

Puces des marmottes des foyers de peste enzootique du Tien Chan et du Pamir-Alaï

Fleas of the marmots in the plague enzootic areas of Tien Shan and Pamiro-Alai mountains

AGEEV V.S. & POLE S.B. *Kazakh Anti plague Research Institute, ALMATY, 480074, KAZAKHSTAN*

Trente-six espèces de Siphonaptères ont été trouvées sur les marmottes grises (*Marmota baibacina*) et à longue queue (*M. caudata*) ainsi que dans leurs nids, dans les foyers pesteux (Tien Chan central, Alaï, monts Gissar et Talas), et hors de ceux-ci (Pamir oriental). Huit à 21 espèces de puces existent dans chaque région, mais seules *Oropsylla silantiewi*, *Citellophilus lebedewi* et *Rhadinopsylla li ventricosa*, sont présentes partout. L'abondance des parasites dépend de l'altitude. *Pulex irritans* est un élément important de cette faune dans certains foyers. Les 32 espèces restantes représentent 0,3% des puces capturées. De tels résultats montrent un contact parasitaire faible entre les marmottes et d'autres animaux partageant les mêmes milieux.

Mots clés : Puces, Siphonaptères, marmottes, foyer de peste, Tien Chan, Pamir, Alaï, Gissar, Talas.

Thirty-six species of Siphonaptera were found as a whole on grey (*Marmota baibacina*) and long-tailed (*M. caudata*) marmots as well as in their nests in the plague foci of Central Tien Shan, Alai, Gissar and Talas mountain ridges as well as in Eastern Pamir where no plague was discovered. From 8 to 21 species occurred in each separate region, but only *Oropsylla silantiewi*, *Citellophilus lebedewi* and *Rhadinopsylla li ventricosa*, specific parasites of marmots, were met everywhere. Number of most parasites depends on mountain altitudinal zones. *Pulex irritans* is also an important component of the marmot flea fauna in some foci. The rest of 32 species comprised 0.3 per cent of all collected fleas. Such findings prove a weak parasitic contact between marmots and other animals living in the same habitats.

Key-words: Fleas, Siphonaptera, Marmots, plague foci, Tien Shan, Pamir, Alai, Gissar, Talas.

БЛОХИ СУРКОВ ЭНЗООТИЧНОЙ ПО ЧУМЕ ТЕРРИТОРИИ ТЯНЬ-ШАНЯ И ПАМИРО-АЛАЯ

В природных очагах чумы Центрального Тянь-Шаня, Алая, Гиссара и Таласа, а также на Восточном Памире, где чума не обнаружена, на серых (*Marmota baibacina*) и длиннохвостых (*M. caudata*) сурках и в их гнездах зарегистрировано в общей сложности 36 видов блох. В перечисленных регионах встречено от 8 до 21 вида. *Oropsylla silantiewi*, *Citellophilus lebedewi*, *Rhadinopsylla li ventricosa* - специфические паразиты сурков - обитают повсеместно и их численность зависит от высотной поясности. В некоторых очагах важным компонентом фауны блох является *Pulex irritans*. Доля остальных видов среди собранных блох составляет 0,3%. Это свидетельствует о слабом паразитарном контакте между сурками и другими животными, обитающими в тех же биотопах.

Ключевые слова : Блохи, Siphonaptera, сурки, очаги чумы, Тянь-Шань, Памир, Алай, Гиссар, Талас

