

ISSN 1000-0933

CN 11-2031/Q

生态学报

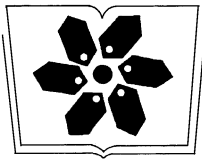
Acta Ecologica Sinica



第34卷 第4期 Vol.34 No.4 **2014**

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 34 卷 第 4 期

2014 年 2 月 (半月刊)

目 次

前沿理论与学科综述

- 富营养化湖泊溶解性有机碳生物可利用性研究进展 叶琳琳,孔繁翔,史小丽,等 (779)
- 黄河下游平原农业景观中非农生境植物多样性 卢训令,梁国付,汤 茜,等 (789)

个体与基础生态

- 锰胁迫对杠板归细胞超微结构的影响 王 钧,邬 卉,薛生国,等 (798)
- 不同渗氧能力水稻品种对砷的耐性和积累 吴 川,莫竞瑜,薛生国,等 (807)
- 弱光下水分胁迫对不同产地披针叶茴香幼苗生理特性的影响 曹永慧,周本智,陈双林 (814)
- 不同分枝数对桑树幼苗生长发育的影响 邹慧慧,胥 晓,刘 刚,等 (823)
- 斑膜合垫盲蝽若虫在国槐上的空间分布型及抽样技术 朱惠英,沈 平,吴建华,等 (832)
- 连作苹果园土壤真菌的 T-RFLP 分析 尹承苗,王功帅,李园园,等 (837)
- 棉隆对苹果连作土壤微生物及平邑甜茶幼苗生长的影响 刘恩太,李园园,胡艳丽,等 (847)
- 两株具有芪降解功能的植物内生细菌的分离筛选及其特性 孙 凯,刘 娟,李 欣,等 (853)

种群、群落和生态系统

- 温度对柑橘始叶螨实验种群生长发育繁殖的影响 李迎洁,王梓英,张国豪,等 (862)
- 高原鼠兔有效洞穴密度对青藏高原高寒草甸群落植物生态位的影响 贾婷婷,毛 亮,郭正刚 (869)
- 三工河流域琵琶柴群落特征与土壤因子的相关分析 赵学春,来利明,朱林海,等 (878)
- 岷江干旱河谷造林对土壤微生物群落结构的影响 王卫霞,罗 达,史作民,等 (890)
- 滩涂围垦和土地利用对土壤微生物群落的影响 林 黎,崔 军,陈学萍,等 (899)
- 福寿螺对稻田水生植物群落结构的影响 赵本良,章家恩,戴晓燕,等 (907)
- 4 种木本植物在潜流人工湿地环境下的适应性与去污效果 陈永华,吴晓芙,郝 君,等 (916)
- 基于静态箱式法和生物量评估海北金露梅灌丛草甸碳收支 李红琴,李英年,张法伟,等 (925)
- 初始 pH 值对碱性和酸性水稻土微生物铁还原过程的影响 吴 超,曲 东,刘 浩 (933)

景观、区域和全球生态

- 库姆塔格柽柳沙包年层稳定碳同位素与气候环境变化 张锦春,姚 拓,刘长仲,等 (943)

资源与产业生态

- 大棚甜瓜蒸腾规律及其影响因子 张大龙,常毅博,李建明,等 (953)
- 盐胁迫下荒漠共生植物红砂与珍珠的根茎叶中离子吸收与分配特征 赵 昕,杨小菊,石 勇,等 (963)
- 普通鹿蹄草品质与根际和非根际土壤的关系 耿增超,孟令军,刘建军 (973)

作物种植前后土壤有机质及养分因子的空间变异分析 方 斌,吴金凤 (983)

城乡与社会生态

城市河流健康评价指标体系构建及其应用 邓晓军,许有鹏,翟禄新,等 (993)

西藏生态足迹与承载力动态分析..... 安宝晟,程国栋 (1002)

研究简报

三峡库区岸坡消落带草地、弃耕地和耕地土壤微生物及酶活性特征 马 朋,李昌晓,雷 明,等 (1010)

盐胁迫对 2 种栎树苗期生长和根系生长发育的影响..... 王树凤,胡韵雪,孙海菁,等 (1021)

恒温 and 变温驯化对大蟾蜍蝌蚪热耐受性的影响 王立志 (1030)

学术信息与动态

国际生物土壤结皮研究发展态势文献计量分析..... 贺郝钰,侯春梅,迟秀丽,等 (1035)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 264 * zh * P * ¥90.00 * 1510 * 30 * 2014-02



