

Mise en évidence de populations de *Parascaris equorum* résistantes à l'ivermectine en France

Par :

- C. Laugier¹, J.-M. Betsch², P. Bayssat³, C. Sévin¹
- ¹ Anses Laboratoire de pathologie équine 14430 Goustranville,
- ² Clinique vétérinaire équine de Méheudin 61150 Ecouché,
- ³ Clinique vétérinaire de Bayeux Chemin de la Gambette 14400 Bayeux.

Résumé

L'existence de populations de *Parascaris equorum* résistantes aux lactones macrocycliques (ivermectine) a été rapportée dans divers pays d'Europe. Une étude de terrain a été mise en place pour évaluer l'efficacité de l'ivermectine sur *P. equorum* chez des poulains en France. Cinquante et un poulains provenant de 2 élevages de chevaux de sang ont été inclus dans l'étude. Des tests de réduction du nombre d'œufs ont été réalisés : des prélèvements de crottin ont été pratiqués à J0 et J13 pour analyse coproscopique ; les poulains ont été ensuite traités avec de l'ivermectine à la dose de 0,2 mg.kg, à J0 ou J1, selon l'élevage. La réduction du nombre d'œufs (RNO) a été calculée pour chaque lot de poulains à partir de la moyenne arithmétique des RNO individuelles transformées. Environ 43% des poulains excrétaient des œufs d'ascarid avant traitement. Dans l'élevage 1, la RNO était de 77,4% avec un intervalle de confiance à 95% de [61,2-96,8] ; dans l'élevage 2, ces paramètres étaient respectivement de 29,8% et [6,9-68,8]. Ces résultats montrent que dans les 2 élevages, le traitement des poulains avec de l'IVM administrée à la dose recommandée n'avait pas été efficace. Il s'agit de la première description en France de résistance aux lactones macrocycliques chez *Parascaris equorum*.

Mots clés : Parascaris equorum, ivermectine, résistance

Summary

Reports from several European countries of *P. equorum* isolates showing apparent ivermectin resistance have been published. This study was carried out to assess the field efficacy of ivermectin against *Parascaris equorum* in French foals. A total of 51 foals were selected from 2 studfarms (stud 1 and stud 2) and included in a Faecal Egg Count Reduction Test (FECRT). A faecal sample was taken from each foal at day 0 and 13 days later (day 13); the foals were treated with ivermectin (IVM) at 0,2 mg/kg at day 0 (stud 2) or day 1 (stud 1). The Faecal Egg Count Reductions (FERCs) were calculated in two ways : arithmetic means of transformed individual FECRs according to Pook *et al.* (2002) (method 2) and arithmetic means of non transformed individuals FECRs. Approximately 43% of the 51 foals excreted eggs of *P. equorum* before treatment. In stud 1, the FECR was 77.4% and the 95% confidence interval was [61.2-96.8] (transformed values). In stud 2, these parameters were respectively 29.8% and [6.9-68.8]. These results showed that IVM at the dose of 0.2 mg/kg was ineffective in foals from the 2 studfarms. This is the first report of *P. equorum* resistance to IVM in France.

Key-words : Parascaris equorum, ivermectine, resistance

Introduction

Parascaris equorum est un nématode de la famille des Ascarididae, parasite de l'intestin grêle du cheval. L'infestation est observée plus fréquemment chez les jeunes animaux de moins de 2 ans. Elle est rare et de moindre intensité chez les chevaux adultes en raison du développement de l'immunité qui débute dès l'âge de 6 mois. Les chevaux s'infestent par l'ingestion d'œufs embryonnés. Ces œufs sont très résistants dans le milieu extérieur (plusieurs années) et ont été excrétés principalement par les poulains nés les années précédentes. Le pouvoir pathogène de *Parascaris equorum* repose à la fois sur les stades larvaires et le stade adulte. Les larves effectuent des migrations passant entre autres par le foie et les poumons. Des troubles respiratoires comme de la toux et du jetage nasal sont associés au passage des larves au niveau pulmonaire ; des complications de bronchopneumonie bactériennes sont possibles. Les vers adultes localisés dans l'intestin grêle se nourrissent de chyme (produit de la digestion) et spolient ainsi le poulain de nutriments essentiels (calcium, phosphore, oligo-éléments, vitamines ...). Ils peuvent entraîner un retard de croissance, un mauvais état général accompagné d'un poil piqué, des épisodes diarrhéiques ou de coliques, des troubles ostéo-articulaires et tendineux. Lors d'infestation massive, du fait de leur grande taille (jusqu'à 37 cm) et de leur propension à former des amas, ils sont responsables d'obstruction et/ou de rupture de l'intestin grêle ou de perturbations graves de son péristaltisme à l'origine d'occlusion mécanique (intussusception, volvulus) (Beugnet *et al.*, 2005).

