

**MARMOT PRESENCE SIGNS AND SPACE STRUCTURE
OF ALPINE MARMOT HABITATS**
**ПРИЗНАКИ ПРИСУТСТВИЯ СУРКОВ И ПРОСТРАНСТВЕННАЯ
СТРУКТУРА МЕСТООБИТАНИЙ АЛЬПИЙСКОГО СУРКА**
**INDICES DE PRÉSENCE ET STRUCTURATION DE L'ESPACE
DES HABITATS DE LA MARMOTTE ALPINE**

R. Ramousse, O. Giboulet, M. Le Berre
Р. Рамюс, О. Жибуле, М. Ле Бэр

Laboratoire de Socioécologie & Conservation, U C B Lyon1,
43 boulevard du 11 novembre 1918, 69622 Villeurbanne France
Лаборатория Социоэкологии и охраны (природы),
Университет им. Клода Бернара, Лион 1, Франция

Abstract

We propose to use a method of sampling signs of alpine marmots to specify spatial organization of different marmot populations in different habitats. Three historical marmot settlements and a recent one (introduction thirty years ago) were sampled. Quadrats (50x50m) were located every 100m along a transect. Frequency and position of presence signs (burrows, external latrines, isolated feces, and soil scratches) were determined in each quadrat. Frequencies of all marmot signs were always the highest in old habitats. However, habitats under tourist or/and farming pressure had a low number of latrines and feces and a high number of soil scratches. The newly colonized habitat was characterized by a low frequency of burrows and scratches and the absence of latrines and feces. The tested sampling method gave a characteristic global picture for each habitat, but did not allow a detailed analysis of their differences. We suggest that spatial organization of re-introduced marmots is the result of a slow colonization of meadows and of a low level of social and territorial competition.

Key-words: *Space structuration, Presence signs, M. marmota*

Резюме

Можно ли определить пространственную организацию различных поселений сурков в различных местообитаниях? Мы предлагаем использовать метод осуществления выборки признаков присутствия этих животных. В качестве примеров взяты три исторических популяции сурков и одна новая (интродуцированная тридцать лет назад). Квадраты (50x50 м) были расположены по трансекте через каждые 100 м. Частота и положение признаков присутствия (норы, внешние уборные, отдельные фекалии и покопки) определялись в каждом квадрате. Частоты всех признаков сурков в старых местообитаниях были всегда самые высокие. Однако, местообитания под прессом туристов и/или сельского хозяйства показали низкое число уборных и фекалий и высокое число покопок. вновь колонизированное местообитание характеризовалось низкой частотой нор и покопок и отсутствием уборных и фекалий. Проверенный метод взятия проб дал характерную общую картину для каждого местообитания, но не позволил сделать детальный анализ их различий. После обсуждения функций различных признаков присутствия сурков, мы предполагаем, что пространственная организация реинтродуцированных животных была результатом медленной колонизации лугов и низкого уровня социальной и территориальной конкуренции.

Ключевые слова: *пространственная структура, признаки присутствия, M. marmota.*

Résumé

Est-il possible de caractériser l'organisation spatiale de différentes populations de marmottes dans différents habitats? Nous proposons une méthode basée sur l'échantillonnage des indices de présence dans trois sites historiques et un site d'introduction récente (30 ans). Des quadrats (50x50 m) ont été localisés, tous les 100 m, le long d'un transect. La fréquence et la position des indices de présence (Terriers, abris, latrines externes, fèces isolées et grattages) ont été déterminés dans chaque quadrat. La fréquence de tous les indices est plus élevée dans les habitats anciens. Cependant, les habitats soumis à une pression touristique ou agricole présentent un nombre plus faible de latrines et de fèces et un nombre de grattages plus élevé. Les habitats nouvellement colonisés sont caractérisés par une fréquence faible de terriers et de grattages et l'absence de latrines et de fèces. La méthode d'échantillonnage testée donne une image globale caractéristique de chaque habitat, mais ne permet pas une analyse détaillée de leurs différences. Cependant, après une discussion des fonctions des différents indices de présence, nous suggérons que l'organisation spatiale des marmottes introduites est le résultat d'une faible colonisation des prairies et d'un faible niveau de compétition sociale et spatiale.