封面图说: 大蟾蜍蝌蚪群——大蟾蜍别名癞蛤蟆,体长达 10cm 以上,身体肥胖,四肢短,步态及齐足跳的姿势具特征性。其背部皮肤厚而干燥,通常有疣,呈黑绿色,常有褐色花斑,趾间具蹼。毒腺在背部的疣内,受惊后毒腺分泌或射出毒液。大蟾蜍早春在水中繁殖,可迁移至 1.5km 外或更远的适合繁殖的池塘,产卵量很大,产卵数天后蝌蚪即可孵出,1—3 个月后发育为蟾。大蟾蜍常作为实验动物或药用动物,其耳后腺和皮肤腺的白色分泌物可制成“蟾酥”,可治疗多种疾病。研究表明,大蟾蜍蝌蚪最高逃避温度和最高致死温度比最适温度产生的影响要大。

彩图及图说提供: 陈建伟教授 北京林业大学 E-mail: cites.chenjw@ 163.com

DOI: 10.5846/stxb201209271356

王立志. 恒温和变温驯化对大蟾蜍蝌蚪热耐受性的影响. 生态学报, 2014, 34(4): 1030-1034.

Wang L Z. The effects of constant and variable thermal acclimation on thermal tolerance of the common giant toad tadpoles (*Bufo gargarizans*). Acta Ecologica Sinica, 2014, 34(4): 1030-1034.

恒温和变温驯化对大蟾蜍蝌蚪热耐受性的影响

王立志^{1,2,*}

(1. 西北大学生命科学学院, 西安 710069; 2. 陕西学前师范学院生物科学与技术系, 西安 710061)

摘要: 为了解大蟾蜍蝌蚪 (*Bufo gargarizans*) 的热适应性并验证最适性模型, 将大蟾蜍蝌蚪分别在 10、15、20 °C 和 25 °C 4 个不同恒温下及 15.76—5.42 °C 的变温下驯养 2 周, 利用温度梯度装置观察记录其最适温度、最高逃避温度和最高致死温度。结果表明, 经过在 10、15、20 °C 和 25 °C 四个恒温及在 15.76—5.42 °C 的变温下驯化, 大蟾蜍蝌蚪的最适温度分别为 (14.8±2.9), (17.2±3.8), (18.1±3.5), (19.6±2.5) 和 (15.8±2.2) °C; 最高逃避温度分别为 (27.6±1.9), (31.3±1.3), (32.5±0.8), (33.9±1.0) 和 (31.6±1.3) °C; 最高致死温度分别为 (32.9±1.6), (36.5±1.0), (37.9±0.9), (38.8±1.1) 和 (37.2±1.3) °C。驯化温度对大蟾蜍蝌蚪的最适温度、最高逃避温度和最高致死温度都有显著影响 ($P < 0.001$)。驯化温度对大蟾蜍蝌蚪最适温度产生的影响比最高逃避温度和最高致死温度的小。温度的昼夜变化, 都会呈现两峰或三峰分布, 双峰环境实际上是具有同一标准误差的两个正常分布的混合体, 这两个正常分布被一个峰间距所隔离。最适性模型预测: 当呈双峰分布的温度的峰间距为 17°C 时, 动物将出现 3 个适合度峰值。研究结果支持最适性模型。

关键词: 驯化温度; 最适温度; 最高逃避温度; 最高致死温度; 大蟾蜍; 蝌蚪

The effects of constant and variable thermal acclimation on thermal tolerance of the common giant toad tadpoles (*Bufo gargarizans*)

WANG Lizhi^{1,2,*}

1 College of Life Sciences, Northwest University, Xi'an 710069, China

2 Department of Biological Science and Technology, Shaanxi Xueqian Normal University, Xi'an 710061, China

Abstract: In order to testify the Optimality models, preferred temperature, high avoidance temperature and high lethal thermal maxima of the common giant toad tadpoles were measured using thermal gradient apparatus. Tadpoles of this species were acclimated at different temperatures (10 °C, 15 °C, 20 °C, 25 °C and 15.76—5.42 °C) for two weeks. The results showed that the preferred temperature of the common giant toad tadpoles were (17.2±3.8), (18.1±3.5), (19.6±2.5) and (15.8±2.2) °C; the high avoidance temperature of the common giant toad tadpoles were (27.6±1.9), (31.3±1.3), (32.5±0.8), (33.9±1.0) and (31.6±1.3) °C; the high lethal temperature of the common giant toad tadpoles were (32.9±1.6), (36.5±1.0), (37.9±0.9), (38.8±1.1) and (37.2±1.3) °C corresponding respectively to the acclimation temperatures 10 °C, 15 °C, 20 °C, 25 °C and 15.76—5.42 °C. The acclimation temperatures significantly influence on the preferred temperature, the high avoidance temperature and the high lethal temperature ($P < 0.001$). The acclimation temperatures impose less influence on the preferred temperature than on the high avoidance temperature and high lethal temperature in tadpoles of this species. Any environmental factor, such as a diurnal pattern of temperature, that follows an approximately sinusoidal trajectory through time will exhibit a bi- or trimodal distribution. The optimality models modeled the