En général, les jeunes chevaux sont traités régulièrement contre *Parascaris equorum* jusqu'à l'âge de 12 mois. Les principaux anthelminthiques utilisés à cette fin en France appartiennent à 3 familles chimiques différentes : les dérivés du benzimidazole (fenbendazole, mébendazole, oxibendazole), les tétrahydropyrimidines (pyrantel) et les lactones macrocycliques (ivermectine et moxidectine). Des préparations à base de pipérazine sont également efficaces sur ce parasite et possèdent une autorisation de mise sur le marché (AMM) pour les équins mais se présentent sous forme de liquide ou de poudre. Elles sont donc moins faciles à administrer et moins souvent utilisées que les principes actifs sous forme de pâte orale.

Les lactones macrocycliques revêtent une importance particulière dans le contrôle médical des parasites digestifs du cheval du fait de leur spectre large (nématocide et insecticide) et de leur efficacité sur les larves de nématodes en position tissulaire. Elles sont fréquemment utilisées chez les poulains et les jeunes chevaux.

Depuis la première description d'un échec de traitement par les lactones macrocycliques aux Pays-Bas en 2002 (Boersema *et al.*, 2002), plusieurs publications ont fait état de l'apparition de résistance aux lactones macrocycliques chez *Parascaris equorum* dans divers pays d'Europe comme la Suède, le Danemark, l'Italie et l'Allemagne (Lindgren *et al.*, 2008 ; Schougaard and Nielsen, 2007 ; Veronesi *et al.*, 2009 ; von Samson-Himmelstjerna *et al.*, 2007). Ces résistances ont été également rapportées en Amérique du Nord et au Brésil (Slocombe *et al.*, 2007 ; Lyons *et al.*, 2008 ; Molento *et al.*, 2008).

Un tel phénomène a commencé à être suspecté en France suite à la découverte chez des poulains correctement vermifugés avec de l'ivermectine, soit d'une excrétion importante d'œufs dans les fèces lors de contrôles coproscopiques, soit d'une infestation massive à l'autopsie.

L'objectif de cette étude était de rechercher dans des élevages suspects la présence de populations ascaridiennes résistantes à l'ivermectine à l'aide du test de réduction du nombre d'œufs.

1. Matériel et Méthodes

1.1. Matériel

L'étude a porté sur un total de 51 chevaux de sang ; ces chevaux provenaient de 2 élevages suspectés d'héberger des populations ascaridiennes résistantes.

- Elevage n°1

Une autopsie pratiquée à l'automne 2009 sur un poulain de 7 mois, 15 jours après un traitement à l'ivermectine, a révélé une forte infestation par des *Parascaris equorum* vivants.

Suite à ce constat, la présence de vers résistants a été suspectée dans l'élevage d'origine ; un lot de 23 poulains issus de cet élevage et âgés de 7 à 11 mois a été inclus dans l'étude.

- Elevage n°2

Le vétérinaire traitant du haras a été alerté en 2009 par des résultats coproscopiques montrant des numérations élevées d'œufs de *Parascaris equorum* chez des poulains au sevrage et des yearlings malgré

un programme de prophylaxie médicale incluant des traitements toutes les 8 semaines à l'aide de principes actifs théoriquement efficaces sur les ascaris.

Afin d'évaluer l'efficacité de l'ivermectine sur ces populations vermineuses, 28 poulains stationnés dans le haras et âgés de 5 à 8 mois ont été inclus dans l'étude.

1.2. Protocole (Tableau 1)

La recherche de populations vermineuses résistantes a été effectuée à l'aide du test de réduction du nombre d'œufs.

A J0, l'ensemble des poulains (élevages 1 et 2) a fait l'objet d'un prélèvement rectal de fèces en vue d'examen coproscopiques. L'objectif de ces analyses était de détecter les animaux excréteurs d'œufs de *Parascaris equorum* avant traitement.