Mots-clés : *Organisation spatiale, indices de présence, M. marmota.*

Introduction

The quality of habitat where organisms live is very important because it affects their subsequent survival and reproductive success (Cody 1985). In territorial animals, a suitable habitat should provide enough resources for all activities required for survival and successful reproduction. The alpine marmot, *Marmota marmota*, a social and territorial species, lives at a high mountain altitude. In these extreme environmental conditions, survival and reproductive success are largely dependent upon ecological and social factors. Marmots appear to be sensitive to sun exposure, slope, plant cover, and anthropogenic pressure (Bassano et al. 1992, Chiesura Corona 1992, Macchi et al. 1992, Allainé et al. 1994). In the French Alps, habitat preference of alpine marmots is based on a combination of ecological factors and they seem to select their habitat according to a nested system (Allainé et al. 1994). But quality of habitat is also the result of the behavioral activities of the marmots, mainly burrowing activity but also scratches, marking, and excreting activities that transform the habitat. Indices of these activities can be sampled easily.

The aim of this paper is to investigate whether a sampling of presence indices of marmots can be used to specify spatial organization of different marmot populations and their evolution. Specifically, is it possible to distinguish habitats with different constraints and history?

Methods

Presence signs

Four kinds of signs were discriminated. Burrows, the most conspicuous presence sign, can be categorized into four types (Bonnet-Arnaud 1996). Principal burrows are characterized by several entrances whereas the occasional shelter presents only one entrance. But we considered every entry to a gallery as a burrow. Near the main burrow system, there were hollows with more than ten feces: the latrines. Burrows and latrines continue to exist for several years, even if they are not occupied by marmots. Their number is linked to the history of the area. Everywhere on the home range, it was possible to find scattered feces (feces) and bare spots of ground corresponding to the scratching activity of marmots (scratches). These two last indices have only seasonal permanence and are linked to current activity of marmots. Distribution of these four indices were detailed in particular home ranges in La Sassiére Reserve (Perrin 1993).

Sampling method

Along a definite line, 50x50m quadrats were located every 100m. In each quadrat, frequency of the four presence indices was recorded. The mean frequency of presence indices for the same number of quadrats was compared in four different sites.

Study sites

Four sites in protected areas were sampled. Three of them (La Sassiére, La Lenta, Prapic) were located in the French Alps and the fourth (Mount Vallier) in the French Pyrenees. Marmot presence was historical in the former and introduced thirty-six years ago in the latter. In all sites, the climate and vegetation are characteristic of high mountains. However, they differ in their altitudinal range. Slopes are more gentle and plant cover greater in La Lenta and in Prapic. Anthropogenic pressure is the result of an important number of hikers on the paths at La Sassiére whereas it is mainly the result of agricultural practices at La Lenta (Hay meadows) and a combination of the two factors at Prapic (farming) as in the Pyrenees (pasturing), but at a much lower level in the last one. Most home ranges overlapped in La Sassiére whereas home range overlapping was less frequent in La Lenta and Prapic and almost absent in Mt. Vallier, characterizing a decreasing demographic pressure. At La Lenta and Prapic, marmots were trapped, especially in the farming zone, to be released in other sites the preceding years. Site characteristics are presented in Table 1.

Characteristics of the four study sites

Table 1.

