

普通朱雀标准代谢率的初步研究*

柳劲松 王 岩 李豁然

(齐齐哈尔大学生命科学与工程学院 齐齐哈尔 161006)

摘要:以普通朱雀的耗氧量为指标,探讨了普通朱雀的能量代谢特征。普通朱雀的热中性区为 26.7 ~ 37.5℃,最低标准代谢率为 4.21 ml O₂/g·h,最低热传导为 0.24 ml O₂/g·h·℃。环境温度(*T_a*)在 5 ~ 25℃ 范围内,其代谢率与 *T_a* 呈负相关,回归方程为 $SMR = 8.74 - 0.17 T_a$,体温稍有降低。*T_a* 超过 37.5℃, SMR 升高。

关键词:普通朱雀;标准代谢率

中图分类号:Q958;Q495 **文献标识码:**A **文章编号:**0250-3263(2001)03-16-04

Preliminary Study of Standard Metabolic Rate in Scarlet Grosbeak (*Carpodacus erythrinus*)

LIU Jin-Song WANG Yan LI Huo-Ran

(College of Life Science and Technology, Qiqihar University, Qiqihar 161006, China)

Abstract: In order to study the characteristics of thermoregulation in Scarlet grosbeak (*Carpodacus erythrinus*), their standard metabolic rate (SMR), body temperature (*T_b*), body weight were measured at several ambient temperature (*T_a*) 5 ~ 25℃, and thermal conductance were calculated. The experiments were taken from April to May in 1998, the results are obtained mainly as follows. 1. The thermal neutral zone (TNZ) for grosbeaks are extended from 26.7 to 37.5℃. 2. The minimum metabolic rate was 4.21 ml O₂/g·h, below the low critical temperature, SMR increased with reducing *T_a* and *T_b* decreased lightly. The relationship between SMR and *T_a* was negative, which be described as: $SMR = 8.74 - 0.17 T_a$. Above the upper critical temperature, SMR increased and *T_b* enhanced 2.5℃. 3. The minimum thermal conductance (C) of grosbeaks was 0.24 ml O₂/g·h·℃.

* 黑龙江省教委基金资助项目;

第一作者简介 柳劲松, 37岁,男,副教授,硕士;研究方向:生理生态学;

收稿日期:1999-12-03,修回日期:2000-02-19

We found that the adaptation of grosbeaks to environmental climate was by the means of the slight higher level SMR and thermal conductance, and high intensity of chemical thermoregulation.

Key words: Scarlet grosbeak (*Carpodacus erythrinus*); Standard metabolic rate (SMR)

标准代谢率 (standard metabolic rate, SMR) 是指在黑暗、绝食的标准条件下 (没有 SDA), 测定的单位时间和体重的耗氧量, 其热中性区的代谢率为基础代谢率 (basal metabolic rate, BMR)^[1], SMR 的研究对于了解鸟类的分布、生活史对策、生理学和进化等具有重要意义^[2]。迄今为止, 已对温带、热带、荒漠等地带鸟类代谢的适应性进行了比较研究^[3-5], 发现鸟类的代谢率与气候有着广泛的联系, 在寒冷环境中鸟的代谢率较高, 在湿热环境中鸟的代谢率较低^[2], 这一特征具有广泛的适应意义。

普通朱雀 (*Carpodacus erythrinus*) 是我国北方常见的鸟类, 繁殖于东北北部, 越冬于长江中下游。为了进一步认识鸟类对北方环境适应性的一般特征, 并为鸟类能学的研究和生态系中能流模型的建造提供一些必要的参数, 我们对普通朱雀的标准代谢率进行了测定, 并对其热能调节进行了分析。

1 材料与方 法

实验于 1998 年 4~5 月在齐齐哈尔大学生命科学学院进行。实验动物捕自齐齐哈尔市地区, 共 18 只 (10 ♂, 8 ♀), 平均体重为 (24.2 ± 1.72)g (19.7~27.7), 自然光照, 室温变化范围 21.5~31.4℃。

SMR 测定按 Gorecki^[6] 介绍的方法, 采用 Kalabukhov-Skvortsov 封闭式流体压力呼吸仪进行; 用水浴控制呼吸室温度, 呼吸室温度变化范围控制在 ± 0.5℃ 以内, 实验分别在 5、10、15、20、25、30、35 和 40℃ 条件下进行; 在耗氧量最低的环境温度两端, 隔 2.5℃ 再取两个温度点进行测定, 以确定热中性区, 每次实验前后测定动物的肛温并称量体重。

2 结 果

2.1 体温与环境温度的关系 朱雀的体温较

高, 在平均室温为 26.3℃ (21.5~31.4℃) 时, 测得其平均体温为 (39.9 ± 0.29)℃ ($\bar{x} \pm SE$), 变化范围在 (37.8~41.5)℃ 之间 (表 1)。环境温度在 5~30℃ 时, 体温基本保持恒定。当环境温度升至 35℃ 以上时体温升高 (表 1), 环境温度达 40℃ 时, 体温升至 42℃ 以上。

