

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ВОРОБЬИНЫХ ПТИЦ ВО ВРЕМЯ МИГРАЦИИ

© 2014 г. А. Л. Цвей, Л. В. Соколов

Представлено академиком А.Ф. Алимовым 16.05.2013 г.

Поступило 27.11.2013 г.

DOI: 10.7868/S0869565214080295

Интерес специалистов к проблеме влияния климата на биосферу Земли неуклонно растет во всем мире [1, 2]. В настоящее время регулярно публикуются многолетние данные по изменению сроков сезонных явлений у разных организмов, долговременной динамике их численности, расселению в новые районы и другим экологическим последствиям изменения климата [3–5]. На фоне этих исследований лишь изредка появляются публикации, в которых анализируются данные по долговременному изменению морфологических или физиологических показателей, что связано, главным образом, с отсутствием качественных данных [6–8].

На Биологической станции “Рыбачий” Зоологического института РАН многолетний мониторинг гнездовых и мигрирующих популяций птиц

проводится непрерывно с 1958 г. Собраны ценные данные прижизненной обработки, включающие измерения массы тела, длины крыла, оценки уровня жировых резервов и ряда других параметров. В сотрудничестве с ФТИ им. А.Ф. Иоффе создана уникальная база данных, включающая сведения о 3 млн. окольцованных птиц и разработан комплекс программ, позволяющий производить их математическую обработку [9, 10].

Целью данного исследования было выявление межгодовой вариации и долговременных тенденций в изменении физиологического (масса тела) и энергетического состояния (уровень жировых запасов) у воробьиных птиц, мигрирующих весной через Куршскую косу Балтийского моря, а также изучение влияния климата на исследуемые параметры. В качестве модельных были выбраны

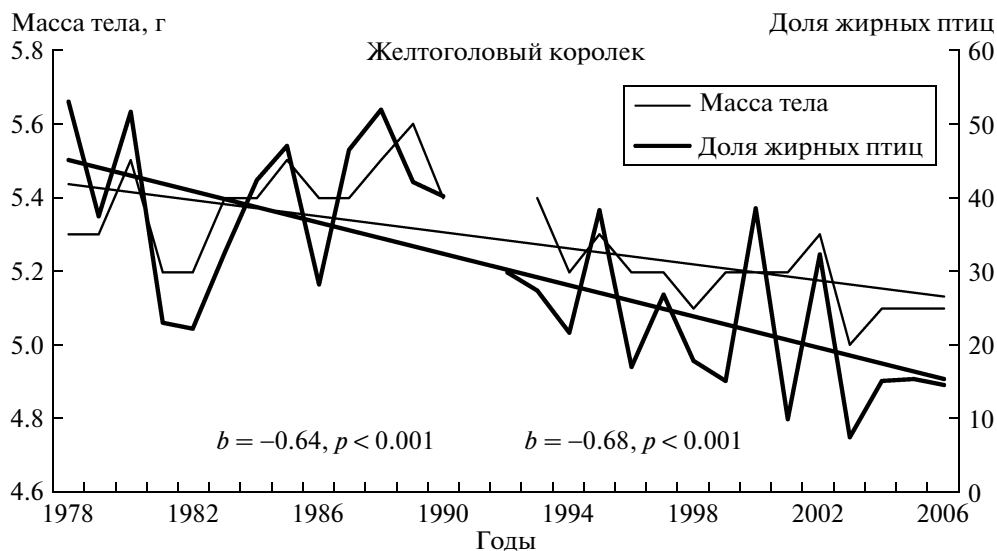


Рис. 1. Межгодовая вариация и долговременные тренды изменений массы тела и жирности у желтоголового короляка во время весенней миграции на Куршской косе Балтийского моря. Для трендов приведены регрессионные коэффициенты и уровень статистической достоверности.

Таблица 1. Объем выборки для модельных видов птиц, 1978–2006 гг.

	Зяблик	Зарянка	Желтоголовый королек	Большая синица	Славка-черно- головка	Певчий дрозд
Число особей	66025	14678	8275	7211	1398	1140

шесть видов, зимующих в пределах Европы — зяблик (*Fringilla coelebs*), зарянка (*Erithacus rubecula*), желтоголовый королек (*Regulus regulus*), большая синица (*Parus major*), славка-черноголовка (*Sylvia atricapilla*) и певчий дрозд (*Turdus philomelos*). По этим видам накоплен наибольший объем данных (табл. 1).

Для расчета межгодовой вариации массы тела птиц мы использовали модель смешанных эффектов (mixed effects model) [11]. Год отлова был включен в модель в качестве случайного фактора, пол и возраст (у видов, где это возможно определить) являлись фиксированными факторами, а длина крыла, дата и время отлова в течение суток — ковариатами. В такой модели значимость фактора “год” означает наличие достоверной межгодовой вариации в средней массе тела птиц с учетом возможных межгодовых различий в соотношении птиц разного пола, возраста и размера, а также сроков миграции. Энергетическое состояние было выражено как доля “жирных” птиц (особи с баллами жирности “средне” и “много”) относительно всех

пойманных птиц данного вида в каждый конкретный год.

Энергия, необходимая птицам для миграционного полета, извлекается в основном из жировых отложений и частично из белка мышц и желудочно-кишечного тракта [12]. Жир — наиболее богатое энергией вещество, которое откладывается главным образом в подкожных депо. Подкожные жировые резервы оцениваются в баллах визуальным методом и являются адекватным показателем энергетического состояния птиц [13]. Масса тела, помимо жировых резервов, учитывает степень развития мышц, пищеварительного тракта и других систем органов, поэтому является общим показателем физиологического состояния. Как правило, наблюдается линейная зависимость между балльной оценкой количества подкожного жира и массой тела. Тем не менее, форма и сила этой зависимости может различаться у разных видов.