Site	La Sassiére	La Lenta	Prapic	Mt. Vallier
Location	Savoie	Savoie	Hautes-Alpes	Ariège
Status	Reserve	PNV	PNE	Reserve
Altitude (m)	2300-2600	2100-2400	1600-1700	1900-2500
Orientation	E-W	N-S	SE-NW	N-S
Farming	None	Important	Middle	Median
Trapping	None	Middle	Middle	None
Tourism	Important	Median	Important	Feeble

Results

The example of La Sassiére

In that area, where home ranges frequently overlapped ($10 \pm 4\%$; Allainé et al. 1996), spatial distribution of indices were also recorded in a home range (Perrin 1993). This home range overlapped with six other home ranges. Three zones were defined: the principal burrow zone, the inner zone or non-overlapping zone and the overlap zone. The density of burrows was higher in the principal zone where all the latrines were also concentrated. This explained the positive correlation found between burrows and latrines in the quadrats. But the most interesting fact was the absence of scattered feces in the principal burrow zone and the importance of the number of feces in the overlap zone, suggesting that feces distribution could be the result of territorial marking (Fig. 1).

During the survey in La Sassiére, we observed a territorial competition between a family group and a couple of marmots trying to settle on the border of the family home range. Spatial distribution of indices was recorded before and after competition in the contest zone.

When the couple invaded the contested zone, it dug burrows. Members of the family group took them over and filled up the new burrows. All marmots scratched the soil, jaw-marked it, and scattered feces everywhere. When the couple departed, the number of burrows had decreased strongly in that zone whereas the number of scratches and feces increased strongly (Fig. 2). These observations in an overlap zone and in a contest zone support the hypothesis of territorial marking by feces and by scratches.

Presence signs were extensively recorded (88 quadrats) in all sun exposures in that area (Fig. 3). Frequencies of all indices decreased from the sunny to the shady side, confirming marmot preference for southern or eastern slopes. Presence signs were also related to demographic pressure as the frequencies of marmot settlement in quadrats on north exposures (48%) were lower than on south and thalweg exposures (79 and 71%). In quadrats, frequencies of burrows and of latrines were positively correlated. But scratches were less frequent in thalweg than in the sunny and the shady sides.

Comparison of sampling areas

Marmot behavior varied with habitat history and conditions (Fig. 4). At the same elevation range (2100-2400m), mean indices of presence were maximum in La Sassiére. Marmots filled the whole area and home ranges were generally overlapping. This site can be considered as a reference site: it is an undisturbed habitat at the preferred altitude for marmots, except for an important hiking pressure, mainly on paths.

In La Lenta, the number of signs were reduced except for scratches. This site was under farming pressure mainly in thalweg where marmots were trapped each year and translocated.

At lower altitude, Prapic, the number of burrows and latrines were fewer than at higher altitude, feces were absent but scratches were as important as in La Sassiére and La Lenta.

In the introduction site, Mount Vallier Reserve, only a small number of burrows and scratches occurred, less than in Prapic. Marmots filled only 6% of the available area of the reserve (Nebel et al., this volume).

In all the Alpine sites, presence signs decreased from the sunny side to thalweg and to shady side (Fig. 5-7). Marmots preferred sunny side exposures, especially at high altitude where vegetation on shady slopes is scarce and poor. But local conditions explained differences at La Lenta and Prapic. At these two sites, farming and trapping, mainly restricted to thalweg, decreased marmot demographic pressure and broke up family groups. Almost no principal burrows were found in that area; thus the number of burrows and of latrines was reduced (Fig. 6). But at the same time, thalweg was attractive for transient marmots because the area was unoccupied and also because of the high salt content (fertilizer) and the richer vegetation of the agricultural lands. Marmots tried to colonize that area but anthropogenic and trapping pressure prevented permanent settlements and obliged marmots to occupy the slopes (Fig. 7). No permanent family group inhabited La Lenta and Prapic thalwegs, so there were no latrines, nor feces and only few scratches.

The importance of the number of scratches in La Lenta and in Prapic may be explained by a high social competition due to reconstitution of new family groups following destruction of the constituted groups by trapping.

