Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт биологических проблем Севера
Дальневосточного отделения Российской академии наук

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Научно-исследовательский центр «Арктика»
Дальневосточного отделения Российской академии наук

Государственный природный заповедник «Магаданский»

Federal State Budgetary Institution of Science
Institute of Biological Problems of the North
Far East Branch of the Russian Academy of Sciences

Federal State Budgetary Institution of Science
Scientific Research Center "Arktika"
Far East Branch of the Russian Academy of Sciences

State Natural Reserve "Magadansky"

Биологические проблемы Севера

Материалы международной научной конференции, посвященной памяти академика В. Л. Контримавичуса

(Магадан, 18–22 сентября 2018 г.)

Biological Problems of the North

The Materials of International Scientific Conference dedicated to Academician V. L. Kontrimavichus

(Magadan, 18–22 September 2018)

Магадан, 2018
Magadan, 2018

Biological Problems of the North.
The Materials of International Scientific Conference dedicated
to Academician V. L. Kontrimavichus / ed. by E. V. Khamenkova
Magadan : IBPN FEB RAS, 2018. 514 p.

ВИДОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ СЕЗОННОЙ ДИНАМИКИ ГУМОРАЛЬНОГО ИММУНИТЕТА У КРАСНОЙ И КРАСНО-СЕРОЙ ПОЛЕВОК (род *Clethrionomys*) В УСЛОВИЯХ ЭКСПЕРИМЕНТА

Л. Б. Кравченко
Томский государственный университет, Томск;
e-mail: kravchenkolb@mail.ru

Сезонную (май – август) изменчивость гуморального иммунного ответа на нереплицируемый антиген (бараньи эритроциты) исследовали у красной (*Clethrionomys rutilus* Pall., 1779) и красно-серой полевок (*Cl. rufocanus* Sund., 1846–1847). Объектом исследования были виварные животные в возрасте 40 и 60 дней, полученные от самок, изъятых из естественной среды. Работы проводили с 2005 по 2017 г. При отсутствии половых особенностей гуморального иммунитета у обоих видов были обнаружены значимые межвидовые различия. Особи красной полевки обеих возрастных групп, вне зависимости от сроков рождения, демонстрировали более высокий уровень иммунореактивности. Изменчивость показателя в зависимости от сроков рождения у обоих видов отсутствовала в возрасте 40 дней и была значительна в 2-месячном возрасте. Картина сезонной динамики имела видовую специфику. У красной полевки зверьки, родившиеся в мае и августе, отличались максимальной иммунореактивностью. У красно-серой полевки особи, родившиеся в конце репродуктивного сезона, напротив, выделялись крайне низким уровнем гуморального иммунитета. Можно предположить, что осенний подъем иммунитета, характерный для красной полевки, это адаптация, направленная на противодействие иммуносупрессивному воздействию стресса, обусловленного неблагоприятными условиями среды. С одной стороны, различная реакция на условия среды может отражать видовые различия уровня ресурсного обеспечения иммунной функции. С другой – выявленная нами осенняя иммуносупрессия красно-серой полевки, возможно, затрагивает только гуморальное звено иммунитета и не касается клеточного.

SPECIES SPECIFIC CHARACTERISTICS OF SEASONAL DYNAMICS OF HUMORAL IMMUNITY IN TWO *CLETHRIONOMYS* SPECIES: AN EXPERIMENTAL STUDY

L. B. Kravchenko
National Research Tomsk State University; e-mail: kravchenkolb@mail.ru

We studied seasonal variation (May – August) of the humoral immune response to non-replicating antigen (sheep erythrocytes) in the northern red-backed (*Clethrionomys rutilus* Pall., 1779) and grey-sided voles (*Cl. rufocanus* Sund., 1846–1847). We used 40- and 60-day old voles birthed in vivarium from females captured in the field. We conducted experiments from 2005 to 2017. We found no sex-associated differences in these species, but we observed significant interspecific differences. *Cl. rutilus* (all groups) had a higher level of immunoreactivity than *Cl. rufocanus*. In both species, 40-day old animals had no significant relationships between the level of immunoreactivity and period of birth. However, high significant relationships between these parameters were in 60-day voles. The seasonal variation of immunoreactivity depended on species. In *Cl. rutilus*, May- and August-birthed individuals had maximal level of immunoreactivity. In August-birthed individuals of *Cl. rufocanus*, there was minimal level of this parameter. We assume that increasing of immunoreactivity of *Cl. rutilus* in autumn is an adaptation to immunosuppression effect of stress induced by adverse environmental conditions. On the one hand, different reactions to environmental conditions can depend on species-specific resource supports of the immune function. On the other hand, autumnal immunosuppression in *Cl. rufocanus* can include only humoral immune response without the involvement of cell-mediated immunity.