В качестве климатического показателя мы использовали ежемесячные значения индекса Северо-Атлантического Колебания (САК, www.cpc.ncep.noaa.gov/data/teledoc/nao.html). Этот индекс характеризует метеорологическую ситуацию в Европе, Северной Америке и Канаде и вычисляется как разница между нормализованными показателями атмосферного давления в районе Азорских о-вов (область высокого давления) и Исландии (область низкого давления) [14]. Для Европы положительные значения индекса САК зимой и в начале весны характеризуют выраженный зональный перенос теплых воздушных масс с запада (с Атлантического океана) на восток, приводящий к повышению температуры воздуха и уровня осадков в Европе. Отрицательные показатели САК характеризуют усиление меридионального переноса воздушных масс, что приводит к понижению температуры и уменьшению количества осадков в северной части Европы.

У всех шести исследованных видов наблюдалась значительная межгодовая вариация массы тела в сезон весенней миграции (достоверность фактора “год” во всех случаях, $p < 0.0001$). Особи разного пола и возраста показали сходную динамику межгодовой вариации массы тела. У желтоголового короля (рис. 1) и певчего дрозда обнаружено достоверное снижение средней массы тела и жирности в исследуемый период (линейная регрессия, $p < 0.05$).

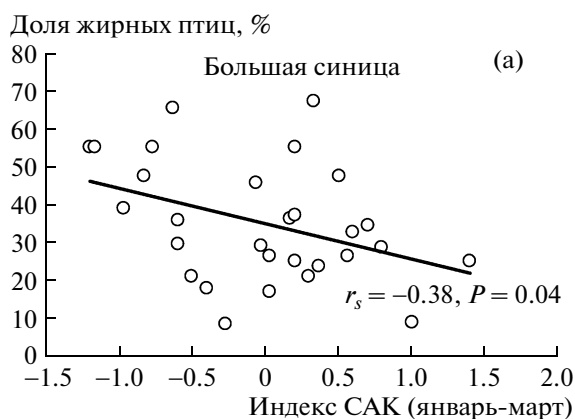


Рис. 2. Связь между уровнем жировых запасов у большой синицы (а) и массой тела у славки-черноголовки (б) во время весенней миграции и индексом Северо-Атлантического Колебания. Для жирности приведен коэффициент корреляции Спирмена, для массы тела — коэффициент корреляции Пирсона. Индекс САК (январь-март)

Корреляционный анализ показал, что у четырех видов из шести существует достоверная связь между массой тела и жирностью птиц во время весенней миграции, с одной стороны, и средним значением индекса САК в январе-марте, с другой. У зяблика и большой синицы эта связь отрицательная, а у зарянки и славки-черноголовки – положительная (рис. 2). Таким образом, у одних видов низкая температура воздуха в районе зимовки обуславливает высокую массу тела и/или увеличение жировых запасов в период весенней миграции, а у других, наоборот, приводит к уменьшению массы тела и/или жирности птиц.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что современное изменение климата существенно отразилось на физиологическом и энергетическом состоянии мигрирующих воробьиных птиц, зимующих в Европе. Обнаруженные межвидовые различия во влиянии климата на исследуемые параметры могут быть связаны с разной экологией и стратегией их питания во время зимовки.

Работа выполнена при поддержке Научной программы СПбНЦ РАН и гранта РФФИ 13–04–00490–А.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соколов Л.В. Климат в жизни растений и животных. СПб.: Тесса, 2010. 343 с.
2. Møller A.P., Fiedler W., Berthold P. Effects of Climate Change on Birds. Oxford: Univ. Press, 2010. 318 p.
3. Walther G.-R., Post E., Convey P., Menzel A., Parmesan C., Beebee T.J.C., Fromentin J.-M., Hoegh-Guldberg O., Bairlein F. // Nature. 2002. V. 416. P. 389–395.
4. Bradshaw W.E., Holzapfel C.M. // Science. 2006. V. 312. P. 1477–1478.
5. Parmesan C. // Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics. 2006. V. 37. P. 637–669.
6. Yom-Tov Y. // Proc. Roy. Soc. B. London. 2001. V. 268. P. 947–952.
7. Yom-Tov Y., Yom-Tov S., Wright J., Thorne C. J. R., du Feu R. // Oikos. 2006. V. 112. P. 91–101.
8. Bairlein F., Hüppop O. // Adv. Ecol. Res. 2004. V. 35. P. 33–47.
9. Морозов Ю.Г. // Рус. орнитол. журн. 1995. Т. 4. В. 3/4. С. 123–127.
10. Тропн Э.А., Егоров В.А., Морозов Ю.Г. // Рус. орнитол. журн. 2002. Т. 11. В. 177. С. 163–171.
11. Zuur A.F., Ieno E.N., Walker N.J., Saveliev A.A., Smith G.M. Mixed Effects Models and Extensions in Ecology with R. В.: Springer, 2009. 574 p.
12. Lindström A., Piersma T. // Ibis. 1993. V. 135. P. 70–78.
13. Дольник В.П. Миграционное состояние птиц. М.: Наука, 1975. 398 с.
14. Hurrell J.W., Kushnir Y., Visbeck M. // Science. 2001. V. 291. P. 603–605.