Pour les 23 poulains de l'élevage n°1, les résultats des analyses ont été obtenus en 24 heures. A J1, pour des raisons pratiques, seuls les poulains identifiés comme excréteurs ont été transportés à la clinique vétérinaire pour y être pesés sur une bascule ; le poids des animaux variait de 243 à 350 kg. Ces animaux ont reçu le jour même de l'ivermectine en pâte orale à la dose de 0,2 mg/kg pour un poids vif de 350 kg.

Dans l'élevage n°2, le poids des 28 poulains a été estimé à J0 par le responsable d'écurie à l'aide d'un ruban barymétrique et arrondi au 50 kg supérieurs avant une administration d'ivermectine en pâte orale à la dose de 0,2 mg/kg (J0).

A J13, des crottins ont été prélevés au rectum sur tous les chevaux traités avec de l'ivermectine (39 au total) afin d'effectuer une deuxième série d'examen coproscopiques.

Tableau 1 : Protocole expérimental mis en place dans les 2 élevages
Table 1: Experimental design

	J0	J1	J13
Élevage 1	Prélèvement rectal pour coproscopie sur 23 poulains	Sélection des poulains excréteurs : pesée et traitement	Prélèvement rectal pour coproscopie sur les poulains excréteurs traités à J1
Élevage 2	Prélèvement rectal pour coproscopie sur 28 poulains puis estimation du poids et traitement		Prélèvement rectal pour coproscopie sur les 28 poulains traités à J0

1.3. Méthodes

Pour l'ensemble des poulains, les prélèvements fécaux ont été conditionnés individuellement dans des sacs plastiques étanches ou des gants de fouille et adressés pour examens coproscopiques à un laboratoire spécialisé (laboratoire de pathologie équine de l'Anses pour l'élevage n°1 et laboratoire départemental Frank Duncombe pour l'élevage n°2).

Les examens coproscopiques ont été effectués selon la méthode de Mac Master modifiée par Raynaud (1970) avec un seuil de détection de 30 œufs par gramme.

Les calculs relatifs à l'efficacité de l'ivermectine n'ont pris en compte que les échantillons fécaux renfermant des œufs de *Parascaris equorum* avant traitement.

La réduction du nombre d'œufs (RNO) a été calculée pour les 2 lots de poulains selon les modalités décrites par Pook *et al.* (2002)(méthode 2).

Pour chaque animal, la réduction du nombre d'œufs (RNO) a été obtenue selon la formule :

$RNO = (NO_{J0} - NO_{J3}) / NO_{J0}$. Afin d'en normaliser la distribution, les RNO individuelles ont été transformées en $\arcsin\sqrt{RNO}$ avant calcul de la moyenne arithmétique et de l'intervalle de confiance à 95%.

La moyenne arithmétique des RNO individuelles non transformées a été également calculée.

En accord avec les autres auteurs (Veronesi *et al.*, 2010), l'interprétation des résultats des tests de réduction du nombre d'œufs a été fondée sur les critères suivants :

- les populations de *Parascaris equorum* ont été considérées comme sensibles lorsque le taux de réduction était $\geq 90\%$ et que la limite inférieure de l'intervalle de confiance (LIC) à 95% était $>90\%$
- les populations de *Parascaris equorum* ont été considérées comme suspectes de résistance lorsque le taux de réduction était compris entre 80 et 90% et que la LIC 95% était $<90\%$,
- les populations de *Parascaris equorum* ont été considérées comme résistantes lorsque le taux de réduction était $\leq 80\%$ et que la LIC 95% était $<90\%$.

2. Résultats

La présence d'œufs de *P. equorum* a été détectée avant traitement chez environ 43% des poulains (22 poulains). Le tableau 2 présente les résultats du test de réduction du nombre d'œufs chez les poulains excréteurs à J0.

Tableau 2 : Résultats des tests de réduction du nombre d'œuf chez 22 poulains infestés par *P. equorum*
 Table 2: Faecal egg count reduction tests in 22 *P. equorum* infected foals

	poulains	opg avant traitement	opg après traitement	RNO%
	<i>individuals</i>	<i>epg before treatment</i>	<i>epg after treatment</i>	FECR%
Elevage 1 <i>Studfarm 1</i>	5733	60	0	100
	4658	60	0	100
	9052	120	90	25
	7624	60	0	100
	0223	30	0	100
	6117	210	0	100
	2783	660	120	82
	7833	150	30	80
	7896	30	0	100
	7790	120	60	50
	1603	60	30	50
Elevage 2 <i>Studfarm 2</i>	1810	1400	1400	0
	3364	100	0	100
	0596	400	30	92,5
	2059	600	500	17
	3368	300	0	100
	1863	700	0	100
	6923	500	300	40
	4459	500	500	0
	7135	30	30	0
	7316	100	0	100
	5667	400	700	0

Dans l'élevage 1, onze poulains sur les 23 testés excrétaient des œufs de *Parascaris equorum*. Chez ces chevaux, le nombre d'œufs par gramme de fèces (opg) variait de 30 à 660 à J0 ; après traitement, les fèces de 5 poulains contenaient encore des œufs ([30-120]).