2.2 SMR 与环境温度的关系 如图 1 所示, 在 5~25℃ 范围内, 朱雀的 SMR 与环境温度呈明显的负相关 ($r = -0.98, P < 0.01$), 两者的回归方程为 $SMR = 8.74 - 0.17Ta$, 平均每个温度点下降 0.17 个单位 (ml O₂/g·h); 当环境温度在 26.7~37.5℃ 范围内时, SMR 最小, 为 (4.21 ± 0.41) ml O₂/g·h, 认为该温度范围是朱雀的热中性区, 26.7℃ 为下临界温度点。按照一般小型鸟类体重推算出朱雀的实测值是期望值的 109%^[7], 与北方鸟类相符。

表 1 朱雀体温在不同环境温度下的变化 (℃)

环境温度	实验前体温	实验后体温	变化温度
5	39.9 ± 0.17	39.2 ± 0.62	-0.7*
10	39.6 ± 0.21	39.6 ± 0.38	0.0
15	39.8 ± 0.31	39.3 ± 0.17	-0.5
20	39.3 ± 0.28	39.2 ± 0.36	-0.1
25	39.8 ± 0.34	40.0 ± 0.21	+0.2
30	39.7 ± 0.10	39.5 ± 0.13	-0.2
32.5	40.1 ± 0.41	40.7 ± 0.23	-0.1
35	39.7 ± 0.19	40.3 ± 0.44	+0.6
37.50	39.4 ± 0.17	40.7 ± 0.31	+1.3
40	39.8 ± 0.26	42.3 ± 0.35	+2.5**

* $P < 0.05$; ** $P < 0.01$

2.3 热传导与环境温度的关系 朱雀在 5~25℃ 内的平均最低热传导为 (0.24 ± 0.03) ml O₂/g·h·℃, 为体重预期值的 181%^[8], 且在整个冷压区内基本保持不变 (图 2); 当环境温度高于 25℃ 时, 热传导开始上升, 到 40℃ 时为 2.09 ± 0.38, 是最低热传导的 8.71 倍。

3 讨 论

3.1 环境温度对体温的影响 普通朱雀在室

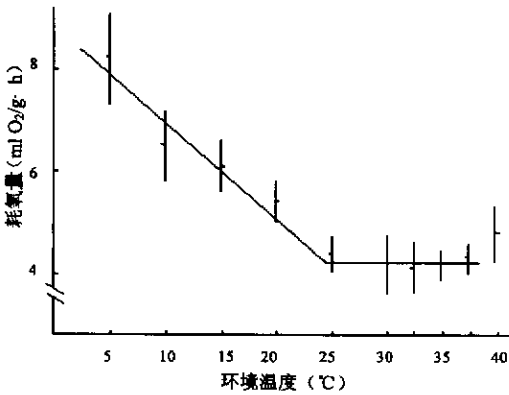


图1 普通朱雀在不同环境温度下的 SMR

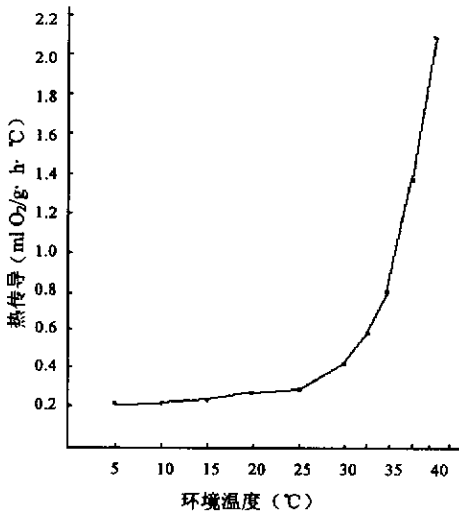


图2 普通朱雀在不同环境温度下的热传导

温 21.5 ~ 31.4℃ 笼养条件下, 平均体温为 (39.9 ± 0.29)℃。在 5℃ 时, 动物实验后体温比实验前明显下降 (表 1), 平均下降 0.7℃。Ta 为 35℃ 时, 体温开始上升, 40℃ 平均升高 2.5℃ (表 1), 表明朱雀对高温的耐受能力较差。Prinzinger^[9]总结了 1 001 种不同状态下鸟类的体温, 其中雀形目鸟类 402 种, 其静止时体温为 39℃, 并认为鸟类较高的体温是对高代谢的生理适应。

3.2 环境温度对 SMR 的影响 大量的研究表明, 生活在寒冷气候带的鸟类向着高代谢率的生理学适应趋势进化, 而生活在热带地区的鸟类表现出相反的结果^[1]。Weathers^[2]总结了小型鸟类一些种类的代谢率, 认为寒冷地区鸟类的 BMR 一般高于期望值, 而热带地区鸟类的