基金项目: 陕西省自然科学基金资助项目 (2010JM3013); 陕西省教育厅自然科学基金资助项目 (2013JK0738); 陕西学前师范学院科研基金资助项目 (2012KJ007)

收稿日期: 2012-09-27; **修订日期:** 2013-12-29

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: rj_wl@126.com

bimodal environment as a mixture of two normal distributions sharing a common standard deviation and separated by an intermodal distance, and these models predicted that three fitness peaks would appear when the intermodal distance of the bimodally distributed temperature was 17 °C. Results from this study fully supported the Optimality models.

Key Words: acclimation temperature; preferred temperature; high avoidance temperature; high lethal temperature; the common giant toad; tadpole

外温动物主要利用外热源,选择活动时间和冷热斑块之间穿梭等行为途径进行体温调节,以维持相对较高且稳定的体温^[1]。环境温度通过影响体温而影响动物的生理功能和行为表现^[2-3]。过高或过低的体温对动物有害甚至能导致其死亡,在极端高、低体温之间,相对较高的体温有利于动物较好地表达其生理功能和行为表现^[1-4]。

驯化传统上被定义为,在实验室条件下,动物针对一个单一因子变量的改变所产生的生理机能上的补偿性调整^[5]。国际生理科学协会(International Union of Physiological Sciences, IUPS)下属的热力学委员会 2003 给驯化的定义是,驯化是有机体发生的一些生理和行为上的变化,这些生理和行为上的变化能够减少由实验诱导的特定气候因子的刺激性变化带来的不良影响或能够提高动物对这些不良影响的耐受性。生理学家一般认为,所有由驯化产生的表型上的补偿性变化能够提高有机体在诱导这些补偿性变化发生的环境中的生理机能或适合度^[6]。

自 Mendelssohn^[7]对动物热适应的开拓性研究以来,已有一系列温度梯度装置被用来研究各种动物的热偏爱。然而,很少有对不同生长阶段两栖类的热偏爱方面的研究报道。有关恒温下中国林蛙和大蟾蜍的蝌蚪的热适应及其驯化温度对其的影响已有报道^[8]。然而关于在自然环境下生长发育的大蟾蜍蝌蚪的热适应还没有报道。

大蟾蜍(*Bufo gargarizans*)是一种具有较高的营养价值和药用价值的两栖类动物,其经济价值很高。本文研究了在恒温和变温下大蟾蜍蝌蚪的热适应性,得到了其在不同温度条件下的最适温度、最高逃避温度和最高致死温度,为实现人工控制其在野外环境下的生长发育,为大蟾蜍蝌蚪的人工饲养提供新的理论指导。

1 材料与方法

1.1 研究材料

大蟾蜍卵采自秦岭北麓涪河边的池塘中,涪河

位于 N:36°06'916",E:108°54'455",海拔 420m,池塘的水温约为 0—5 °C, pH 值为 6.6—6.8。试验用水均为采自原生境中的天然河水, pH 值为 6.8。试验容器为半径 15.0cm 的塑料盆,高约 20.0cm。将采集的大蟾蜍卵分别放在 4 个相同的盛有 pH 值为 6.6—6.8 天然河水的塑料盆中,每个盆中均投放 100 枚(均来自同一母体),水深 10.0cm。与采集当天把装有大蟾蜍卵的塑料盆分别放在 25、20、15 °C 和 10 °C 的恒温恒湿培养箱(LRH-250-S)中孵化,湿度均为 70%,光照 14L:10D。将孵化出的大蟾蜍蝌蚪仍然分别放在 25、20、15 °C 和 10 °C 的恒温恒湿培养箱中驯化 2 周。在驯化期间,用鱼饲料喂养,每天投食和换水 1 次,并清除水中杂质。在野外环境下生长的大蟾蜍蝌蚪的水温变化范围为 15.76—5.42 °C,平均水温为 10.59 °C。