Pour ce groupe de chevaux, le taux de réduction du nombre d'œufs obtenu à partir des RNO individuelles transformées (méthode 2 de Pook *et al.*, 2002) était de 77,4% et l'intervalle de confiance à 95% de [61,2-96,8]. Le taux de réduction calculé à partir des données non transformées était de 80,6%.

Dans l'élevage 2, onze animaux excrétaient des œufs de *Parascaris* avant traitement ([30-1400]) ; après administration d'ivermectine, 8 chevaux montraient encore des coproscopies positives avec des opg variant de 30 à 1400.

Dans cet effectif, le taux de réduction du nombre d'œufs calculé à partir des RNO individuelles transformées (méthode 2 de Pook *et al.*, 2002) était de 29,8% avec un intervalle de confiance à 95% de [6,9-66,8]. Le taux de réduction obtenu sans transformation des données était de 49,5%.

3. Discussion

Le test de réduction du nombre d'œufs est la méthode standard pour le dépistage de la chimiorésistance chez les cyathostomes ; cette procédure n'a pas été validée pour *Parascaris equorum*. Cependant, elle demeure le seul moyen disponible actuellement pour quantifier l'élimination des vers adultes femelles en capacité de ponte et fait l'objet d'une recommandation consensuelle d'utilisation par de nombreuses équipes scientifiques spécialisées (Reinemeyer, 2009).

Plusieurs méthodes de détermination du taux de réduction du nombre d'œufs et de son intervalle de confiance ont été décrites, fondées sur le calcul soit de la moyenne géométrique, soit de la moyenne arithmétique, en présence ou non d'animaux témoins (Presidente, 1985 ; Coles *et al.*, 1992 ; Pook *et al.*, 2002). Notre étude a été réalisée dans des conditions de terrain sur des chevaux de valeur ; il n'a pas été possible de disposer d'un nombre suffisant de poulains excréteurs témoins dans chacun des 2 élevages. Aussi, les modalités de calcul retenues ont été celles décrites par Pook *et al.* (2002) (méthode 2).

Les résultats de cette étude montrent que l'élevage 1 hébergeait des populations de *P. equorum* suspectes de résistance ou résistantes à l'ivermectine, selon la méthode de calcul utilisée, et l'élevage 2, des populations résistantes. La mise en évidence en France de ces phénomènes de résistance chez des poulains de sang n'est pas surprenante ; en effet, ils ont déjà été démontrés en Amérique du Nord et dans plusieurs pays d'Europe où les pratiques de prophylaxie médicale antiparasitaire sont voisines de celles des élevages français.

Dans beaucoup de haras de grande taille, les poulains sont traités toutes les 6 à 8 semaines avec fréquemment, voire exclusivement de l'ivermectine. Ces pratiques sont susceptibles d'accélérer l'apparition de résistance chez *P. equorum*. En effet, un intervalle entre les traitements inférieur à la période prépatente (75-80 jours) supprime toute possibilité de reproduction chez les vers sensibles et réduit les refuges liés à l'environnement. Par ailleurs, comme les lactones macrocycliques ont un effet larvicide, tous les stades parasitaires hébergés par les poulains sont soumis à la pression de sélection (absence de possibilité de refuge dans l'hôte) (Reinemeyer, 2009).

Les déplacements et les échanges commerciaux de chevaux peuvent également favoriser la dissémination de *P. equorum* résistants d'un pays à l'autre.

Diverses études menées en Europe (Allemagne, Suède, Italie), au Canada et aux Etats-Unis ont évalué l'efficacité de plusieurs anthelminthiques sur *Parascaris equorum* chez des poulains. Les résultats ont montré que pour certaines de ces populations vermineuses, l'efficacité de l'ivermectine pouvait être très faible de 0 à 33,5% alors que le fenbendazole et le pyrantel restaient régulièrement efficaces (efficacité de 90 à 100%) (Slocombe *et al.*, 2007 ; Lindgren *et al.*, 2008). Ces deux principes actifs qui appartiennent respectivement aux familles des benzimidazoles et des tétrahydropyrimidines constituent donc des alternatives potentielles pour le contrôle des ascaris chez le cheval.