Discussion

This preliminary qualitative study showed that sampling of marmot presence signs may indicate the spatial organization of marmots in different habitats and enabled us to formulate hypotheses about the function of the different indices.

As burrows are structures with a long permanence, burrow density is not directly linked to the number of marmots but is indicative of the history of the habitat. For example, in an introduction area such as the Mount

Vallier Reserve, the density of burrows is increasing as marmots extend their range in meadows (Giboulet et al. this volume).

Latrines and feces decreased or disappeared when there was little or no home range overlapping. Latrines and feces could be signs of a current high inter-group competition (high density of marmots) and could have a territory marking function.

Scratches increased particularly when group composition was changing and could be signs of high intra-individual social competition.

Spatial behavior of introduced animals might be the result of a low level of social and territorial competition. More data and statistical analysis are needed to characterize specific areas with marmot presence indices.

REFERENCES / ЛИТЕРАТУРА

- Allainé D., I. Rodrigue, M. Le Berre & R. Ramousse. 1994. Habitat preferences of alpine marmots, *Marmota marmota*. *Can. J. Zool.* 72:2193-2198.
- Bassano B., I. Grimod & V. Peracino. 1992. Alpine marmot (*Marmota marmota*) distribution in the Aosta Valley and suitability analysis. Pp. 111-114 In B. Bassano, P. Durio, U. Orsi & E. Macchi eds., *Proceedings of 1st Int. Symp. On Alpine Marmot and gen. Marmota*. Torino.
- Bonnet-Arnaud P. 1996. Rôle des terriers dans l'organisation spatiale de la marmotte alpine (*Marmota marmota*, Linné 1758). Exemple d'un groupe familial de Haute-Maurienne. *Rapport DEA Analyse et modélisation des systèmes biologiques*, Lyon I.
- Cody M. ed. 1985. Habitat selection in birds. Academic Press, London.
- Chiesura Corona M. 1992. Observations on distribution and abundance of the alpine marmot (*Marmota marmota* L.) in the territory of Belluno (south-eastern Alps). Pp. 117-121 In B. Bassano, P. Durio, U. Orsi & E. Macchi eds., *Proceedings of 1st Int. Symp. on Alpine Marmot and gen. Marmota*. Torino.
- Giboulet O., S. Louis, Yu. Semenov & R. Ramousse. In Press. Colonization process after (re)introduction in alpine marmot (*Marmota marmota*). *This volume*.
- Macchi E., B. Bassano, P. Durio, M. Tarantola & A. Vita. 1992. Ecological parameters affecting the settlement's choice in alpine marmot (*Marmota marmota*). Pp. 123-127 In B. Bassano, P. Durio, U. Orsi & E. Macchi eds., *Proceeding of 1st Int. Symp. on Alpine Marmot and gen. Marmota*. Torino.
- Nebel D., O. Giboulet & R. Ramousse. In Press. Alpine marmot colonization of the state Reserve of Mount Vallier from 1961 to 1997. *This volume*.
- Perrin C. 1993. Organisation socio-spatiale et distribution des activités chez la marmotte alpine (*Marmota marmota* Linné 1758). Thèse doctorat, Paris 7.

FIGURES / РИСУНКИ

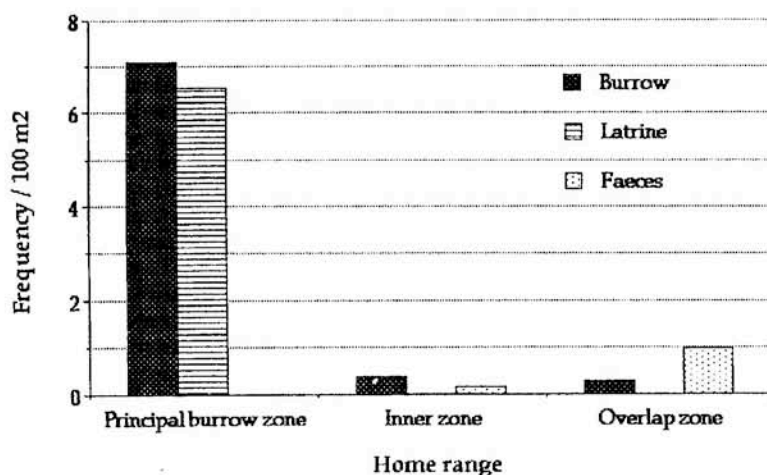


Fig. 1. Distribution of presence signs in a home range (La Sassiére).