1.2 研究方法

将在不同温度下驯化 2 周后的大蟾蜍蝌蚪和在野外环境下生长 2 周的大蟾蜍蝌蚪分别用温度梯度装置测量记录它们的最适温度、最高逃避温度和最高致死温度。温度梯度装置主要由温梯金属盒(100 cm × 10 cm × 5 cm)、冰水浴和恒温水浴构成^[9]。在由温梯金属板形成的盒子中加入 2cm 深的蒸馏水,形成一个水槽结构。水槽一端连接在恒温水浴锅上(温度为 60 °C),另一端置于 0 °C 的冰水中,以便使水槽内的蒸馏水形成一系列的温度梯度。用热敏电偶测定蒸馏水的温度。蝌蚪在水槽中掉转身体逃避时所在位置的温度即为逃避温度,如果蝌蚪没有立即逃离但已经出现异常行为(如表现为急躁、乱撞、紧张等)时所在点的温度也被认为是其逃避温度,在 5min 的时间内停留或出现频率(频率是指单个个体在 5min 内出现的位置的频率)最高的位置的温度范围即为最适温度范围;致死温度的测量采用逐渐升高水温直至蝌蚪死亡时的温度值。每个驯化温度下用来测量的蝌蚪个数均为 30 尾。整个试验过程中,

每次试验只用一个大蟾蜍蝌蚪,测量其最适温度、最高逃避温度或最高致死温度。整个试验的操作时间是在 8:00 到 10:00,试验时环境温度为:(16±1)℃。

1.3 数据处理

驯化反应比率(The acclimation response ratio, ARR)通过不同温度驯化后的最适温度、逃避温度和致死温度变化量除以驯化温度变化量求得^[10]。驯化反应比率用来估计热驯化对最适温度、最高逃避温度和最高致死温度的影响程度。驯化反应比率的数值越大表明驯化温度对动物的影响越大,反之亦然。驯化反应比率的计算方法如下:

最适温度的 ARR_s=(25℃下驯化的最适温度-10℃下驯化的最适温度)/(25℃-10℃);

最高逃避温度的 ARR_s=(25℃下驯化的最高逃避温度-10℃下驯化的最高逃避温度)/(25℃-10℃);

最高致死温度的 ARR_s=(25℃下驯化的最高致死温度-10℃下驯化的最高致死温度)/(25℃-

10℃)。

数据统计前,对所有的数据进行正态性检验。在 SPSS10.0 中用线性回归和单因素方差分析(one-way ANOVA)对数据进行统计处理。描述性统计值均用平均值±标准差表示,显著性水平设在 α=0.05。

2 结果

2.1 大蟾蜍蝌蚪的最适温度

在不同的驯化温度下,大蟾蜍蝌蚪有不同的最适温度(平均值)和最适温度范围(表 1,图 1)。单因素方差分析表明在不同的驯化温度下,大蟾蜍蝌蚪的最适温度有着显著的差异($F=13.33; P<0.001; df=4; N=150$)。在恒温条件下,随着驯化温度的升高大蟾蜍蝌蚪的最适温度和最适温度范围都在增加。在恒温条件下,驯化温度和大蟾蜍蝌蚪的最适温度存在线性关系,其表达式为: $Y=0.3074X+12.053, r=0.982, P<0.01, N=120$;Y 表示最适温度,X 表示驯化温度。

表 1 不同驯化温度下的大蟾蜍蝌蚪的最适温度和最适温度范围

	驯化温度 Acclimation temperature/℃				
	10	15	20	25	15.76—5.42
最适温度/℃ Preferred temperatures	14.8±2.9	17.2±3.8	18.1±3.5	19.6±2.5	13.9±1.7; 17.2±1.4
最适温度范围/℃ Range of preferred temperatures	11—15	14—18	16—20	17—21	13—15; 15—18

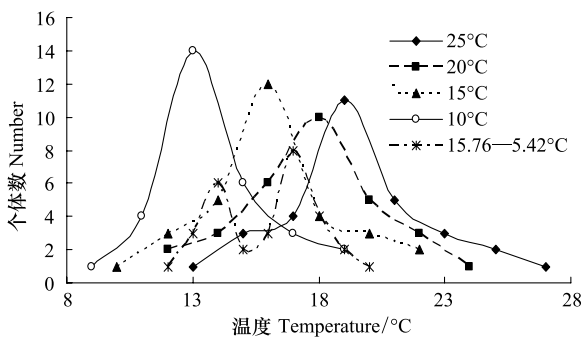


图 1 不同驯化温度下的大蟾蜍蝌蚪的最适温度

Fig.1 Preferred temperatures of the common giant toad tadpoles in different acclimation temperatures

2.2 大蟾蜍蝌蚪的最高逃避温度

10、15、20℃和 25℃恒温驯化 2 周的大蟾蜍蝌蚪的最高逃避温度分别为:(27.6±1.9),(31.3±1.3),(32.5±0.8),(33.9±1.0)℃;在 15.76—5.42℃

