

А.И.Удовиков, Н.В.Попов, Л.В.Самойлова, С.И.Толоконникова

КЛИМАТ И ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭКОСИСТЕМ НА ПРИМЕРЕ ПРИРОДНЫХ ОЧАГОВ ЧУМЫ ЮГО-ВОСТОКА РОССИИ

ФКУЗ «Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб», Саратов

Рассмотрено влияние современного потепления климата и некоторых других факторов на природные очаги чумы европейского юго-востока России. Проанализированы основные механизмы трансформации биоценотической структуры природно-очаговых комплексов. Показано, что вследствие дальнейшего потепления климата сохранится тенденция постепенной смены доминирующих видов носителей, в результате чего продолжится экспансия полигостальных природных очагов чумы полупустынного типа.

Ключевые слова: природный очаг чумы, потепление климата, антропогенное воздействие, носители чумы.

A.I.Udovikov, N.V.Popov, L.V.Samoilova, S.I.Tolokonnikova

Climate and Transformation of Ecosystems by the Example of Natural Plague Foci of South-East of Russia

Russian Research Anti-Plague Institute "Microbe", Saratov

Shown was the influence of modern day warming and some other factors on natural plague foci of the European South-East of Russia. Analyzed were the basic mechanisms of transformation of biocenotic structure of natural foci complexes. It was shown that the tendency of gradual change of dominant carriers species would be preserved due to further warming of climate. As a result, the expansion of polyhostal natural foci of plague of semidesert type would be continued.

Key words: natural plague focus, climate warming, human intervention, plague carriers.

Природные очаги чумы представляют собой частный случай биогеоценотической структуры Земли. Биосфера, одна из основ этой структуры, обладает определенным гомеостазом: средняя приземная температура на протяжении почти 4 млрд лет составляет около 15 °С с амплитудой 5 °С.

В настоящее время скорость роста приповерхностной температуры не менее чем в 200 раз превышает те скорости, о которых известно по палеоклиматическим реконструкциям, что приводит к разбалансировке климатической системы, в результате чего биоценозы испытывают беспрецедентный антропогенный пресс, при этом наиболее существенным фактором является сокращение биоразнообразия. Именно оно определяет потенциал адаптации биоты в целом к изменяющимся условиям ее существования.

В последние десятилетия степные и полупустынные экосистемы претерпели существенные изменения, которые в определенной степени изменили сложившиеся представления о биоценотической структуре природных очагов чумы.

Материалы и методы

Использованы собственные материалы, полученные при проведении эколого-эпизоотологического обследования Прикаспийского песчаного, Прикаспийского Северо-Западного степного, Волго-Уральского степного очагов чумы в 1980–2006 гг., а также архивные материалы Астраханской, Элистинской и Дагестанской противочумных стан-

ций за период 1945–2010 гг., данные банка унифицированных документов РосНИПЧИ «Микроб» с 1977 по 1993 год. При определении численности мелких млекопитающих применялись методы, рекомендованные к использованию в противочумных учреждениях России [7].

Результаты и обсуждение

Природные очаги чумы представляют собой пример саморегулирующейся динамической экосистемы с определенным набором биотических и абиотических составляющих. За последнее столетие возникли беспрецедентные обстоятельства, ведущие к деструктуризации очаговых комплексов. Изменения климата, несомненно, могут влиять как на границы ареалов возбудителя (в частности чумы), его носителей, так и на общий характер размещения очагов внутри ареала. В конечном итоге, распространение возбудителя, как и любого другого биологического вида, зависит от наличия необходимых для него условий, которые складываются под влиянием типично зональных, интразональных и экстразональных явлений и их сочетаний [6]. Это определяет неравномерность и мозаичность природных очагов. При этом смена природно-очаговых комплексов скорее закономерность, чем исключение.

По некоторым данным, в прошлом на территории Средней и Юго-Восточной Европы существовал обширный природный очаг чумы [14]. Еще несколько десятков лет назад на территории современной Волгоградской, Ростовской, Саратовской областей

отмечались как эпизоотические, так, местами, и эпидемические проявления чумы. Современная северо-западная граница эпизоотий сдвинулась на несколько сотен километров к югу. Интересно, что северо-восточные, азиатские границы энзоотии чумы, по крайней мере, по факту новых обнаружений микроба расширяются. Несомненно, на современном этапе природные очаги чумы, как и прочие биосистемы, претерпевают значительные структурные изменения. Частично это объясняется прямым антропогенным воздействием.