Des résistances au pamoate de pyrantel sont rapportées mais uniquement en Amérique du Nord (Texas et Kentucky, USA) (Lyons *et al.*, 2008). Leur apparition a été probablement favorisée dans ces régions par l'utilisation répandue de doses quotidiennes de tartrate de pyrantel à titre préventif.

En ce qui concerne les benzimidazoles, aucun phénomène de résistance n'est actuellement décrit.

Les phénomènes de chimiorésistance ne sont pas, en général, réversibles. Aussi, dès lors que l'existence de populations d'ascaris résistantes aux lactones macrocycliques a été détectée dans un effectif de chevaux, cette famille de molécules ne doit plus être la seule utilisée pour le contrôle de ces parasites. Par ailleurs, il ne s'agit pas non plus de l'exclure totalement des programmes de prophylaxie médicale car les lactones macrocycliques possèdent un large spectre d'activité ; en particulier, elles sont efficaces sur les stades larvaires des strongles, notamment les larves de cyathostomes enkystées, et sur les larves de *Gasterophilus* sp.

Un ou deux contrôles coproscopiques doivent être envisagés sur les poulains au cours de la première année afin de vérifier l'efficacité des programmes de traitement et des molécules utilisées.

En l'absence de résistance détectée, plusieurs molécules peuvent être administrées pour lutter contre l'ascaridose : fenbendazole (10 mg/kg), oxi-bendazole (10 mg/kg), pamoate de pyrantel (6,6 mg/kg), ivermectine (0,2 mg/kg), moxidectine (0,4 mg/kg) et pipérazine (88 mg/kg) (Reinemeyer, 2009).

En présence de *P. equorum* résistants aux lactones macrocycliques, des rotations de famille chimique possédant des modes d'action différents sont recommandées. Le recours aux lactones macrocycliques sera cependant maintenu au moins en automne pour prévenir la cyathostomose larvaire et éliminer les gastérophiles.

Le développement de résistance est une conséquence biologique naturelle de l'administration de traitements ; elle est inéluctable. Cependant, la mise en œuvre de certaines pratiques peut permettre de retarder son apparition et/ou son extension ; ce sont principalement une réduction de la fréquence des traitements et le maintien de « refuges » c'est-à-dire de populations parasitaires qui ne sont pas soumises à la sélection des traitements et qui constituent des viviers de vers sensibles.

Ainsi, l'élaboration des programmes de prophylaxie médicale antiparasitaire devient plus complexe car les objectifs ne sont plus seulement de préserver la santé et la croissance des poulains mais également de ralentir l'apparition des résistances.

Les recommandations de traitement doivent donc réaliser un compromis entre ces 2 types d'objectifs.

La réduction de la fréquence des traitements passe nécessairement par une surveillance coproscopique accrue de l'effectif de chevaux et la mise en place de mesures sanitaires dans le milieu extérieur pour interrompre les cycles parasitaires et limiter les risques de réinfestation. A ce titre, l'hygiène des locaux d'hébergement des chevaux (élimination fréquente des matières fécales assortie d'un nettoyage adapté) et le ramassage au moins hebdomadaire des crottins sur les pâtures et paddocks sont des pratiques essentielles car elles suppriment les sources de contamination.

Le traitement des poulains contre *P. equorum* ne doit pas commencer avant l'âge de 60-70 jours. Par la suite, l'intervalle entre deux administrations d'anthelminthique ne sera pas inférieur à 2 mois et idéalement, seuls les poulains et les jeunes chevaux identifiés comme excréteurs par coproscopie devront être traités (Reinemeyer, 2009).

Conclusion

Les résultats de cette étude montrent que des populations de *Parascaris equorum* résistantes à l'ivermectine sont présentes en France. Ils doivent cependant être complétés par des investigations dans un plus grand nombre d'élevages, notamment ceux qui utilisent des lactones macrocycliques chez les poulains depuis plusieurs années. Ces observations permettent néanmoins d'attirer l'attention des professionnels sur des échecs possibles de traitement et sur l'intérêt de pratiquer des contrôles d'efficacité annuels dans les élevages à risque.