变温驯化下的最高逃避温度为(31.8±1.3)℃(图 2)。单因素方差分析说明在不同的驯化温度下,大蟾蜍蝌蚪的最高逃避温度也有显著的差异($F=176.606; P<0.001; df=4; N=150$)。在恒温条件下,随着驯化温度的升高大蟾蜍蝌蚪的最高逃避温度都在增加。在恒温条件下,驯化温度和大蟾蜍蝌蚪的最高逃避温度存在线性关系,其表达式为: $Y=0.4109X+24.31, r=0.954, P<0.01, N=120$;Y 表示最高逃避温度,X 表示驯化温度。

2.3 大蟾蜍蝌蚪的最高致死温度

10、15、20℃和 25℃恒温驯化 2 周的大蟾蜍蝌蚪的最高致死温度分别为:(32.9±1.6),(36.5±1.0),(37.9±0.9),(38.8±1.1)℃;在 15.76—5.42℃变温驯化下的最高致死温度为(37.2±1.3)℃(图 2)。单因素方差分析说明在不同的驯化温度下,大蟾蜍蝌蚪的最高致死温度也有显著的差

异 ($F = 178.917$; $P < 0.001$; $df = 4$; $N = 150$)。在恒温条件下,随着驯化温度的升高中大蟾蜍蝌蚪的最高致死温度都在增加。在恒温条件下,驯化温度和大蟾蜍蝌蚪的最高致死温度存在线性关系,其表达式为: $Y = 0.3847X + 29.774$, $r = 0.954$, $P < 0.01$, $N = 120$; Y 表示最高致死温度, X 表示驯化温度。

2.4 驯化反应速率 (ARRs)

驯化温度对大蟾蜍蝌蚪的最适温度施加的影响要比最高逃避温度和最高致死温度的影响小 (表 2)。大蟾蜍蝌蚪最适温度的 ARR 比最高逃避温度的低 0.1, 比最高致死温度的低 0.07。

3 讨论

从原生动到哺乳类,所有动物都会逃避极端低温和极端高温,表现出偏爱温度适中区。在一个

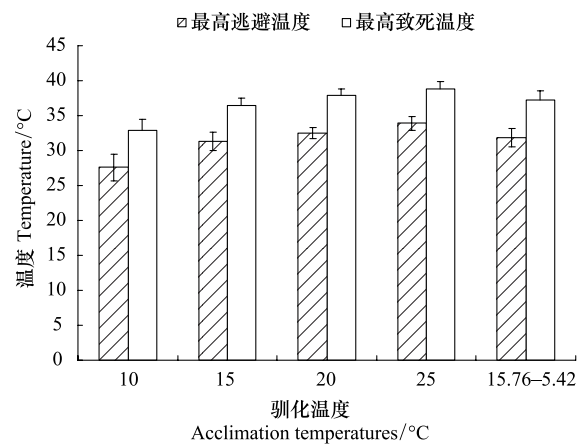


图 2 不同驯化温度下的大蟾蜍蝌蚪的最高逃避温度和最高致死温度

Fig.2 High avoidance temperature and high lethal temperature of the common giant toad tadpoles in different acclimation temperatures

表 2 大蟾蜍蝌蚪的驯化温度反应率 (ARRs)

Table 2 Acclimation response ratio of the common giant toad tadpoles

种名 Name of Species	驯化温度 Acclimation temperature	最适温度的 ARR ARRs of PT*	最高逃避温度的 ARR ARRs of HAT*	最高致死温度的 ARR ARRs of HLT*
大蟾蜍蝌蚪 The common giant toad tadpoles	10 °C/25 °C	0.32	0.42	0.39

* PT: Preferred temperature; HAT: High avoidance temperature; HLT: High lethal temperature

有温度梯度的热环境中,能够运动的动物都会向一个较窄的最适温度范围集中。这种现象称作行为热调节或温度偏爱^[11]。这种最终适温被赋予以下定义:在一个温度梯度中,一个给定种的所有个体最终都会向某一温度聚集,而不管它们在被置于这一存在温度梯度的热环境之前的热经历如何,这一温度称作最终适温^[12]。热偏爱 (thermal preference) 反映了诸如新陈代谢、运动、繁殖和生长等生理过程所要求的最适温度^[13-18]。事实上,动物常常将诸如生长、繁殖和觅食等能够提高适合度的活动集中在一个较窄的温度范围内^[19-20]。显然,动物在最适温度范围内能最有效地完成那些能提高适合度的活动。换句话说,任何偏离最适温度的温度环境都会给旨在提高适合度的活动的表达带来不利的影响。有关上、下限临界温度的研究给动物提供了一个生态指标^[21-22]。