Так, по состоянию на 2001 г. в Республике Калмыкия в различной степени сбой находилось 77 % пастбищ. Из них 55 % – на стадии сильного и очень сильного сбоя [2]. Пастбищная дигрессия привела к нивелировке комплексности растительного покрова. В результате активизировались эрозионные процессы, засоление, заболачивание и подтопление. С 1990 по 1995 год площадь подтопленных и заболоченных пастбищ увеличилась более чем в 5 раз [4]. Ширина фильтрационных потерь вдоль оросительных каналов достигает 2–3 км, в результате чего происходит накопление солей в верхних почвенных горизонтах, что вызывает галофитизацию растений. За последние 10 лет экосистемы Калмыкии претерпевают экспансию таких видов, как солянки древовидная (*Salsola arbuscula*) и мясистая (*S. crassa*), тамарикс многоветвистый (*Tamarix sp.*).

При прогнозе климатических условий Прикаспийского региона с помощью моделей общей циркуляции атмосферы [15] показано, что при удвоении концентрации углекислого газа в атмосфере ожидаемое увеличение сумм среднесуточных положительных температур воздуха может составить в среднем от 35 до 51 %, изменение сумм годовых осадков – от –3 до +21 %. Коэффициенты увлажнения (отношение годовой суммы осадков к испаряемости) уменьшаются на 10–26 % в зависимости от климатической модели и наблюдается некоторое продвижение зоны пустыни к северу за пределы южной границы степной зоны; гидротермические же коэффициенты (отношение суммы осадков за период со среднесуточными температурами воздуха выше 10 °С к сумме среднесуточных температур воздуха за то же время) меняются по разным сценариям от –12 до +10 %.

Аридизация экосистем отразится прежде всего на фитоценозах. При смене засушливых и сухих степных экосистем опустыненными следует ожидать уменьшения общей фитомассы примерно в 4 раза (до 9 т/га), общего проективного покрытия растительности в 2–2,5 раза (до 30–40 %), числа видов на 1 м² в 4 раза [11]. При движении с севера на юг для степей характерны следующие закономерности: травостой все более разреживается, уменьшается число двудольных растений, усиливается роль однолетников, уменьшается число широколистных злаков, сменяется ряд ковылей – от крупнодерновинных до мелкодерновинных, уменьшается видовое разнообра-

зие, увеличивается относительная масса подземных частей растений в сравнении с надземной, сезонная динамика растительного покрова становится все более аритмичной [8]. Кроме того, аридизация климата приводит к увеличению воздействия на экосистемы пирогенного фактора. Под воздействием огня происходит изменение конкурентной способности различных видов растений. Полукустарнички, почки которых расположены над почвой, повреждаются огнем сильнее, чем травянистые растения [13]. Изменение фитоценозов неизменно влечет за собой смену фаунистического комплекса.

Одна из наиболее значимых для степных экосистем группа – грызуны, среди которых, в свою очередь, ведущую роль в природной очаговости чумы играл малый суслик (*Spermophilus pygmaeus*). Однако в последнее время доминирующее значение постепенно приобретают мелкие песчанки (*Meriones meridianus*, *M. tamariscinus*) и мышевидные грызуны. При этом уровень плотности и динамика численности малого суслика после снижения интенсивности сельскохозяйственной деятельности определяются главным образом первичными природными факторами, то есть влиянием климатических условий.

На территории Нижнего Поволжья в период с 70-х годов по настоящее время отмечено превышение среднегодовой температуры над климатической нормой на 0,6 °С, с одновременным направленным увеличением годовых сумм осадков [10].

