001, 47, 257–261.
- [10]- HOLMANN W., MAEDER A.: Rivista di cultura dello sport. *Scuola dello Sport.*, 1999, 29, 2 – 10.
- [11]- HOUP T.R., HOUP K.: Nitrogen conservation by ponies fed a low-protein ration. *Am. J. Vet. Res.*, 1971, 32, 579 – 588.
- [12]- JARRIGE R., TISSERAND J.L.: Métabolisme, besoins et alimentation azotés du cheval. In: R. JARRIGE et W. MARTIN-ROSSET (éd): *Le cheval. Reproduction, Sélection, Alimentation, Exploitation*, Editions INRA publications - France., 1984. 689 pages.
- [13]- KRAFT W.U.: Dürr, U.M. *Kompendium der klinischen. Laboratoriumsdiagnostik bei Hund, Katze, Pferd.* Verlag M&H Scharper., 1981, 37, 127–131.
- [14]- NEWSHOLM E.A., BLOMSTRAD E., EKBLOM B.: Physical and mental fatigue: metabolic mechanisms and importance of plasma amino acids. *Brit. Med. Bull.*, 1992, 48, 477 – 495.
- [15]- OLDHAM J.D., LINDSAY D.B.: Interrelationships between protein yielding and energy yielding nutrients. In: M. ARNAL, R. PION et D. BONIN (éd.): *Métabolisme et nutrition azotés*, Edition INRA publications, Vol 1, les colloques de l'INRA, 1983, 16, 183–209.
- [16]- POWELL J.J., JUGDAOHSINGH R.J., THOMPSON R.P.H.: The regulation of mineral absorption in the gastrointestinal tract. *Proc. Nutr. Soc.*, 1999, 58, 147 – 153.
- [17]- PRIOR R.L., HINTZ H.F., LOWE J.E., VISEK W.J.: Urea recycling and metabolism of ponies. *J. Anim. Sci.*, 1974, 38, 565 – 571.
- [18]- RICO A.G., BRAUN J.P., BENARD P., BARDITES J., THOUVENOT J.P., PERIQUET B.: Plantavid, M. *Biochimie sérique du poney. Ann. Vet.*, 1978, 9, 393 – 399.

- [19]- ROBIE SHIRLEY M., JANSON COLETTE H., SMITH S.C., O'CONNOR J.T.: Equine serum lipids : serum lipids and glucose in Morgan and Thorough bred horses and Shetland ponies. *Am. J. Vet. Res.*, 1975, 36, 1706 – 1708.
- [20]- ROPP J.K., RAUB R.H., MINTON J.E.: The effect of dietary energy source on serum concentration of insulin-like growth factor-I, growth hormone, insulin, glucose and fat metabolites in weanling horses. *J. Anim. Sci.*, 2003, 81, 1581 – 1589.
- [21]- SPANFORS P.: Some aspects of feeding the endurance horse. In: J.D. PAGAN (éd.): *Advances in equine nutrition*, Nottingham University Press, Nottingham., 2000, 341 – 349.
- [22]- SUSAN E., AIELLO B.S.: *Le manuel vétérinaire merck*, 2297 pages, Merck & CO., INC Editors, Whitehouse Station, N.J., U.S.A., 2002.
- [23]- SYLVIE M., MARIE-JOSE S., ETIENNE B., FRANCOIS G., PAUL D., Valeurs usuelles en biochimie clinique vétérinaire, 63 pages, Polycopié, Laboratoire de biochimie. ENV Lyon, France, 1982.
- [24]- TAYLOR L.E., FERRANTE P.L., KRONFELD D.S., MEACHAM T.N.: Acide-base variables during incremental exercise in sprint-trained horses fed a high fat diet. *J. Anim. Sci.*, 1995, 73, 2009–2018.
- [25]- VAALA W.E., JOHNSTON J.K., MARR C.M., ORSINI J.A.: Intensive care. In: *The equine manuel*. Saunders. London., 1995, 737 – 755.
- [26]- VERMOREL M., JARRIGE R., MARTIN-ROSSET W. : Métabolisme et besoins énergétiques du cheval. In: R. JARRIGE et W. MARTIN-ROSSET (éd) : *Le cheval. Reproduction, Sélection, Alimentation, Exploitation*, Editions INRA publications - France., 1984. 689 pages.