

RÉPARTITION DE L'AZOTE DES FRACTIONS ALBUMINEUSES DANS LE CORPS DES TÉNIAS

Par I.-A. SMORODINTZEV et P.-I. PAVLOVA

Les vers parasites sont très répandus dans la nature. On peut dire qu'il n'existe probablement pas une seule espèce d'animal qui ne possède un ou plusieurs genres de parasites. Le préjudice apporté à la santé de l'homme et des animaux domestiques par le parasitisme des vers, est considérable ; le préjudice économique, apporté par les parasites à l'économie nationale, est également important. Par conséquent, l'étude approfondie des parasites est absolument indispensable. Nous possédons une littérature assez vaste sur la morphologie des vers, tandis que nous n'avons que des indications insuffisantes et mal réunies sur leur composition chimique. D'après nos renseignements, personne ne s'est occupé, en particulier, de l'étude des protéines des vers. Après avoir déterminé la composition chimique générale de trois cestodes (1) : *Tænia saginata*, *T. solium* et *Diphyllobothrium latum*, nous avons entrepris l'étude de leur composition albumineuse et avons commencé par la répartition de l'azote, ainsi que du soufre et du phosphore, dans diverses fractions albumineuses ; nous avons l'intention de passer très prochainement à la caractéristique des protéines individuelles, entrant dans la composition des parasites.

MÉTHODES DE RECHERCHES

Les ténias qui venaient d'être expulsés étaient soigneusement lavés à l'eau fraîche, ensuite séchés sur un entonnoir de Bouchner, et triturés dans un mortier ; on prélevait des parcelles sur toute la masse pesant de 100 à 420 gr. pour déterminer la quantité générale d'azote d'après Kjeldahl, de soufre d'après Pavlov (2) et de phosphore d'après Neumann (3).

(1) I. A. SMORODINTZEV et K. V. BEBECHINE. — *Biochem. Z.*, 261, 176, 1933 ; 276, 271, 1935, etc.

(2) S. A. PAVLOV. — *Chimie Appliquée*, 5, 877, 1932 (en russe).

(3) A. NEUMANN. — *Z. Physiol. Chem.*, 37, 129, 1903 ; 43, 35, 1905.
C. NEUBERG. — *Biochem. Z.*, 64, 393, 1914.

20 gr. de la masse triturée étaient divisés en fractions au moyen de l'élimination par les dissolvants correspondants et, dans chaque fraction, on déterminait l'azote d'après Kjeldahl et, en outre, le phosphore dans une fraction et le soufre dans une autre.

La subdivision était effectuée sur la base des propriétés générales des protéines d'après le schéma élaboré par nous, dans lequel chaque fraction est conventionnellement indiquée par la dénomination de la protéine qui doit s'y trouver.

Pour commencer, la masse triturée était diluée pendant 15 minutes et extraite avec 5 volumes d'eau distillée (100 cmc.) et le résidu était centrifugé pendant 10 minutes. L'opération était répétée trois fois avec 100 cmc. d'eau ; les produits de la centrifugation étaient réunis et le tout était incinéré d'après la méthode de Kjeldahl. Dans la fraction initiale entrent l'albumine, les albuminoses et les matières extraites azotées, — *fraction albumineuse* (1). Le premier résidu était également traité pendant 15 minutes avec 5 volumes de solution de chlorure de sodium à 10 p. 100 et aussi centrifugé pendant 10 minutes. L'extraction était répétée trois fois avec 100 cmc. de solution de sel ; les extraits étaient réunis et incinérés d'après Kjeldahl. Dans l'extrait, entre la *fraction de globuline* (2). Le second résidu était infusé trois fois avec une solution d'hydrate de sodium à 1 p. 100 pendant 15 minutes et centrifugé pendant 10 minutes, — *fraction de nucléine* (3). La fraction nucléinique était divisée en trois parties : dans deux parties on déterminait l'azote d'après Kjeldahl ; la troisième était partagée en deux pour la détermination répétée du phosphore. Le troisième résidu était infusé à froid pendant 15 minutes avec une solution de soude caustique à 10 p. 100 et également centrifugé, — *fraction de kératine* (4). Les deux tiers de la fraction de kératine étaient entièrement incinérés d'après Kjeldahl pour déterminer l'azote, un tiers était partagé par moitié pour la définition répétée du soufre. Le quatrième résidu était digéré pendant 5 heures avec 5 volumes de solution de pancréatine à 1 p. 100, dans un tampon des phosphates, le pH étant égal à 8,0, à la température de 37° C. Le résidu non digéré était ensuite filtré, lavé deux fois avec 100 cmc. d'eau et les trois portions étaient réunies et le tout était incinéré d'après Kjeldahl pour déterminer l'azote. Les produits de la digestion représentent la *fraction d'élastine* (5). Le cinquième résidu était dilué trois fois avec 100 cmc. d'eau bouillante et, après refroidissement, le résidu était chaque fois centrifugé pendant 10 minutes. Les produits réunis de la centrifugation donnent la *fraction de collagène* (6),