В Саратовской области, на северной границе ареала малого суслика, в 60–70-х годах двадцатого столетия в Заволжье наибольшая плотность поселений малого суслика отмечена на территории Перелюбского района (северо-восток Саратовской области), где среднее количество нор на 1 га достигало 350; максимальное – 728. Однако в 80–90-х годах прошлого столетия в условиях комплексного негативного влияния антропогенных и климатических факторов показатели фоновой численности зверьков значительно снизились [9]. В Александрово-Гайском районе в 2001 г. плотность этого вида достигала 21,2 особей на 1 га, при среднем значении 6,0. Рекогносцировочное обследование 2003–2004 гг. показало резкое падение численности до единичных особей.

На юге Волгоградской области, где в настоящее время земледелием занято до 80–90 % земель, площадь поселений малого суслика за период 1933–1956 гг. сократилась, по меньшей мере, в 10 раз [1]. Учетные данные 1993–1999 гг. показали среднюю плотность в 11–20 ос/га. Однако за счет гибели особей в результате засухи к весне 1999 г. площади с высокой плотностью поселений малого суслика сократились в сравнении с 1998 г. с 48,6 до 34,4 % [3].

Рекогносцировочные обследования этой территории и смежных районов Ростовской области в 80–90-х годах прошлого столетия показали, что уровень численности малого суслика к северу от Цимлянского водохранилища повсеместно характеризуется очень низкими показателями. Подобные же данные полу-

чены при изучении современного состояния зоны контакта ареалов малого и крапчатого сусликов на территории от Волги до Северского Донца [5].

По данным Элистинской ПЧС, в конце 80-х – начале 90-х годов прошлого столетия плотность малого суслика в различных ландшафтных регионах составляла в большинстве случаев около 10–15 ос/га. На территории Терско-Кумского междуречья в 1979 г. общая площадь сохранившихся поселений сусликов не превышала 1 млн га, из которых 92,3 % было заселено с плотностью менее 1 зверька на 1 га; 6,6 % – менее 5 ос/га и лишь 1,1 % – с плотностью 6–10 ос/га и более.

К 1984 г. площадь поселений сусликов сократилась здесь до 211 тыс. га, из которых 94,1 % было заселено сусликами с плотностью 0,01–0,5 ос/га. В последующий период популяции малого суслика продолжали оставаться в состоянии глубокой депрессии. Аналогичная ситуация отмечена и на смежной территории Калаусско-Кумского междуречья, что указывает на наличие тенденции расширения современной западной границы Прикаспийского песчаного очага. Существенно, что синхронное падение численности малого суслика в этот период имело место также в Ногайской степи Дагестана, на Черных землях в Калмыкии, в Волго-Уральском междуречье в среднем до 5 ос/га. Эта тенденция в настоящее время прослеживается в пределах всего ареала.

Причины этого явления, очевидно, многофакторные: изменение фитоценоза (меняются качественное и количественное состояние кормовых ресурсов, степень покрытия и высота травостоя становятся некомфортными для обитания); изменение эдафических факторов: структуры и химизма почв, колебания уровня грунтовых вод. Распашка земель в свое время, несомненно, отрицательно сказалась на численности малого суслика. Однако следует отметить, что значительная часть популяции этого вида всегда обитала в малопродуктивных для земледелия степях. Также нельзя считать решающим фактором в ограничении численности и непосредственное уничтожение малого суслика как носителя чумы. Несмотря на огромные масштабы дератизации популяции смогли сохранить потенциал для восстановления и стабилизации вида. Одной из причин снижения численности малого суслика может явиться подъем уровня грунтовых вод, как следствие – меньшая глубина залегания в спячку и вымерзание. Помимо того, это ведет к засолению почв, т.е. уменьшению биотопов, пригодных для рытья нор.

Далее, несомненно, непосредственное влияние климатических факторов и их флуктуаций на популяционную экологию любого вида. Из всего многообразия возможных схем такого воздействия нагляднее всего выглядят фенологические наблюдения. Так, на территории Республики Калмыкия наметилась тенденция более раннего пробуждения малого суслика: если 15–20 лет назад этот процесс начинался во 2–3 декадах апреля и даже в марте, то в последние годы

это происходит в 1–2 декадах февраля, а в 2000 г. – в 3 декаде января. Все это отрицательно сказывается на состоянии популяции этого вида. В целом, температурные отклонения от нормы в период 1995–2004 гг. на территории Калмыкии составили в январе от –0,2 до +5,2 °С; в феврале от +0,4 до +8,6 °С; в марте от +1,0 до +5,4 °С. Одним из механизмов развившейся глубокой депрессии численности зверьков явилась высокая смертность молодняка в результате часто повторявшихся сильных весенне-летних засух.