任何随时间呈正弦轨迹变化的环境因子,如温度的昼夜变化,都会呈现两峰或三峰分布^[23]。根据最适性模型,双峰环境实际上是具有同一标准误差

的两个正常分布的混合体,这两个正常分布被一个峰间距所隔离。该模型预测,当呈双峰分布的温度的峰间距为 17 °C 时将出现 3 个适合度峰值^[24]。

在恒温条件下驯化的大蟾蜍蝌蚪的最适温度分布仅有一个峰值,而在自然变温环境下生长发育的大蟾蜍蝌蚪的最适温度分布出现两个峰值。这种现象可以通过驯化温度的波动来解释。经过恒温驯化的大蟾蜍蝌蚪只经历了一个稳定的温度驯化过程,因而它们的最适温度分布只有一个峰值,而那些经过变温驯化的大蟾蜍蝌蚪经历了由低到高再由高到低并以 24h 为周期的正弦轨迹式温度变化。较大的驯化温度范围产生较大的最适温度范围。较低的最适温度峰值对应于夜间较低的水温,较高的最适温度峰值对应于白天较高的水温。因此,在自然变温环境下生长发育的大蟾蜍蝌蚪的最适温度分布出现两个峰值,且最适温度范围也比在恒温条件下驯化的大蟾蜍蝌蚪的宽。

大蟾蜍蝌蚪的最高逃避温度可能代表了它们在自然环境中遭遇的温度变化范围。最高逃避温度远

高于最适温度范围。这一结果符合最适性模型的一个预测,动物能够进行正常活动的温度范围一般小于在任何一个世代内动物所经历的环境温度^[24]。

最高致死温度较高于最高逃避温度,说明大蟾蜍蝌蚪能够耐受的极端高温范围较窄,但能够适应的温度范围却很宽。经过变温驯化后的大蟾蜍蝌蚪能够耐受较高的不利温度,这一结果也符合最适性模型预测;动物在变温环境中的温度耐受性高于其在恒温环境中的温度耐受性^[24]。

不同的驯化温度显著影响大蟾蜍蝌蚪的最适温度、最高逃避温度和最高致死温度,其中对最适温度的影响最小,对最高逃避温度影响最大。

References:

- [1] Huey R B, Kingsolver J G. Evolution of thermal sensitivity of ectotherm performance. *Trends in Ecology & Evolution*, 1989, 4: 131-135.
- [2] Avery R A. Field studies of body temperature and thermoregulation//Gans C, Pough F H eds. *Biology of the Reptilia* Vo. 1. 12. New York: Academic Press, 1982: 93-116.
- [3] Huey R B. Temperature, physiology and the ecology of reptiles. In: Gans C, Pough F H eds. *Biology of the Reptilia* Vo. 1. 12. New York: Academic Press. 1982: 25-91.
- [4] Pough F H. The advantages of ectothermy for tetrapods. *The American Naturalist*, 1980, 115: 92-112.
- [5] Prosser C L. *Environmental and Metabolic Animal Physiology: Comparative Animal Physiology*, Wiley-Liss. 1991: 24-47.
- [6] Wilson R S, Franklin C E. Testing the beneficial acclimation hypothesis. *Trends in Ecology & Evolution*, 2002, 17 (2): 66-70.
- [7] Mendelssohn E. Ueber den Thermotropismus einzelner Organismen. *Pflügers Arch. Ges. Physiol.*, 1895, 60: 1-27.
- [8] Wang L Z, Li X C, Sun T. Preferred temperature, avoidance temperature and lethal temperature of tadpoles of the Common Giant Toad (*Bufo gargarizans*) and the Chinese Forest Frog (*Rana chensinensis*). *Chinese Journal of Zoology*, 2005, 40(2): 23-27.
- [9] Wang L Z, Li X C. Effects of constant thermal acclimation on thermal tolerance of the Chinese Forest Frog (*Rana chensinensis*). *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2007, 31(5): 748-750.
- [10] Claussen D L. Thermal acclimation in ambystomatid salamanders. *Comparative Physiology and Biochemistry*, 1977, 58A: 333-340.
- [11] Reynolds W W, Casterlin M E. Behavioral thermoregulation and the "final preferendum" paradigm. *American zoologist*, 1979, 19: 211-224.
- [12] Fry F E J. Effects of the environment on animal activity. University of Toronto Studies, Biological Services, 1947, 68: 1-62.
- [13] Jobling M. Temperature tolerance and the final preferendum-rapid methods for the assessment of optimum growth temperatures. *Journal of Fish Biology*, 1981, 19: 439-455.
- [14] Kellog R L, Gift J J. Relationship between optimum temperatures for growth and preferred temperatures for the young of four fish species. *Transactions of the American Fisheries Society*, 1983, 112: 424-430.
- [15] McCauley R W, Casselman J M. The final preferendum as an index of the temperature for optimum growth in fishes. *World Symposium on Aquaculture in Heated Effluents and Recirculation Systems*, 1981, 2: 81-93.
- [16] Hadfield S. Observations on body temperature and activity in the toad *Bufo woodhousei fowleri*. *Copeia*, 1996, (4): 581-582.
- [17] Smith G C. Ecological energetics of three species of ectothermic vertebrates. *Ecology*, 1976, 57: 252-264.
- [18] Lillywhite H B. Behavioural thermoregulation in the Bullfrog *Rana catesbiana*. *Copeia*, 1970, (1): 58-168.
- [19] Brett J R. Some principles in the thermal requirements of fishes. *The Quarterly Review of Biology*, 1956, 31: 75-86.
- [20] Hutchison V H. Factors influencing thermal tolerance of individual organisms//Esch W G, McFarland W R, eds. *Thermal Ecology II*. US National Technical Information Service, Springfield, 1976: 10-26.
- [21] Andrewartha H G, Birch L C. *The distribution and abundance of animals*. Chicago, USA: University of Chicago Press, 1954: 26-235.
- [22] Magnuson J J, Crowder L B, Medvick P A. Temperature as an ecological resource. *American Zoologist*, 1979, 19: 331-343.
- [23] Curry G L, Feldman R M. *Mathematic foundations of population dynamics*. Texas A&M University Press, College Station, 1987: 35-46.
- [24] Gilchrist G W. Specialists and generalists in changing environments. I. fitness landscapes of thermal sensitivity. *The American Naturalist*, 1995, 146(2): 252-270.