INTRODUCTION

Les foyers naturels de peste ont été découverts dans 4 régions montagneuses : 1) le Tien Chan Central (1914), 2) les crêtes et la vallée de l'Alaï, 3) les crêtes du Gissar, 4) les crêtes du Talas. En 1992, Aubakirov *et al.* estimait la surface enzootique à 25.600 km² au moins (Fig. 1, Tab. 1). Les principaux réservoirs hôtes sont les marmottes grises (*Marmota baibacina*) et à longue queue (*M. caudata*) aussi bien que les muridés et microtinés. Ioff (1949) résuma les données sur les invertébrés agents de transfert de la peste tels que les puces de marmottes mais seulement pour le Tien Chan. Des travaux de faunistiques, plus récents, ont été dévolus à la séparation des foyers de peste (Schwarz & Lavrent'ev 1961, Morozkina *et al.* 1970 a,b et 1971, Yakunin *et al.* 1985, Schwarz 1987, Burdelov & Ergeschbaev 1992). Le but de ce travail est de résumer le nombreuses données (de la littérature et personnelles) concernant les puces de marmottes et leur écologie dans l'immense aire enzootique et dans l'Est du Pamir, libre de peste, occupés par les populations de puces les plus élevées en altitude.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les ectoparasites trouvés sur les marmottes tuées et la litière de leurs nids étaient séparés au laboratoire selon les règles de travail propres à la peste. Plus de 321.773 puces trouvées sur le pelage de 89.887 marmottes ou extraites de 615 nids (Tab. 2) ont été légèrement anesthésiées à l'éther et soigneusement identifiées à l'aide d'un microscope et des clés d'identification de Ioff *et al.* (1965). Les coefficients de similarité Ics entre les faunes distinctes de puces sont calculés suivant la formule de Czecanowski & Sørensen (Sørensen 1948) :

$$Ics = \frac{2a}{(a+b) + (a+c)} \times 100$$

a est le nombre d'espèces communes aux deux faunes comparées, b, le nombre d'espèces de la faune B et c, celui de l'espèce C.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Trente-six espèces et sous-espèces de *Siphonaptera*, appartenant à 5 familles et 16 genres selon la classification de Lewis (1972, 1973 a-b, 1974, 1975), ont été récoltées sur les marmottes et dans leurs nids (Tab. 3). De 8 (Pamir) à 21 espèces (Tien Chan) ont été trouvées dans chaque région. Le moindre nombre d'espèces présentes dans le Pamir peut être expliqué par les conditions climatiques sévères qui réduisent les durées d'activités journalière et saisonnière de la marmotte à longue queue et les contacts des parasites avec d'autres espèces (Morozkina *et al.* 1970a). Le coefficient de similarité de Czecanowski and Sørensen (Tab. 4) est le plus élevé entre les faunes d'Alaï et de Talas (82,2% d'espèces communes aux deux faunes) et le plus faible entre l'Est Pamir et Gissar (47,6% d'espèces communes). Seules quatre espèces, *O. silantiewi*, *C. lebedewi*, *R. li ventricosa* et *C. caspia*, ont été trouvées dans l'ensemble des régions comparées. Elles représentent respectivement 49,3%, 33,6% et 11,9% du total. *Pulex irritans*, la puce de l'homme, est aussi un composant important de la faune de puces des marmottes dans certains foyers et peut atteindre 4,9% du total. Le reste des 32 espèces, incluant *C. caspia*, forment 0,3% de toutes les puces collectées. Toutes sont des parasites accidentels des marmottes ce qui indique l'existence de contacts faibles entre les marmottes et les sousliks, les muridés et microtinés, les carnivores et les oiseaux nicheurs dans des terriers.

D'un autre côté, les puces spécifiques des marmottes ont été trouvées sur 9 espèces de rongeurs et 5 de carnivores. Parmi les 23.722 puces récoltées, celles des rongeurs de ces régions ont formé 0,3% du total. Mais sur les 1.967 exemplaires provenant des carnivores, la part des puces de marmottes a été plus importante et a atteint 17,1%. Selon certains auteurs (Petrov, Schmutter 1958), ceci peut s'expliquer par l'écologie de ces hôtes. Lorsque les prédateurs, surtout les mustélidés, visitent les nombreux terriers de marmottes, ils subissent l'attaque des puces et les collectionnent sur de vastes territoires. Il doit être noté que la proportion de *P. irritans*, fréquemment associée aux grands carnivores (Lewis 1972), a été plus faible que celle des puces spécifiques des marmottes et a atteint 10% seulement.