В итоге следует констатировать, что на фоне глобальных изменений климатических факторов происходит в первую очередь существенная трансформация структуры биоценозов (в том числе природно-очаговых), которая в силу своих беспрецедентных темпов может привести к дестабилизации экосистемы в целом. При этом нарушается целый ряд общебиологических законов. Это закон внутреннего динамического равновесия, при котором любое изменение среды неизбежно приводит к развитию природных цепных реакций, идущих в сторону нейтрализации произведенного изменения, или формированию новых природных систем, образование которых при значительных изменениях среды может принять необратимый характер [12]. При этом даже слабое воздействие или изменение одного из показателей может вызвать сильные отклонения в других и во всей системе. При нестабильном состоянии любой популяции, снижающей численность, достаточно изъять 10 % особей для ее уничтожения (правило десяти процентов). А чтобы вывести природную систему из равновесного (квазистационарного) состояния, достаточно изменить ее энергетику в пределах 1 %. Глобальная же природная, или природно-антропогенная катастрофа (в том числе и резкое изменение климата) приводит к существенным эволюционным перестройкам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агафонов А.В. Сокращение поселений и численности малого суслика на юге Волгоградской области под влиянием развития земледелия. Пробл. особо опасных инф. 1969; 3(7):191–3.
2. Бакинова Т.И., Борликов Г.М., Джапова Р.Р. и др. Кормовые ресурсы сенокосов и пастбищ Калмыкии. Ростов н/Д; 2002. 184 с.
3. Денисов П.С., Тихонов Н.Г., Ларионов Г.М. и др. Современное состояние численности малого суслика на энзоотичной по чуме территории заволжских районов Волгоградской области в связи с антропогенным преобразованием ландшафта. В кн.: Природно-очаговые инфекции в Нижнем Поволжье. Волгоград; 2000. С. 63–70.
4. Джапова Р.Р. Современное состояние пастбищных экосистем республики Калмыкия. В кн.: Биоресурсы и биоразнообразие экосистем Поволжья: прошлое, настоящее, будущее. Саратов; 2005. С. 17–9.
5. Ермаков О.А., Титов С.В., Быстракова Н.В. Сведения о современном состоянии зоны контакта ареалов малого (*Spermophilus pygmaeus* Pallas, 1778) и крапчатого сусликов (*S. suslicus* Guldenstaedt, 1770) в Поволжье. В кн.: Биоресурсы и биоразнообразие экосистем Поволжья: прошлое, настоящее, будущее. Саратов; 2005. С. 153–4.
6. Коренберг Э.И. Основы современных представлений о природной очаговости болезней. РЭТ-инфо. 2000; 1:18–20.
7. Методические указания по отлову, учету и прогнозу численности мелких млекопитающих и птиц в природных очагах инфекций. М.; 2002. 71 с.
8. Мордкович В.Г. Степные экосистемы. Новосибирск: Наука; 1982. 260 с.

9. *Опарин М.Л., Опарина О.С.* Эколого-историческая характеристика степей Волго-Уральского междуречья. В кн.: Биоресурсы и биоразнообразие экосистем Поволжья: прошлое, настоящее, будущее. Саратов; 2005. С. 34–8.

10. *Опарин М.Л., Опарина О.С.* Изменение ареалов сусликов (*Citellus pygmaeus* Pall., *C. major* Pall., *C. fulvus* Licht.) в Саратовском Заволжье на протяжении двадцатого столетия. В кн.: Вопросы степеведения. Оренбург; 2000. С. 137–42.

11. *Работнов Т.А.* Экспериментальная фитоценология. М.: Наука; 1998. 240 с.

12. *Реймерс Н.Ф.* Природопользование. М.: Мысль; 1990. 637 с.

13. *Сажин А.Н.* Природно-климатический потенциал Волгоградской области. Научное исследование природно-климатических ресурсов области за 100-летний период. Волгоград; 1993. 28 с.