参考文献:

- [8] 王立志, 李晓晨, 孙涛. 中国林蛙蝌蚪和大蟾蜍蝌蚪的最适温度、逃避温度和致死温度. *动物学杂志*, 2005, 40(2): 23-27.
- [9] 王立志, 李晓晨. 恒温驯化对中国林蛙热耐受性的影响. *水生生物学报*, 2007, 31(5): 748-750.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol.34, No.4 Feb., 2014 (Semimonthly)

CONTENTS

Frontiers and Comprehensive Review

- The bioavailability of dissolved organic carbon in the eutrophic lakes YE Linlin, KONG Fanxiang, SHI Xiaoli, et al (779)
- Plant species of the non-agricultural habitats in the lower reaches of the Yellow River plain agro-landscape
..... LU Xunling, LIANG Guofu, TANG Qian, et al (789)

Autecology & Fundamentals

- Manganese stress on the ultrastructures of a manganese tolerant plant, *Polygonum perfoliatum* L.
..... WANG Jun, WU Hui, XUE Shengguo, et al (798)
- Characteristics of arsenic (As) tolerance and accumulation in rice (*Oryza sativa* L.) genotypes with different radial oxygen loss
..... WU Chuan, MO Jingyu, XUE Shengguo, et al (807)
- Effects of water stress on physiological characteristics of different *Illicium lanceolatum* ecotypes under low light intensity
..... CAO Yonghui, ZHOU Benzhi, CHEN Shuanglin (814)
- Effect of branch number on the growth and development of *Morus alba* saplings ... HUAN Huihui, XU Xiao, LIU Gang, et al (823)
- Spatial distribution pattern and sampling technique for *Orthotylus* (*O.*) *sophorae* nymphs on *Sophora japonica*
..... ZHU Huiying, SHEN Ping, WU Jianhua, et al (832)
- Assessment of fungal diversity in apple replanted orchard soils by T-RFLP analysis
..... YIN Chengmiao, WANG Gongshuai, LI Yuanyuan, et al (837)
- Effects of dazomet on edaphon and growth of *Malus hupehensis* rehd. under continuous apple cropping
..... LIU Entai, LI Yuanyuan, HU Yanli, et al (847)
- Isolation, identification, and performance of two pyrene-degrading endophytic bacteria SUN Kai, LIU Juan, LI Xin, et al (853)