Remerciements

Nous tenons à remercier les éleveurs qui nous ont permis de mener à bien cette étude en mettant leurs poulains à notre disposition, le laboratoire départemental Frank Duncombe pour la réalisation des analyses coproscopiques dans l'élevage 2, Lydia Baudet pour la mise en page de l'article et la frappe des tableaux ainsi que le Conseil Régional de Basse-Normandie pour son soutien financier.

Références

Beugnet, F., Fayet, G., Guillot, J., Grange, E., Desjardins, I., Dang, H., 2005. Parasitoses de l'intestin grêle - Ascaridose. In : Abrégé de parasitologie clinique des équidés – volume 2 Parasitoses et mycoses internes. Kalianxis, 41-51.

Boersema, J.H., Eysker, M., Nas, J.W., 2002. Apparent resistance of *Parascaris equorum* to macrocyclic lactones. Veterinary Record 150, 279-281.

Coles, G.C., Bauer, C., Borgsteede, F.H.M., Geerts, S., Klei, T.R., Taylor, M.A., Waller, P.J., 1992. World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.) methods for the detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. Veterinary Parasitology 44, 35-44.

- Lindgren, K., Ljungvall, O., Nilsson, O., Ljungström, B.L., Höglund, J., 2008. *Parascaris equorum* in foals and in their environment on a Swedish farm, with notes on treatment failure of ivermectin. *Veterinary Parasitology* 151(2-4), 337-343.
- Lyons, E.T., Tolliver, S.C., Ionita, M., Collins, S.S., 2008. Evaluation of parasiticidal activity of fenbendazole, ivermectin, oxbendazole, and pyrantel pamoate in horse foals with emphasis on ascarids (*Parascaris equorum*) in field studies on five farms in Central Kentucky in 2007. *Parasitology Research* 103(2), 287-291.
- Molento, M., Antunes, J., Bentes, R.N., 2008. Anthelmintic resistance in Brazilian horses. *Veterinary Record* 162, 384-385.
- Pook, J.F., Power, M.L., Sangster, N.C., Hodgson, J.L., Hodgson, D.R., 2002. Evaluation of tests for anthelmintic resistance in cyathostomes. *Veterinary Parasitology* 106, 331-343.
- Presidente, P.J.A., 1985. Methods for detection of resistance to anthelmintics. In: Resistance in nematodes to anthelmintic drugs. Editors : Anderson, N., Waller, P.J. CSIRO Division of Animal Health, Glebe, NSW, Australia, 13-28.
- Raynaud, J.P., 1970. Etude de l'efficacité d'une technique de coproscopie quantitative pour le diagnostic et le contrôle des infestations parasitaires des bovins, ovins, équins et porcins. *Annales de Parasitologie Humaine et Comparée* 85, 321-342.
- Reinemeyer, C.R., 2009. Diagnosis and control of anthelmintic-resistant *Parascaris equorum*. *Parasites & Vectors* 2(Suppl 2), S8 (<http://www.parasitesandvectors.com/content/2/S2/S8>).
- Schougaard, H. and Nielsen, M.K., 2007. Apparent ivermectin resistance of *Parascaris equorum* in foals in Denmark. *Veterinary Record* 160, 439-440.
- Slocombe, J.O.D., De Gannes, R.V.G., Lake, M.C., 2007. Macrocyclic lactone-resistant *Parascaris equorum* on stud farms in Canada and effectiveness of fenbendazole and pyrantel pamoate. *Veterinary Parasitology* 145(3-4), 371-376.
- Veronesi, F., Moretta, I., Moretti, A., Pergili Fioretti, D., Genchi, C., 2009. Field effectiveness of pyrantel and failure of *Parascaris equorum* egg count reduction following ivermectin treatment in Italian horse farms. *Veterinary Parasitology* 161, 138-141.
- Veronesi, F., Pergili Fioretti, D., Genchi, C., 2010. Are macrocyclic lactones useful drugs for the treatment of *Parascaris equorum* infections in foals ? *Veterinary Parasitology* 172, 164-167.
- von Samson-Himmelstjerna, G., Fritzen, B., Demeler, J., Schürmann, S., Rohn, K., Schnieder, T., Epe, C., 2007. Cases of reduced cyathostomin egg-reappearance period and failure of *Parascaris equorum* egg count reduction following ivermectin treatment as well as survey on pyrantel efficacy on German horse farms. *Veterinary Parasitology* 144(3-4), 74-80.