Il découle de ces faits que *O. silantiewi*, *C. lebedewi* et *R. li ventricosa* montre une spécificité relativement forte pour leurs hôtes. Ceci est confirmé par de nombreuses observations de terrains qui indiquent que les puces de marmottes n'abandonnent leur hôte tué ou mort qu'après un long laps de temps (Bibikov *et al.* 1973).

Les proportions des espèces dominantes de ces faunes sur les marmottes ne sont pas constantes et dépendent de l'altitude. *O. silantiewi* prédomine sur les marmottes (Fig. 2) des ceintures alpines froides (3.000-4.000 m au-dessus du sol) du Tien Chan et du Pamir (76-85%), alors que *C. lebedewi* est dominante (59-91%) dans les ceintures plus chaudes de prairie-forêt-steppe (2.200-3.000 m) des sommets de l'Alaï, du Gissar et du Talas.

Les steppes montagneuses sèches (jusqu'à 2.200 m) et les parties inférieures des ceintures citées précédemment sont les aires préférées par *P. irritans* qui atteint jusqu'à 30% dans certaines zones (Yakunin *et al.* 1985). *R. li ventricosa* n'est pas un parasite fréquent dans la fourrure des marmottes,

mais il prédomine (Fig. 2) dans leur terrier (jusqu'à 83,8%).

Le nombre total de puces dans une famille de marmottes est de l'ordre de quelques dixièmes de celui des insectes qui sont ses hôtes et de quelques centièmes de ceux occupant la litière d'un terrier hivernal ou de 2-10 terriers estivaux et n'excède pas 800. Ce nombre sur l'animal ou dans le terrier varie durant la saison d'activité des marmottes. Les données concernant la période d'hibernation ne sont pas connues. Le nombre moyen de puces par hôte ou puce index (Fig. 3) est maximum au printemps et au début de l'été et minimum au milieu de l'été et en automne (Fig 4). En général, cependant, ce nombre par marmotte est plusieurs fois inférieur à celui des mois comparables dans les nids. Les variations contrastées de ce nombre de puces de la fourrure sont dues à *O. silantiewi* et *C. lebedewi* dont les adultes atteignent un pic d'émergence au cours du printemps. Le nombre élevé de puces au printemps dans les nids est causé par *R. li ventricosa* qui éclosent à cette saison aussi.

Il ne peut y avoir aucun doute sur l'importance d'*O. silantiewi*, *C. lebedewi*, *R. li ventricosa* dans la propagation de la maladie. Selon Dmitrievskaja *et al.* (1961), le nombre de germes de peste dans les cultures, isolées à partir de chaque espèce de puce, serait dépendant du nombre de puces dans la nature et de sa proportion dans la faune à un moment donné. Au début de l'été, *O. silantiewi* est d'un point de vue numérique et épizootique la plus importante des trois espèces dans la fourrure des marmottes, alors que *R. li ventricosa* est dominante parmi celles infestant les nids de marmottes.

Tableau 1. Quelques caractéristiques des foyers pesteux et du Pamir oriental
Table 1. Some characteristics of enzootic areas and of Eastern Pamir

Mountain region	Enzootic area sq. km	Date of discovery	Elevation above sea level in m	Marmot species
C. Tien Chan	20,000	1914	2,600-4,000	grey (<i>M. baibacina</i>)
Alaï	2,800	1948	2,200-3,800	long-tailed (<i>M. caudata</i>)
Gissar	300	1970	2,250-3,400	long-tailed
Talas	2,500	1977	2,250-3,200	long-tailed
E. Pamir			3,600-5,000	long-tailed

Tableau 2. Puces collectées sur les marmottes et dans les nids des aires enzootiques de peste et dans l'Est du Pamir

Table 2. Numbers of fleas collected from marmots and nests in enzootic plague areas and Eastern Pamir