Рис. 1. Распределение признаков присутствия сурков на семейном участке (La Sassiére).

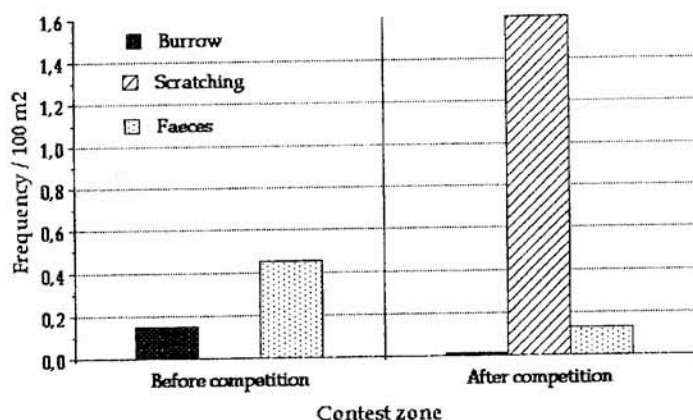


Fig. 2. Distribution of presence signs in a contest zone.

Рис. 2. Распределение признаков присутствия сурков в зоне конкуренции.

Fig. 3. Density of presence signs in La Sassiére.

Рис. 3. Плотность признаков присутствия сурков в La Sassiére.

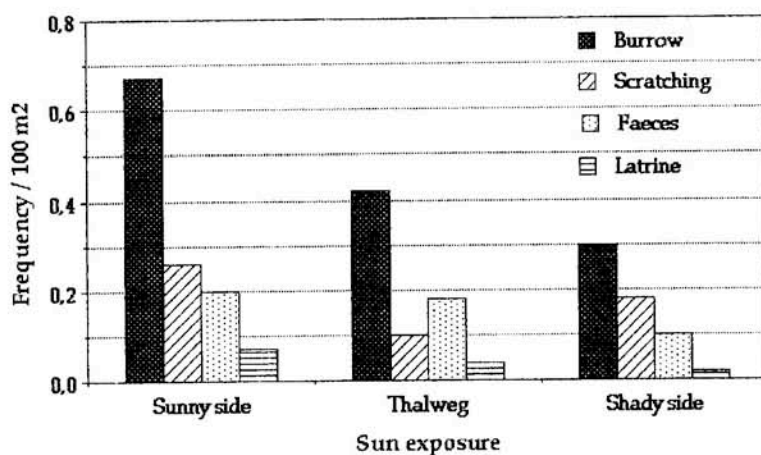


Fig. 4. Comparison of the density of presence signs in the four study areas.

Рис. 4. Сравнение плотности признаков присутствия на четырех пробных площадях.

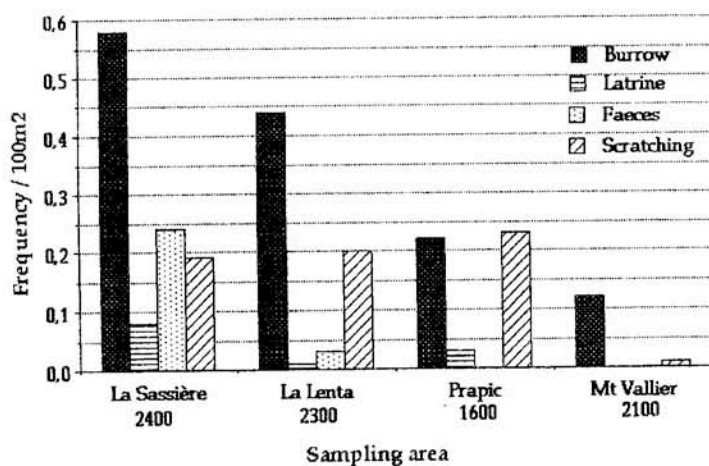


Fig. 5. Presence signs on the sunny slopes.