BMR 一般低于期望值 (表 2)。邓合黎^[10]等在研究高海拔地区鸟类代谢时, 得出相同的结论, 比如, 白腰朱顶雀 (*Acanthis flammea*) (体重 14.5 g) 为 3.99 ml O₂/g·h, 是其期望值的 125%; 黑顶山雀 (*Parus atricapillus*) (13.8 g) 为 4.52 ml O₂/g·h, 是其期望值的 140%; 鹁岩鹛 (*Prunella rubeculoides*) (22.2 g) 为 4.21 ml O₂/g·h, 是其期望值的 115%; 棕颈雪雀 (*Montifringilla ruficollis*) (22.8 g) 为 3.72 ml O₂/g·h, 是其期望值的 101%; 白臀蜜鸟 (*Himatione sanguinea*) (13.8 g) 为 3.49 ml O₂/g·h, 是其期望值的 80%, 镰嘴管舌鸟 (*Vestiaria coccinea*) (16.9 g) 为 3.71 ml O₂/g·h, 是其期望值的 91%。本研究表明朱雀的 BMR 为 4.21 ml O₂/g·h, 是其期望值的 109%, 表现出北方地区小型鸟类的特征。生活在寒冷地区的鸟类, 由于其身体大小的限制, 使它们的毛皮隔热不能无限地增加, 因此, 抵抗寒冷的主要方式可能是增加产热^[2]。

表 2 不同地带鸟类 BMR 的比较

物种	体重 (g)	基础代谢率 ml O ₂ /g·h	代谢预期比 (%)	来源
寒温带				
白腰朱顶雀	14.5	3.99	125	Weathers(1979)
黑顶山雀	13.8	4.52	140	—
鹁岩鹛	22.2	4.21	115	邓合黎等(1990)
棕颈雪雀	22.8	3.72	101	—
普通朱雀	24.2	4.21	109	本研究
热带				
白臀蜜鸟	13.8	3.49	80	Weathers(1979)
镰嘴管舌鸟	16.9	3.71	91	—

3.3 普通朱雀的热传导率 热传导和体重具有明显的相关性。由于小型鸟类有相对较大的体表面积, 散热量相对较大, 因此具有相对较高的热传导。爪哇禾雀 (*Padda oryzivora*) (25.4 g) 为 0.17 ml O₂/g·h·°C, 是其期望值的 130%; 金领侏儒雀 (*Manacus vitellinus*) (15.5 g) 为 0.23 ml O₂/g·h·°C, 是其期望值的 141%; 红顶侏儒雀 (*Pipra mentalis*) (12.3 g) 为 0.32 ml O₂/g·h·°C, 是其期望值的 174%; 朱雀的最低热传导为 0.24 ml O₂/g·h·°C, 是其期望值的 181%。Weathers^[11]认为由于春季鸟类换羽, 使羽毛的

隔热性能降低,从而使热传导增加,有利于夏季炎热时的身体散热。

总之,普通朱雀通过良好的物理调节及化学调节能力,保持恒定的体温,以适应冬寒冷、夏炎热的环境。

参 考 文 献

- [1] Kendeigh, S. C., C. R. Blem. Metabolic adaptation to local climate in birds. *Comp. Biochem. Physiol.*, 1974, **48A**: 175 ~ 187.
- [2] Weathers, W. W. Climatic adaptation in avian standard metabolic rate. *Oecologia* (Berl.), 1979, **42**: 81 ~ 89.
- [3] Hails, C. J. The metabolic rate of tropical birds. *Condor*, 1983, **85**: 61 ~ 65.
- [4] Pohl, H., G. G. West. Daily and seasonal variation in metabolic response to cold during rest and forced exercise in Common Redpoll. *Comp. Biochem. Physiol.*, 1973, **45A**: 851 ~ 867.
- [5] Trost, C. H. Adaptations of horned larks (*Eremophila alpestris*) to hot environments. *Auk*, 1972, **89**: 506 ~ 527.
- [6] Gorecki, A. Kalabukhov-Skvortsov respirometer and resting metabolic rate. In: Grodzinski, W. ed. *IBP Handbook: Methods for Ecological Bioenergetics*. Oxford, London, 1975. 309 ~ 313.
- [7] Aschoff, J., H. Pohl. Der ruheumsatz von vögeln als funktion der tageszeit und der körperlänge. *J. Ornithol.*, 1970, **111**: 38 ~ 47.
- [8] Aschoff, J. Thermal conductance in mammals and birds: its dependence on body size and circadian phase. *Comp. Biochem. Physiol.*, 1981, **69A**: 611 ~ 619.
- [9] Prinzinger, R., A. Prebmair, E. Schleucher. Body temperature in birds. *Comp. Biochem. Physiol.*, 1991, **99A**: 499 ~ 506.
- [10] 邓合黎, 张晓爱. 高寒草甸几种雀形目鸟类的标准代谢 (SMR). *动物学报*, 1990, **36**(4): 377 ~ 384.
- [11] Weathers, W. W. Energetics and thermoregulation by small passerines of the humid, lowland tropics. *Auk*, 1997, **114**: 341 ~ 353.