Area	Host nb.	Total number of mamot fleas					Nest nb.	Total number of nest fleas				
		<i>O. silantiew</i>	<i>C. lebedewi</i>	<i>R. ventricosa</i>	<i>P. irritans</i>	Others		<i>O. silantiew</i>	<i>C. lebedewi</i>	<i>R. ventricosa</i>	<i>P. irritans</i>	Others
Tien Chan	58,168	51,460	502	8,235		34	410	9,321	7	20,613		112
Alai	7,772	3,305	9,487	732 1	65	38	81	82	1,007	1	30	
Gissar	3,308	299	444,014	667	2,548	477	41	174	1,024	2,450	5	5
Talas	3,160	2,206	23,296	671	13,290	39	41	572	787	760	1	47
Pamir	17,479	87,811	26,948	116		16	85	3,250	2,032	3,118		75

Tableau 3. Puces de marmottes, distribution dans les zones enzootiques de peste et de l'Est du Pamir
 Table 3. The marmot fleas and distribution in enzootic plague areas and Eastern Pamir.

	Espèces / Species	1	2	3	4	5
<i>Pulicidae</i>	1. <i>Ctenocephalides canis</i> (Curtis 1826)			+		
	2. <i>Pulex irritans</i> Linné 1758	+	+	+	+	
<i>Vermipsyllidae</i>						
	3. <i>Chaetopsylla homoea homoea</i> Rothshilds 1906	+	+		+	
<i>Hystrihopsyllidae</i>	4. <i>Neopsylla mana</i> Wagner 1927	+			+	
	5. <i>N. meridiana</i> Tiflov & Kolpakova 1937	+	+		+	+
	6. <i>N. pleskei ariana</i> Ioff 1946		+	+	+	
	7. <i>N. teratura</i> Rothshild 1913				+	+
	8. <i>Paraneopsylla ioffi ioffi</i> Tiflov 1937	+		+	+	+
	9. <i>Rhadinopsylla angusta</i> Tiflov 1937	+				
	10. <i>R. dahurica tjanshan</i> Ioff & Tiflov 1946	+				
	11. <i>R. li murium</i> Ioff & Tiflov 1946	+				
	12. <i>R. li ventricosa</i> Ioff & Tiflov 1946	+	+	+	+	+
	13. <i>Stenoponia ivanovi</i> Ioff & Tiflov 1934		+			
	14. <i>S. suknevi</i> Ioff & Tiflov 1934			+		
<i>Leptopsyllidae</i>	15. <i>Amphipsylla anceps</i> Wagner 1930	+	+			+
	16. <i>A. asiatica</i> (Ioff 1928)	+			+	
	17. <i>A. montana</i> Argyropulo 1946			+		
	18. <i>A. phaiomydis phaiomydis</i> Ioff 1946		+	+		
	19. <i>A. primaris primaris</i> J. & R. 1915	+	+		+	
	20. <i>Frontopsylla ambigua</i> Fedina 1946			+		
	21. <i>F. elata glabra</i> Ioff 1946	+	+	+	+	
	22. <i>F. elata neutra</i> Mikulin 1947				+	
	23. <i>F. frontalis alatau</i> Fedina 1946	+	+	+	+	
	24. <i>F. ornata</i> Tiflov 1937	+				
	25. <i>F. protera</i> Wagner 1933				+	
	26. <i>F. tjanshanica</i> Schwarz 1953	+				
	27. <i>Leptopsylla nana</i> Argyropulo 1946			+		
	28. <i>L. nemorosa</i> (Tiflov 1937)			+		
<i>Ceratophyllidae</i>	29. <i>Callopsylla capsia</i> (Ioff & Argyropulo 1934)	+	+	+	+	+
	30. <i>Ceratophyllus avicitelli</i> Ioff 1946	+	+	+	+	
	31. <i>Citellophilus lebedewi princeps</i> (Ioff 1946)	+	+	+	+	+
	32. <i>C. relicticola</i> (Fedina 1946)				+	
	33. <i>Malaraeus penicelliger syrt</i> (Ioff 1946)	+				
	34. <i>Monopsyllus sciurorum asiaticus</i> (Ioff 1936)			+		
	35. <i>Oropsylla ilovaiskii</i> Wagner & Ioff 1926				+	
	36. <i>O. silantiewi</i> (Wagner 1898)	+	+	+	+	+