Рис. 5. Признаки присутствия сурков на солнечных склонах.

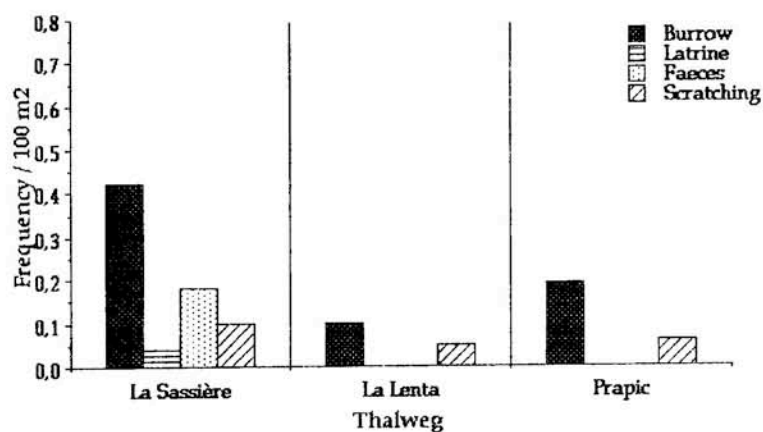
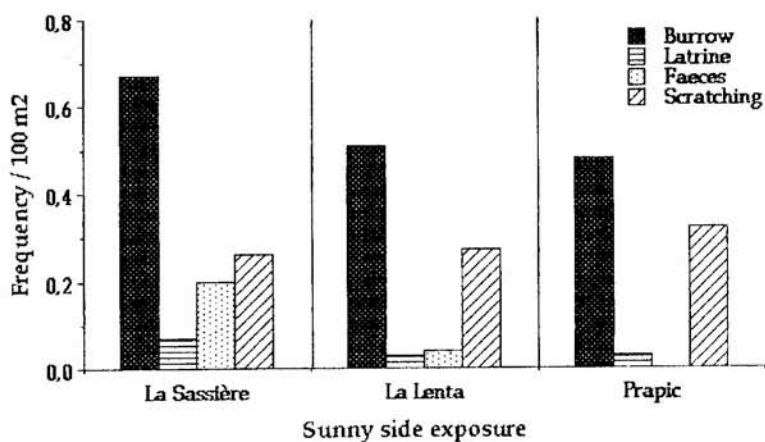
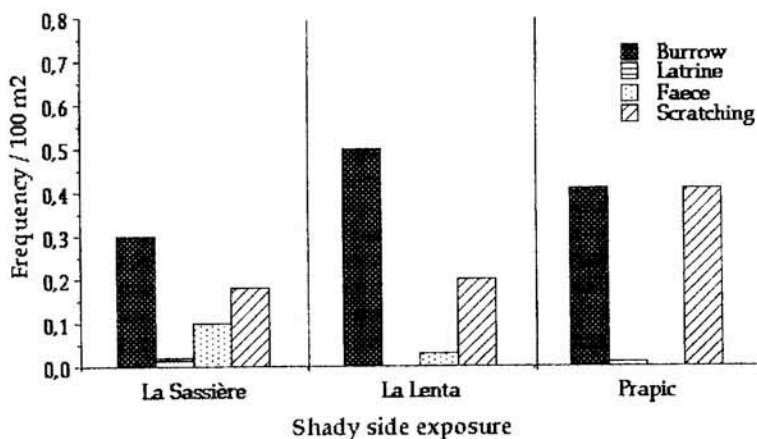


Fig. 6. Presence signs on the thalweg.