14. *Супотницкий М.В., Супотницкая Н.С.* Очерки истории чумы. М.: Вузовская книга; 2006. 694 с.

15. *Шумова Н.А.* Оценка воздействия возможных изменений климата на динамику гидротермических условий Прикаспийского региона. В кн.: Биоресурсы и биоразнообразие экосистем Поволжья: прошлое, настоящее, будущее. Саратов; 2005. С. 72–5.

References (Presented are the Russian sources in the order of citation in the original article)

1. *Agaphonov A.V.* [Decrease in the number and settlements of little souslik under the influence of agriculture development at the South of Volgograd Region]. *Probl. Osobo Opasn. Infek.* 1969; 3(7):191-3.

2. *Bakinova T.I., Borlikov G.M., Dzhapova R.R. et al.* [Food Resources of Kalmykia's Hay Lands and Pastures]. Rostov-on-Don; 2002. 184 p.

3. *Denisov P.S., Tikhonov N.G., Larionov G.M. et al.* [Modern state of a number of little souslik at enzootic plague territory in Volgograd regions (Trans-Volga areas) due to anthropogenic change of landscape]. In: [Natural Focal Infections in the Lower Volga Region]. Volgograd; 2000. P. 63–70.

4. *Dzhapova R.R.* [The modern state of pasturable ecosystems in the Republic of Kalmykia]. In: [Bioresources and Biodiversity. Ecosystem of the Volga Region. Past, Present and Future]. Saratov; 2005. P. 17–9.

5. *Ermakov O.A., Titov S.V., Bystrakova N.V.* [Information about the current situation of contact areas of little souslik (*Spermophilus pygmaeus* Pallas, 1778) and spotted souslik (*S. suslicus* Guldenstaedt, 1770) in Povolzh'e]. In:

[Bioresources and Biodiversity. Ecosystem of the Volga Region. Past, Present and Future]. Saratov; 2005. P. 153–4.

6. *Korenberg E.I.* [Population principles in research into natural focal-ity of zoonoses]. *RAT-Info.* 2000; 1:18–20.

7. [Methodic instructions for catching, counting and prognosis of a number of small mammals and birds in natural foci of infections]. М.; 2002. 71 p.

8. *Mordkovich V.G.* [Desert Ecosystems]. Novosibirsk: Nauka; 1982. 260 p.

9. *Oparin M.L., Oparina O.S.* [Ecological and historical characteristics of deserts in Volgo-Ural interstream area]. In: [Bioresources and Biodiversity. Ecosystem of the Volga Region. Past, Present and Future]. Saratov; 2005. P. 34–8.

10. *Oparin M.L., Oparina O.S.* [Area changes of sousliks (*Citellus pygmaeus* Pall., *C. major* Pall., *C. fulvus* Licht.) in Zavolzh'e, region of Saratov, throughout the 20th century]. In: [Problems of Steppe Research]. Orenburg; 2000. P. 137–42.

11. *Rabotnov T.A.* [Experimental Phytocenology]. М: Nauka; 1998. 240 p.

12. *Reimers N.F.* [Management of Natural Resources]. М.: Mysl'; 1990. 637 p.

13. *Sazhin A.N.* [Natural and Climatic Potential of Volgograd Region. Research Investigation of Natural and Climatic Resources of the Region for the Period of 100 Years]. Volgograd; 1993. 28 p.

14. *Supotnisky M.V., Supotnitskaya N.S.* [Outline of Plague History]. М.; 2006. 694 p.

15. *Shumova N.A.* [Assessment of impact of possible climate changes to dynamics of hydrothermal conditions in the Caspian region]. In: [Bioresources and Biodiversity. Ecosystem of the Volga Region. Past, Present and Future]. Saratov; 2005. P. 72–5.

Authors:

Udovikov A.I., Popov N.V., Samoilova L.V., Tolokonnikova S.I. Russian Research Anti-Plague Institute "Microbe". 46, Universitetskaya St., Saratov, 410005, Russia. E-mail: rusrapi@microbe.ru

Об авторах:

Удовиков А.И., Попов Н.В., Самойлова Л.В., Толоконникова С.И. Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб». 410005, Саратов, ул. Университетская, 46. E-mail: rusrapi@microbe.ru

Поступила 24.02.11.