Tableau 4. Coefficients de similarité (Czecanowski & Sørensen) entre les faunes locales de puces à marmottes

Table 4. Coefficients of similarity between local marmot flea faunas (Czecanowski & Sørensen's method)

Region	Species Nb. in local fauna	Tien Shan	Alai	Gissar	Talas	E. Pamir
Tien Shan	21		12**	10	14	7
Alai	15	66.7*		10	5	
Gissar	18	51.3	60.6		10	5
Talas	20	68.3	82.8	52.6		7
Pamir	8	48.3	52.2	47.6	50.0	

*Left below: coefficient of similarity. ** right above: number of species common to both faunas compared.

Figure 1. Aires de peste enzootiques en Asie Centrale
Figure 1. Plague enzootic areas in the mountains of Central Asia

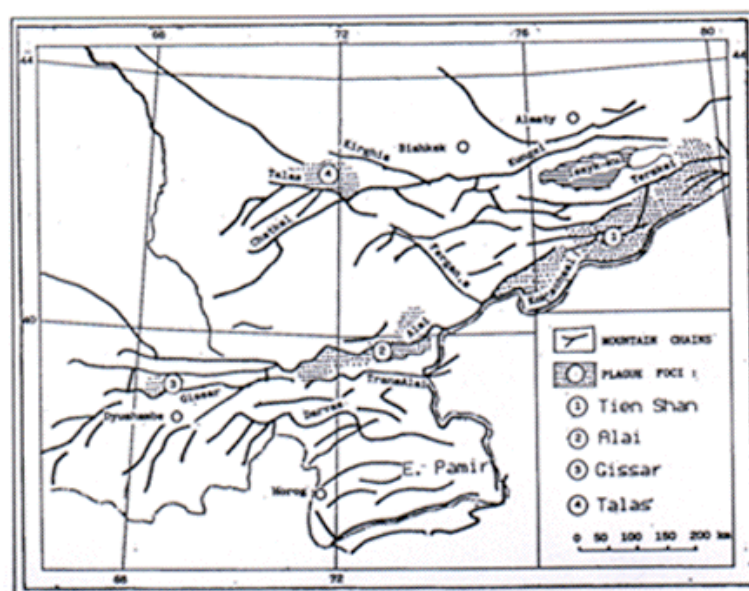


Figure 2. Proportions des puces dominantes sur les marmottes (en haut) et dans leurs nids (dessous)
Figure 2. Proportions of predominant fleas on marmots (above) and in their nests (below)

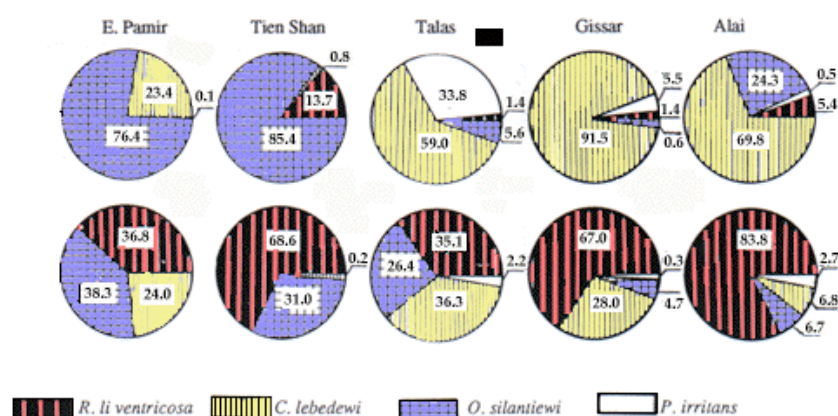


Figure 3. Variation saisonnière du nombre total de puces sur les marmottes
Seasonal change of total flea indices on marmots