qui était entièrement incinéré d'après Kjeldahl. Après un pareil traitement le sixième résidu représentait la *fraction de réticuline* et était également incinéré d'après Kjeldahl pour déterminer l'azote (7). De cette manière la quantité de chaque fraction était déterminée par sa teneur en azote d'après Kjeldahl. Dans la fraction de nucléine (3), on déterminait en outre le phosphore d'après Neumann et dans la fraction de kératine (4) le soufre d'après S. Pavlov.

Nous nous rendons compte du caractère conventionnel de ces subdivisions en fractions albumineuses, mais, prenant en considération qu'à la répétition de l'expérience ces déterminations donnaient en principe des quantités égales, nous croyons possible de nous baser sur ces données pour l'étude ultérieure plus détaillée des protéines qui entrent dans la structure du corps des ténias.

Si les fractions d'albumine, de globuline, de colloène, et même de nucléine, ne suscitent pas de doutes considérables, la présence de kératine, d'élastine et de réticuline exige encore des preuves. Nous considérons que l'élastine peut être digérée par la trypsine (1) et nous apprécions sa teneur d'après la quantité d'azote dans les produits de la digestion, tandis que Mitchell, Zimmermann et Hamilton (2) fondent la méthode de détermination d'élastine dans la viande sur son indigestibilité par la trypsine. Il est bien évident que toutes ces fractions ont besoin d'être étudiées spécialement et ce n'est qu'après l'élimination des protéines correspondantes qu'il sera possible de parler d'une manière positive de leur présence dans la fraction donnée.

APPRÉCIATION DES RÉSULTATS DES ANALYSES

Nous avons étudié de la manière indiquée la répartition de l'azote, du soufre et du phosphore dans le corps de *Tænia saginata*, de *Tænia solium* et de *Diphyllobotrium latum*, en prenant de 12 à 15 exemplaires de chaque espèce. Les écarts individuels étaient parfois assez considérables, mais ils ne différaient pas beaucoup des quantités moyennes, qui donnent une conception générale de la composition albuminoïdique des parasites mentionnés.

(1) L. Z. MOROKHOVETZ, *Maly Jahresber.*, 1886, 271 ; R. H. CHITTENDEN et A. S. HART, *Z. f. Biol.*, 25, 368, 1889 ; A. EWALD, *ibid.*, 26, 1, 1890.

(2) H. H. MITCHELL, R. L. ZIMMERMANN et T. S. HAMILTON, — *J. Biol. Chem.*, 71, 372, 379 ; 73, 767, 1927.

TABLEAU 1

Pourcentage de la teneur moyenne de l'azote
dans des fractions séparées

ESPÈCE DE VER	ALBUMINE	GLOBULINE	NUCLÉINE	KÉRATINE	ELASTINE	COLLAGÈNE	RÉTICULINE	SOMME DES N° DE FRACT.	DÉTERMINATION DIRECTE DE L'AZO- TE DANS LES PAR- CELLES PESÉES
<i>Tænia saginata</i>	0,35	0,12	0,14	0,06	0,11	0,03	0,02	0,87	0,76
<i>Tænia solium</i>	0,29	0,11	0,15	0,07	0,12	0,04	0,02	0,79	0,76
<i>Diphyllobotrium latum</i> .	0,44	0,19	0,13	0,07	0,11	0,04	0,04	0,93	0,88

Le tableau 1 montre que la somme d'azote des fractions (8) correspond assez bien à la quantité d'azote directement déterminée dans la parcelle de ténia pesée (9) ; par conséquent, la méthode de subdivision peut être considérée comme vérifiée d'une manière analytique. Dans tous les cas la masse principale d'azote (près de 40 p. 100 et même plus) passe dans la fraction de l'albumine ; viennent ensuite la fraction de nucléine (16-18 p. 100), les fractions de globuline et d'élastine (14 p. 100), celle de kératine (7 p. 100), de collagène (3,5 p. 100) et enfin de réticuline (2-3 p. 100). La teneur en azote dans toutes les fractions de *Tænia saginata* et de *Tænia solium* se distingue par une stabilité remarquable, tandis que la