Рис. 6. Признаки присутствия сурков по тальвегам.

Fig. 7. Presence signs on the shady slopes.

Рис. 7. Признаки присутствия сурков на теневых склонах.



Translated into Russian by V.Yu. Rumiantsev
Перевод на русский язык В.Ю. Румянцева

Введение

Качество местообитаний, где живут организмы, очень важно, потому что воздействует на их последующее выживание и репродуктивный успех (Cody, 1985). У территориальных животных подходящие местообитания должны обеспечить достаточно ресурсов для всех действий, требуемых для выживания и успешного воспроизводства. Альпийский сурок *Marmota marmota*, социальный и территориальный вид, живет в горах на большой высоте. В этих экстремальных условиях окружающей среды выживание и репродуктивный успех в значительной степени зависят от экологических и социальных факторов. Сурки, как кажется, чувствительны к солнечной экспозиции, крутизне склонов, растительному покрову и антропогенному прессу (Bassano et al., 1992; Corona, 1992; Macchi et al., 1992; Allaine et al., 1994). Во Французских Альпах предпочтения альпийским сурком местообитаний основаны на комбинации экологических факторов, и сурки, казалось, выбирали местообитания в соответствии с системой норения (Allaine et al., 1994). Но качество местообитания - также результат поведения сурков, главным образом, роющей деятельности, но также маркировки и выделения экскрементов, которые преобразуют исходный биотоп. Индексы перечисленных форм активности могут быть легко определены.

Цель нашей работы состоит в том, чтобы установить, можно ли выбрать индексы присутствия сурков, для определения пространственной организации различных популяций и их развитие. В особенности, возможно ли отличить местообитания с различными лимитирующими факторами и историей?

Методы

Признаки присутствия

Различалось четыре вида признаков. Норы, наиболее заметный признак присутствия, могут быть отнесены к четырем типам (Bonnet-Arnaud, 1996). Основные норы характеризуются несколькими входами, тогда как защитные имеют только один вход. Но мы учитывали каждый вход системы нор как отдельную нору. Около главной системы нор имелись пустоты с более чем 10 фекалиями - уборные. Норы и уборные существуют долго - несколько лет, даже если они не используются сурками. Их число связано с историей территории. Всюду на семейных участках сурков было можно найти рассеянные фекалии и голые пятна земли, соответствующие их пометам. Эти два последних индекса имеют только сезонное постоянство и связаны с фактической активностью сурков. Распределение этих четырех индексов было детализировано на конкретных семейных участках сурков в заповеднике *La Sassiére* (Perrin, 1993).

Метод взятия проб

На определенной линии были заложены квадраты 50x50 м через каждые 100 м. В каждом квадрате, регистрировалась частота каждого из четырех индексов присутствия. Средняя частота индексов присутствия одинакового числа квадратов сравнивалась для четырех различных участков.

Участки исследований

Были обследованы четыре участка на охраняемых территориях. Три из них (*La Sassiére*, *La Lenta*, *Prapic*) расположены во Французских Альпах, а четвертый (*Mount Vallier*) - во Французских Пиренеях. Присутствие сурков было историческим на трех первых участках и результатом интродукции тридцать шесть лет назад - на последнем. На всех участках климат и растительность - высокогорные. Однако, они

СУРКИ ГОЛАРКТИКИ КАК ФАКТОР БИОРАЗНООБРАЗИЯ

Р. Рамюс и др. ПРИЗНАКИ ПРИСУТСТВИЯ СУРКОВ ...