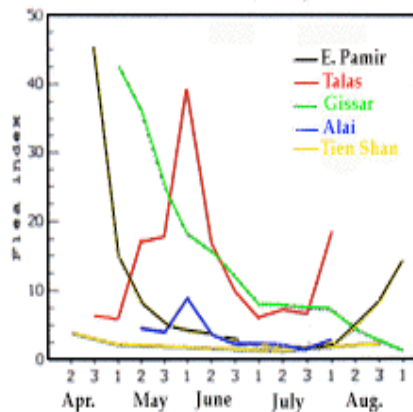
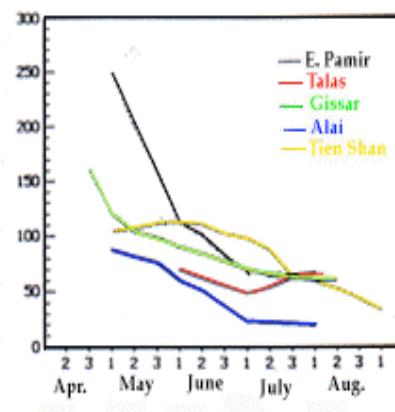


Figure 4. Variation saisonnière du nombre total de puces dans les nids de marmottes
Seasonal change of total fleas in marmot burrows



INTRODUCTION

Natural plague foci were established in four mountain regions: 1) Central Tien Shan (1914), 2) Alai ridge and Valley (1948), 3) Gissar ridge (1970), 4) Talas ridge (1977). Aubakirov et al. (1992) estimated that enzootic area covered at least 25,600 km² (Tab.1, fig. 1). Chief reservoir hosts are grey (*Marmota baibacina*) and long-tailed (*M. caudata*) marmots as well as murine and microtine rodents. Ioff (1949) was the first to summarised data on invertebrate agents of transfer such as marmot fleas, but only for Tien Shan. Faunistic works published later were devoted to separate foci (Schwarz & Lavrent'ev 1961, Morozkina et al. 1970a-b and 1971, Yakunin et al. 1985, Schwarz 1987, Burdelov & Ergeschbaev 1992). The aim of this research is to summarise the literature and our own data on marmot flea fauna and ecology in the huge enzootic area as well as in the free plague area of Eastern Pamir which are inhabited by the most elevated population of marmot fleas.

MATERIAL AND METHODS

Ectoparasites killed marmots and nesting material were separated in the laboratory according to the regime of work with the plague. More than 321,773 fleas combed from 89,887 marmots and extracted from 615 nests (Tab. 2) were lightly anaesthetised with ether and thoroughly identified with a compound microscope and with the identification keys of Ioff et al. (1965). Coefficients of similarity I_{cs} between separate flea faunas were calculated according to Czecanowski & Sørensen's formula (Sørensen 1948):

$$I_{cs} = \frac{2a}{(a+b) + (a+c)} \times 100$$

where a : number of species common to both faunas compared, b : number of species belonging to B fauna solely, c : number of species belonging to C fauna solely.

RESULTS AND DISCUSSION

Thirty six species and subspecies of Siphonaptera, belonging to 5 families and 16 genera (Lewis 1972, 1973a-b, 1974, 1975), were collected from marmots and their nests (Table 3). From 8 (Pamir) to 21 species (Tien Shan) were met in each separate region. The less number of species in Pamir can be accounted for its very severe climatic conditions that shorten daily and seasonal ground activities of long-tailed marmots and reduce their parasitic contacts with other animals (Morozkina et al. 1970a).

Czecanowski and Sørensen's coefficient of similarity (Tab. 4) is highest between Alai and Talas faunas (82.8% of species common to both faunas compared) and is the lowest between Pamir and Gissar (47.6 % of common species). Only *O. silantiewi*, *C. lebedewi*, *R. li ventricosa* and *C. caspia*, were found in all compared regions. The first three are specific and predominant marmot parasites. They respectively represented 49.3%, 33.6% and 11.9% of the total. *Pulex irritans*, the so-called human flea, is also an important component of the marmot flea fauna in some foci, and represented 4.9% of the total. The rest of 32 species, including *C. caspia*, comprised only 0.3% of all collected fleas. All of them are chance parasites of marmots; and such findings show weak parasitic contacts of marmots with suslics, variety of small murine and microtine rodents, feral carnivores and hole dwelling birds.