Population, Community and Ecosystem

- Effects of different temperatures on the growth and development of *Eotetranychus Kankitus* (Ehara)
..... LI Yingjie, WANG Ziyang, ZHANG Guohao, et al (862)
- Effect of available burrow densities of plateau pika (*Ochotona curzoniae*) on plant niche of alpine meadow communities in the
Qinghai-Tibet Plateau JIA Tingting, MAO Liang, GUO Zhenggang (869)
- Correlation between characteristics of *Reaumuria soongarica* communities and soil factors in the Sangong River basin
..... ZHAO Xuechun, LAI Liming, ZHU Linhai, et al (878)
- Effects of afforestation on soil microbial community structure in the arid valley of Minjiang River
..... WANG Weixia, LUO Da, SHI Zuomin, et al (890)
- Effects of reclamation on tidal flat and land use on soil microbial community
..... LIN Li, CUI Jun, CHEN Xueping, FANG Changming (899)
- Effects of *Pomacea canaliculata* on aquatic macrophyte community structure in paddy fields
..... ZHAO Benliang, ZHANG Jiaen, DAI Xiaoyan, et al (907)
- The adaptability and decontamination effect of four kinds of woody plants in constructed wetland environment
..... CHEN Yonghua, WU Xiaofu, HAO Jun, et al (916)
- Carbon budget of alpine *Potentilla fruticosa* shrubland based on comprehensive techniques of static chamber and biomass harvesting ...
..... LI Hongqin, LI Yingnian, ZHANG Fawei, et al (925)
- Effect of initial pH value on microbial Fe (III) reduction in alkaline and acidic paddy soils ... WU Chao, QU Dong, LIU Hao (933)

Landscape, Regional and Global Ecology

- Climate environmental change and stable carbon isotopes in age layers of *Tamarix* sand-hillocks in Kumtag desert
..... ZHANG Jinchun, YAO Tuo, LIU Changzhong, et al (943)

Resource and Industrial Ecology

- The critical factors of transpiration on muskmelon in plastic greenhouse ZHANG Dalong, CHANG Yibo, LI Jianming, et al (953)
- Ion absorption and distribution of symbiotic *Reaumuria soongorica* and *Salsola passerina* seedlings under NaCl stress
..... ZHAO Xin, YANG Xiaojun, SHI Yong, et al (963)
- The relationship between selected rhizosphere and non-rhizosphere soil properties and the quality of *Pyrola decorata*
..... GENG Zengchao, MENG Lingjun, LIU Jianjun (973)
- Spatial variation analysis of soil organic matter and nutrient factor for before and after planting crops
..... FANG Bin, WU Jinfeng (983)

Urban, Rural and Social Ecology

- Establishment and application of the index system for urban river health assessment
..... DENG Xiaojun, XU Youpeng, ZHAI Luxin, et al (993)
- Dynamic analysis of the ecological footprint and carrying capacity of tibet AN Baosheng, CHENG Guodong (1002)

Research Notes

- Responses of soil microorganisms and soil enzyme activities to different land use patterns in the water-level-fluctuating zone of
the Three Gorges Reservoir region MA Peng, LI Changxiao, LEI Ming, et al (1010)
- Effects of salt stress on growth and root development of two oak seedlings
..... WANG Shufeng, HU Yunxue, SUN Haijing, et al (1021)
- The effects of constant and variable thermal acclimation on thermal tolerance of the common giant toad tadpoles (*Bufo gargarizans*) ...
..... WANG Lizhi (1030)

《生态学报》2014 年征订启事

《生态学报》是由中国科学技术协会主管,中国生态学学会、中国科学院生态环境研究中心主办的生态学高级专业学术期刊,创刊于 1981 年,报道生态学领域前沿理论和原始创新性研究成果。坚持“百花齐放,百家争鸣”的方针,依靠和团结广大生态学科工作者,探索生态学奥秘,为生态学基础理论研究搭建交流平台,促进生态学研究深入发展,为我国培养和造就生态学科人才和知识创新服务、为国民经济建设和发展服务。

《生态学报》主要报道生态学及各分支学科的重要基础理论和应用研究的原始创新性科研成果。特别欢迎能反映现代生态学发展方向的优秀综述性文章;研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;新书评价和学术、科研动态及开放实验室介绍等。

《生态学报》为半月刊,大 16 开本,280 页,国内定价 90 元/册,全年定价 2160 元。

国内邮发代号:82-7,国外邮发代号:M670

标准刊号:ISSN 1000-0933 CN 11-2031/Q

全国各地邮局均可订阅,也可直接与编辑部联系购买。欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆等订阅。

通讯地址:100085 北京海淀区双清路 18 号 电 话:(010)62941099; 62843362

E-mail: shengtaixuebao@rcees.ac.cn 网 址: www.ecologica.cn

本期责任副主编 董 鸣 编辑部主任 孔红梅 执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报
(SHENGTAI XUEBAO)
(半月刊 1981 年 3 月创刊)
第 34 卷 第 4 期 (2014 年 2 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 34 No. 4 (February, 2014)

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel: (010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	王如松	Editor-in-chief	WANG Rusong
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add: 16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail: journal@cspg.net	Distributed by	Science Press Add: 16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel: (010)64034563 E-mail: journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add: P.O.Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 90.00 元