Красная (*Clethrionomys rutilus* Pall., 1779) и красно-серая (*Cl. rufocanus* Sund., 1846–1847) полевки являются наиболее массовыми представителями рода лесных полевок на территории Западной Сибири [1, 2]. Они принимают самое активное участие в поддержании природных очагов многих инфекций [3, 4], внося большой вклад в формирование циклических изменений их эпидемической активности. В качестве одной из причин сезонных и многолетних колебаний зараженности популяций полевок паразитами и возбудителями инфекций рассматривают изменения иммунитета животных [5], что определяет актуальность данной работы. Многие внетропические виды грызунов демонстрируют сезонные изменения в репродуктивной физиологии, уровне метаболизма и иммунной функции [6], иллюстрируя компромиссное перераспределение ресурсов организма между этими ресурсоемкими функциями. Таким образом, целью данной работы была оценка зависимости иммунорезистентности полевок двух видов от сроков рождения.

Исследования проводили с мая по август 2005–2017 гг. в окрестностях г. Томска. Беременных самок рассматриваемых видов отлавливали в природных биотопах и помещали в виварий, где содержали индивидуально в стандартных садках при естественных температуре и фотопериоде. Объектами исследований были потомки первого поколения. Оценку состояния гуморального иммунитета проводили на 40-й и 60-й день после рождения детенышей. Показателем иммунореактивности считали количество антителобразующих клеток селезенки (АОК), формирующихся в ответ на введение нереплицируемого антигена (эритроцитов барана) [7]. Размерные различия исследуемых видов устраняли, относя значения АОК к массе тела, затем данные логарифмировали в целях приведения распределения показателя к нормальному виду. При статистической обработке использовали дисперсионный анализ ANOVA и LSD-тест.

Согласно результатам трехфакторного дисперсионного анализа (вид, пол, месяц рождения), уровень гуморального иммунитета животных зависел от вида особи ($F_{(1,541)} = 145.5$; $p \le 0.0001$) и совместного действия вида и сроков рождения ($F_{(3,541)} = 2.7$; $p \le 0.05$). Влияние пола ($F_{(1,541)} = 0.5$; $p = 0.5$), а также совместное влияние всех трех факторов было не значимо ($F_{(3,541)} = 0.7$; $p = 0.6$). Из-за отсутствия половых различий в дальнейшем этот фактор не учитывали. Анализ сезонной изменчивости уровня иммунитета проводили с учетом возраста животных и сроков рождения. Как показал трехфакторный ANOVA (вид, возраст, месяц рождения), иммунитет полевок имел видовые различия ($F_{(1,541)} = 150.4$; $p \le 0.0001$), возрастные ($F_{(1,541)} = 10.1$; $p \le 0.002$), а также зависел от совместного действия всех трех факторов ($F_{(3,541)} = 3.4$; $p \le 0.02$). Детальный анализ LSD-групп показал, что красная полевка в целом характеризуется более высоким, по сравнению с красно-серой, уровнем гуморального иммунитета. Межвидовые различия были значимы во всех возрастных группах вне зависимости от сроков рождения животных ($p \le 0.02$–0.0001 – для 40-дневных особей, $p \le 0.01$–0.0001 – для 60-дневных). Сезонная динамика формировалась в ходе возрастного становления иммунной системы: в возрасте 40 дней она отсутствовала, тогда как в 2-месячном возрасте уровень иммунитета у обоих исследованных видов изменялся в связи со сроками рождения особи, причем характер этой зависимости обладал видовой спецификой. У красной полевки максимальной иммунореактивностью отличались зверьки, родившиеся в мае и августе ($p \le 0.01$ и $p \le 0.002$ – по сравнению с июнем). У красно-серой полевки особи, родившиеся в конце репродуктивного сезона, характеризовались крайне низким уровнем гуморального иммунитета ($p \le 0.02$ – по сравнению с июньскими животными).