On the other hand, the specific marmot fleas were found on 9 species of rodents and 5 species of carnivores. Of 23,722 fleas collected from rodents in these regions they comprised 0.3% of the total. But among 1,967 specimens combed from carnivores the share of marmot fleas was much higher, and it comprised 17.1%. According to some authors (Petrov & Schmutter 1958) this fact can be accounted for ecology of these hosts. While visiting numerous marmot burrows, the predators, mainly musteline species, undergo fleas attacks and collect these insects from vast territories. It should be noted that the proportion of *P. irritans*, frequently associated with large carnivores (Lewis 1972), was smaller than those of specific marmot fleas and comprised 10% only. It follows from these facts that *O. silantiewi*, *C. lebedewi* and *R. li ventricosa* show relatively high host specificity. This ability is supported also by many field observations which show that marmot fleas don't leave their shot or died hosts over a long period of time (Bibikov et al. 1973).

The proportions of prevailing species in the marmot flea faunas are not constant, and they depend on altitudinal zonality. *O. silantiewi* predominates on marmots (Fig. 2) in the cold alpine belts (3,000-4,000 m above sea level) of Tien Shan and Pamir (76-85%), while *C. lebedewi* predominates (59-91%) in the relatively warmer meadow-forest-steppe belts (2,200-3,000 m) of Alai, Gissar and Talas ridges. Dry mountain steppes (up to 2,200 m) and the lower part of the above belts are preferred areas for *P. irritans* that comprises up to 30% in some localities (Yakunin et al. 1985). *R. li ventricosa* is not a dominant parasite in marmot fur, but it predominates (Fig. 2) in their nests (up to 83.8%).

The total number of fleas within a marmot family range consists of a few tens of insects which are on the hosts and a few hundreds of insects which are in the nest linings of one hibernar or in 2-10 estival burrows and does not exceed 800. This number on the host body and in its nests fluctuates during the season of ground activity of marmots. Data concerning overwintering period are absent. The average flea number per host or so-called flea index (Fig. 3) is the greatest in spring and early summer and is the lowest in mid-summer and fall. Flea indices in the nests reflect to a certain extent the flea indices on the hosts (Fig. 4). In general, however, fleas per marmot were several-fold fewer than fleas per nest for the comparable months. The sharp monthly fluctuations in number of hair fleas were due to *O. silantiewi* and *C. lebedewi* that reach a peak of adult emergence during spring. The higher spring numbers in nests are caused by *R. li ventricosa* that hatches in this season also.

There can be no doubt about the importance of the biology of *O. silantiewi*, *C. lebedewi*, *R. li ventricosa* in the spread of the disease. The number of plague cultures isolated from separate flea species is thought to be dependant largely upon their numbers in nature and upon their percentages in the flea fauna at a given time. (Dmitrievskaja et al. 1961) In the early summer *O. silantiewi* is numerically and epizootically the more important of the three above species combed from marmots, while *R. li ventricosa* is predominant among infected nest fleas collected in the season.