TABLEAU 2

Pourcentage de la teneur moyenne en soufre et en phosphore

ESPÈCE DE VER	PHOSPHORE		SOUFRE	
	Dans le ver entier	Dans la fraction de nucléine	Dans le ver entier	Dans la fraction de kératine
<i>Tænia saginata</i>	0,33	0,07	0,19	0,11
<i>Tænia solium</i>	0,14	0,14	0,20	0,19
<i>Diphyllobotrium latum</i>	0,24	0,09	0,21	0,18

composition de *Diphyllobotrium latum* se distingue sensiblement des deux autres ténias tant par sa plus grande teneur en azote général, que surtout par ses fractions d'albumine, de globuline et de réticuline.

Pour contrôler la détermination de la présence de nucléine dans la 3^e fraction, nous avons déterminé la teneur en phosphore et, pour vérifier la fraction de kératine (4), nous avons déterminé la teneur générale en soufre ; ensuite nous avons comparé ces données avec la teneur en soufre et en phosphore du ténia complet. Les quantités moyennes des 15 à 20 déterminations parallèles de chaque ténia sont données dans le tableau 2.

Tandis que chez *Tænia solium* tout le phosphore et tout le soufre du ver passent dans les fractions correspondantes de nucléine et de kératine, chez *Tænia saginata* et *Diphyllobotrium latum*, nous ne trouvons que 1/3 ou 1/4 de phosphore dans la fraction de nucléine et, chez *Tænia saginata*, près de la moitié du soufre dans la fraction de kératine ; chez *Diphyllobotrium latum*, presque tout le soufre se trouve également dans la fraction de kératine. En nous basant sur ces données, nous avons le droit de conclure que, chez ces trois parasites, la protéine riche en phosphore passe dans la fraction de nucléine, tandis que la protéine contenant plus de soufre passe dans la fraction de kératine. Les trois espèces diffèrent en même temps considérablement par la composition qualitative des fractions de nucléine et de kératine, quoique, par la teneur en azote, les deux fractions soient presque semblables chez tous les vers.

TABLEAU 3

Pourcentage de la teneur moyenne en protéine

ESPÈCE DU VER	ALBUMINE	GLOBULINE	NUCLÉINE	KÉRATINE	ELASTINE	COLLAGÈNE	RÉTICULINE	SOMME DES ALBUMINES	D'APRÈS L'AZOTE DE LA PARCELLE PESÉE
<i>Tænia saginata</i>	2,2	0,8	0,9	0,4	0,7	0,17	0,13	5,3	5,0
<i>Tænia solium</i>	1,8	0,7	0,9	0,4	0,8	0,22	0,13	5,0	5,0
<i>Diphyllobotrium latum</i> .	2,7	1,2	0,8	0,4	0,7	0,22	0,25	5,3	5,6

En multipliant par 6,25 la quantité d'azote dans toutes les fractions (pour le collagène, par 5,5), nous obtenons la teneur en protéines dans toutes les fractions étudiées par nous.

Nous voyons ainsi que la quantité générale de protéines des parasites est 3 ou 4 fois moindre que celle des animaux vertébrés supérieurs ; les protéines du plasma (1, 2 et 3 fractions) représentent de 74 à 88 p. 100 ; le reste est composé par les protéines du stroma.

CONCLUSIONS

1. Nous avons étudié la répartition de l'azote, du soufre et du phosphore d'après les fractions albumineuses de trois cestodes : *Tænia saginata*, *Tænia solium* et *Diphylobotrium latum*.

2. La teneur en azote de toutes les fractions de *Tænia saginata* et de *Tænia solium* se distingue par sa constance remarquable.

3. *Diphylobotrium latum* se caractérise par une plus grande teneur en azote général et en azote des fractions d'albumine, de globuline et de réticuline, par comparaison avec les deux autres espèces de vers que nous avons étudiées.

4. Dans la fraction de nucléine des parasites se trouve une protéine riche en phosphore et, dans la fraction de kératine, une protéine avec teneur élevée en soufre.

5. Les fractions de nucléine et de kératine des trois vers diffèrent qualitativement.

6. Les parasites contiennent 3 ou 4 fois moins de protéines que les vertébrés supérieurs.

7. Les fractions albumineuses des parasites représentent 74-88 p. 100 des protéines du plasma ; le stroma représente de 1/10 à 1/4 de la quantité générale de protéines.

Secteur chimique de l'Institut Tropical de Moscou.