различаются в соответствии с диапазоном высот. Склоны более пологие и покрытие растительности выше в *La Lenta* и в *Prapic*. Антропогенный пресс - результат значительного числа туристов на тропах в *La Sassiere*, тогда как в *La Lenta* это - главным образом результат сельскохозяйственной деятельности (сенокосение) - и комбинация из двух факторов в *Prapic* (фермерское хозяйство) и в Пиренеях (пастбища скота), но на гораздо более низком уровне в последнем случае. Большинство семейных участков сурков в *La Sassiere* перекрываются, тогда как наложение семейных участков было менее частым в *La Lenta* и *Prapic* и почти отсутствовало в *Mt. Vallier*, что отражает уменьшение демографического давления. В *La Lenta* и *Prapic* сурков отлавливали живоловками, особенно на сельскохозяйственных землях, чтобы впоследствии выпустить их на других участках. Каждый участок характеризовался следующими показателями (табл. 1).

Таблица 1.

Характеристики участков исследований

Участок	La Sassiere	La Lenta	Prapic	Mt. Vallier
Местоположение	Savoie	Savoie	Hautes-Alpes	Ariege
Статус	Заповедник	Нац. парк Vanoise	Нац. парк Ecrins	Заповедник
Высота, м.	2200-2400	2100-2400	1600	1900-2500
Ориентация	В-З	С-Ю	ЮВ-СЗ	С-Ю
Сельское хозяйство	Нет	Значительно	Средне	Средне
Отлов	Нет	Средне	Средне	Нет
Туризм	Значительно	Среднее	Значительно	Мало

Результаты

Пример La Sassiere

В той области, где семейные участки часто перекрываются ($10 \pm 4\%$; Allaine et al., 1996), пространственное распределение индексов на семейном участке также регистрировалось (Perrin, 1993). Этот семейный участок перекрывался с шестью другими. Были определены три зоны: зона вокруг основной норы, внутренняя зона, или зона без перекрытий, и зона наложения участков. Плотность нор оказалась выше в основной зоне, где также были сконцентрированы все уборные. Это объясняло обнаруженную положительную корреляцию между норами и уборными в квадратах. Но наиболее интересным фактом было отсутствие рассеянных фекалий в зоне основной норы и большое их число в зоне перекрытия, что позволяет предположить, что распределение фекалий могло бы быть результатом маркировки территории. (рис. 1).

За время работы в *La Sassiere* мы наблюдали территориальную конкуренцию между семейной группой и парой сурков, пытающихся поселиться на границе семейного участка, и было зарегистрировано пространственное распределение индексов до и после конкурентных взаимоотношений в зоне конкуренции.

Когда пара проникла в оспариваемую зону, она вырыла норы. Члены семейной группы вытеснили их и заняли новые норы. Все сурки делали покопки, маркировали их и рассеивали всюду фекалии. Когда пара вселенцев была изгнана, число нор в этой зоне сильно уменьшилось, принимая во внимание, что число покопок и фекалий сильно увеличилось (рис. 2). Эти наблюдения в зоне перекрытия и в зоне конкуренции подтверждают гипотезу маркировки территории фекалиями и покопками.

Признаки присутствия сурков широко зарегистрированы (88 квадратов) на склонах всех экспозиций в этой области (рис. 3). Частоты всех индексов уменьшались от солнечной к теневой стороне, подтверждая предпочтение сурками южных или восточных склонов. Признаки присутствия были также связаны с демографическим давлением, поскольку частоты поселения сурков в квадратах северной экспозиции (48%) оказались более низкими, чем на южных склонах и по тальвегам (79 и 71%). В квадратах частоты нор и уборных имели положительную корреляцию. Но покопки были менее частыми по тальвегам, чем на солнечной и теневой сторонах склонов.

Сравнение пробных площадей

В одном и том же высотном диапазоне (2100-2400 м) средние индексы присутствия были максимальны в *La Sassiere*. Сурки занимали всю территорию, и семейные участки, как правило, перекрывались. Эта область может рассматриваться как модельная территория: ненарушенное