BIBLIOGRAPHIE / REFERENCES

- AUBAKIROV S.A., A.S. BURDELOV & V.M. STEPANOV** 1992. On the searching and studying of new natural plague foci. *Organisation of plague surveillance*, Alma-Ata, 2:186-189. (In Russian)
- BIBIKOV D.I., S.A. BERENDAYEV, L.A. PEISAKHIS & E.A. SCHWARZ** 1973. *Natural plague foci of marmots in the USSR*. Moscow, 192 pp. (In Russian)
- BURDELOV L.A. & M.B. ERGESCHBAEV** 1992. Interchange of fleas between predominant rodent species in Western Alai. *Organisation of plague surveillance*, Alma-Ata, 3: 372-374. (In Russian)
- DMITRIEVSKAJA M.E., D.G. KRYLOV & P.P. TARASOV** 1961. Experience of exposure and some peculiarities of plague epizootics in Sarydzas syrts. *Trans. C. Asian Res. Antiplague Inst.*, Alma-Ata, Frunze, 7:61-71. (In Russian)
- IOFF I.G.** 1949. *Aphaniptera of Kirgizia. Ectoparasites*, Moscow, 1: 1-212. (In Russian)
- IOFF I.G., M.A. MIKULIN & O.I. SCALON** 1965. *Handbook for the identification of the fleas of Central Asia and Kazakhstan*. Moscow, 370 pp. (In Russian)
- LEWIS R.E.** 1972. Notes on the geographical distribution and host preference in the order *Siphonaptera*. Part 1. *Pulicidae*. *J. Med. Ent.*, 9: 511-520.
- LEWIS R.E.** 1973a. Notes on the geographical distribution and host preference in the order *Siphonaptera*. Part 2. *Rhopalopsyllidae, Malacopsyllidae and Vermipsyllidae*. *J. Med. Ent.*, 10: 255-260.
- LEWIS R.E.** 1973b. Notes on the geographical distribution and host preference in the order *Siphonaptera*. Part 3. *Hystrichopsyllidae*. *J. Med. Ent.*, 11: 147-167.
- LEWIS R.E.** 1974. Notes on the geographical distribution and host preference in the order *Siphonaptera*. Part 5. *Ancistropsyllidae, Chimaeropsyllidae, Ischnopsyllidae, Leptopsyllidae and Macropsyllidae*. *J. Med. Ent.*, 11: 525-540.
- LEWIS R.E.** 1975. Notes on the geographical distribution and host preference in the order *Siphonaptera*. Part 6. *Ceratophyllidae*. *J. Med. Ent.*, 11: 658-676.
- MOROZKINA E.A., L.S. LYSENKO & KAFARSKAYA** 1970a. Distribution and number of fleas of long-tailed marmots in Eastern Pamir. In *Vector of very dangerous diseases and their control*, Stravopol, 329-336. (In Russian)
- MOROZKINA E.A., L.S. LYSENKO & KAFARSKAYA** 1970b. On ecology of fleas of long-tailed marmots in Eastern Pamir. In *Vector of very dangerous diseases and their control*, Stravopol, 337-341. (In Russian).
- MOROZKINA E.A., L.S. LYSENKO & KAFARSKAYA** 1971. Fleas of long-tailed marmots and other animals living in Gissar. In *Problems of very dangerous diseases*, Saratov, 1(17): 38-44. (In Russian)
- PETROV V.S & M.F. SCHMUTER** 1958. Peculiarities of plague epizootics in the natural foci of different types. *Trans. of Centr. Asian Res. Antiplague Inst.*, Alma-Ata, 4: 3-21. (In Russian)
- SCHWARZ A.V.** 1987. *Fleas of Northern Kirgizia and their significance in plague epizootology*. Essay Cand. Diss., Alma-Ata, 22 pp. (In Russian)
- SCHWARZ A.V. & A.F. LAVRENT'EV** 1961. Concerning the fleas interchange between rodents and feral carnivores in the syrts of Tien Shan. *Trans. Of Centr. Asian Res. Antiplague Inst.*, Alma-Ata, 7: 293-297. (In Russian)
- SØRENSEN Y.** 1948. A new method of equal amplitude in plant sociology based on similarity of a species content and its application to analysis of the vegetation on Danis commons. *Kgl. Dan. vedenskab. selskab biol skr.*, 5: 1-34.
- YAKUNIN B.M., A.V. SCHWARZ & J.S. SLJUNKIN** 1985. On the flea fauna of Talas plague focus. In *Urgent problems of surveillance in the natural plague foci*, Stravopol, 121-122. (In Russian)