Исследования сезонных изменений иммунитета демонстрируют в одних случаях снижение иммунной функции в зимний период по сравнению с весной и летом [8, 9]. Авторы связывают сезонную иммуносупрессию с физиологическим стрессом на условия окружающей среды. Другие исследования говорят о зимнем усилении функции иммунной системы [10, 11]. В этом случае авторы предполагают, что сезонное повышение иммунитета необходимо животным для противодействия стресс-опосредованной иммуносупрессии во время зимы. Согласно нашим результатам, только красная полевка демонстрировала осенний подъем иммунитета, обеспечивающий противодействие неблагоприятным факторам среды. Вместе с тем выявленная нами осенняя иммуносупрессия красно-серой полевки может затрагивать только гуморальное звено иммунитета и не касаться клеточного. Столь отличающаяся реакция на условия среды может отражать видовые различия уровня ресурсного обеспечения иммунной функции.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кошкина Т. В.* Взаимоотношения близких видов мелких грызунов и регуляция их численности // Фауна и экология грызунов. М. : Изд-во МГУ, 1966. Вып. 8. С. 5–27.

2. *Кравченко Л. Б.* Динамика сообщества и популяционные особенности лесных полевок (р. *Clethrionomys*) поймы Средней Оби: дис. … канд. биол. наук. Томск, 1999. С. 1–157.

3. *Бахвалова В. Н.*, *Морозова О. В.*, *Матвеева В. А. и др*. Взаимоотношения клещей *Ixodes persulkatus* и вируса клещевого энцефалита с красной полевкой (*Clethrionomys rutilus*) в Западной Сибири // Паразитология. 2003. Т. 37, № 1. С. 18–29.

4. *Новиков Е. А.*, *Мак В. В.*, *Панов В. В.*, *Мошкин М. П.* Гуморальный иммунный ответ на нереплицируемые антигены и зараженность таежным клещом (*Ixodes persulcatus*, Acarina, Ixodidae) красных полевок (*Clethrionomys rutilus*, Rodentia, Cricetidae) // Зоол. журн. 2010. Т. 89, № 1. С. 106–114.

5. *Лохмиллер Р. Л.*, *Мошкин М. П.* Экологические факторы и адаптивная значимость изменчивости иммунитета мелких млекопитающих // Сибир. эколог. журн. 1999. № 1. С. 37–58.

6. *Nelson R. J.*, *Demas G. E*. Seasonal Changes in Immune Function // The Quarterly Review of Biology. 1996. Vol. 71, No. 4. P. 511–548.

7. *Cunningham A. J*. A method of increased sensitivity for detecting single antibody-forming cells // Nature. 1965. Vol. 207. P. 1106–1107.

8. *Afoke A. O.*, *Eeg-Olofsson O.*, *Hed J. et al*. Seasonal variation and sex differences of circulating macrophages, immunoglobulins and lymphocytes in healthy school children // Scandinavian Journal of Immunology. 1993. Vol. 37. P. 209–215.

9. *Lochmiller R. L.*, *Vesty M. R.*, *McMurry S. T.* Temporal variation in humoral and cell-mediated immune response in a Sigwodon hispidus population // Ecology. 1994. Vol. 75. P. 236–245.

10. *Brainard G. C.*, *Watson-Whitmeyer M.*, *Knobler R. L.*, *Lubin F. D.* Neuroendocrine egulation of immune parameters: Photoperiod control of the spleen in Syrian hamsters // Ann NY Acad. Sci. 1988. Vol. 540. P. 704–706.

11. *Vaughan M. K.*, *Hubbard G. B.*, *Champney T. H. et al*. Splenic hypertrophy and extramedualIry hemapoiesis induced in male Syrian hamsters by short photoperiod or melatonin injections and reversed by melatonin pellets or pinealectomy // Am. Journ. of Anatomy. 1987. Vol. 179. P. 131–136.