

# 环境因子对养殖条件下出蛰的东北林蛙 存活和生长的影响

佟庆<sup>①②</sup> 崔立勇<sup>①</sup> 王洪斌<sup>②</sup>

① 黑龙江省合江林业科学研究所 佳木斯 154002; ② 东北农业大学动物医学学院 哈尔滨 150030

**摘要:**实验通过在设施环境下和控制条件下,研究出蛰温度、湿度及风速3种环境因素对林蛙生长和存活的影响,目的在于探索东北林蛙(*Rana dybowskii*)适宜的出蛰环境。结果表明:温度是影响东北林蛙出蛰存活和生长的重要因素,当出蛰温度低于16℃,东北林蛙有较高的成活率,而出蛰温度高于20℃,则会引起70%以上的东北林蛙死亡,出蛰期间温度缓慢提高有利于东北林蛙生长和存活。东北林蛙出蛰期间适宜的湿度在80%以上,湿度低于60%则对东北林蛙不利。出蛰环境以无风为好,有风会造成东北林蛙的死亡。在人工养殖过程中,可依据当地、当年的气候来进行出蛰。出蛰当日平均温度宜在15℃以下。

**关键词:**东北林蛙;出蛰;环境因子;成活率

**中图分类号:**Q958 **文献标识码:**A **文章编号:**0250-3263(2012)01-44-07

## Influence of Temperature, Humidity and Wind Speed on Survival and Growth of *Rana dybowskii* out of Hibernation

TONG Qing<sup>①②</sup> CUI Li-Yong<sup>①</sup> WANG Hong-Bin<sup>②</sup>

① Heilongjiang Province Institute of Hejiang Forestry, Jiamusi 154002;

② College of Veterinary Medicine, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China

**Abstract:** We observed survival rate and growth of Brown Frog (*Rana dybowskii*) who come out of hibernation at different temperature, humidity and wind speed in control experiment condition. Brown Frog who came out of hibernation at lower temperature (15.2℃) had a higher survival rate (88.23% vs. 29.71%) and heavier body weight (6.37 ± 1.84 g vs. 5.32 ± 1.49 g) than those at higher temperature (19.6℃). The survival rates of Brown Frog coming out at varied temperature each 3 days (0℃ to 8℃, then 8℃ to 16℃) was 80%, then reduced to 73.33% at varied temperature from 0℃ to 16℃ in 6 days; However, the survival rate decreased to 23.33% and zero when move frogs from 0℃ to 20℃, from 0℃ to 25℃ immediately after they come out. The survival rate reduced with humidity decline, 83.2% at humidity 95%, 80% at humidity 80%, 60% at humidity 60%. Wind speed at 0.4 m/s and 0.8 m/s lead to all the frog died at 7 days and 5 days, while 83.33% frog survived at wind free condition. According to our result the best temperature for frog come out of hibernation should be below 15℃.

**Key words:** *Rana dybowskii*; Out of hibernation; Environmental factors; Survival rate

**基金项目** 黑龙江省自然科学基金项目(No. C200948, C201046);

**第一作者介绍** 佟庆,男,工程师;研究方向:生态学;E-mail:lxixl@126.com。

**收稿日期:**2011-09-16, **修回日期:**2011-11-15

东北林蛙(*Rana dybowskii*)是具有重要药用价值和经济价值的特种经济动物<sup>[1]</sup>。近年来,我国开展了东北林蛙半人工和全人工养殖,形成了我国特有的养殖品种<sup>[2-3]</sup>。由于半人工养殖有局限性<sup>[3-5]</sup>,而东北林蛙全人工养殖技术还不成熟,所以东北林蛙生理、生态和养殖技术的研究就显得尤为迫切。

在东北林蛙养殖的初期,养殖者利用围栏圈舍模拟其林下生境,使出蛰期间温度、湿度等环境条件尽可能接近其林下生境的条件,以期为东北林蛙创造适宜的生境。但养殖中仍出现了出蛰期间体重很快下降,死亡率高(20%以上)的状况<sup>[3]</sup>。为改变这种状况,结合养殖实践,利用大棚能保温、加湿和挡风的功能,对东北林蛙出蛰的环境条件进行调整,实验研究了不同出蛰环境对东北林蛙生长和存活的影响;为使东北林蛙能够尽快进食,减少出蛰后的蛰伏时间和体重的损失,实验研究了不同出蛰温度对东北林蛙生长和存活的影响。由于室外养殖条件复杂,很多因素都会影响实验的结果,本实验观察了室内控制条件下温度、湿度和风速对东北林蛙生长存活的影响。以期为东北林蛙开发利用方面提供参考依据。

## 1 材料与方 法

**1.1 材料** 室外出蛰环境下,不同出蛰环境对东北林蛙影响的实验,所用的东北林蛙为人工养殖经冬眠后的个体,平均体重为 $(4.63 \pm 1.31)g(n=32)$ 。实验于2009年4月30日至2009年6月1日进行。室外出蛰环境下,出蛰温度对东北林蛙影响的实验,所用的东北林蛙平均体重为 $(4.82 \pm 1.54)g(n=32)$ 。实验于2010年4月30日至2010年6月1日进行。

室内实验所用东北林蛙体重为 $(15.65 \pm 1.69)g(n=32)$ 。幼蛙养殖4个月后于当年的11月份入蛰,并在越冬池内冬眠,12月份越冬池内的温度 $0.3^{\circ}C$ 。实验于2010年12月至2011年3月进行。以上实验地点均在佳木斯市江口镇佳林东北林蛙养殖场。

## 1.2 方 法

**1.2.1 不同出蛰环境对东北林蛙生长和存活的影响**

**1.2.1.1 实验分组** 实验主要研究大棚和围栏养殖环境条件对东北林蛙出蛰后生长、进食和成活率的影响。实验分围栏圈舍出蛰组和大棚圈舍出蛰组2个处理组。围栏组设3个重复组,即3个围栏圈舍;大棚组设4个重复,即4个大棚圈舍。养殖密度均为40只/ $m^2$ 。

**1.2.1.2 养殖条件和饲养管理** 围栏圈舍,用特制丁字瓦围一块正方形土地,瓦露出地面1.2 m,每个围栏圈舍 $10 m \times 10 m$ ,上面架设遮阴网,内置水循环设备、喷水设备,种植低矮植物。大棚圈舍,用钢管骨架和聚氯乙烯无滴膜构建,大棚跨度8 m左右,长8 m左右,屋脊高2.0 m以上。大棚地面种植低矮植物。内置水循环设备、喷水设备和遮阴网。大棚和围栏圈舍内采用喷水的方式加湿,地面不积水,空气相对湿度控制在70%~80%。天气炎热时,每天向圈内喷水1~2次以降温。饲养管理,饲料以家蝇(*Musca domestica*)的幼虫为主,配合黄粉虫(*Tenebrio molitor*)。每天8:00时和16:00时各投喂一次,投喂时把活体饵料均匀撒在圈舍内,供东北林蛙自由取食。

**1.2.1.3 小气候观测和动物生长调查** 小气候观测,采用泽大ZDR-20温湿度自动记录仪对大棚及围栏圈舍的空气温度和空气相对湿度进行测量,探头距地面30 cm,位于大棚中央,每小时自动测量温度和湿度6次,温度测量范围 $-40 \sim 100^{\circ}C$ ,空气相对湿度测量范围为0~100。利用地温计对地表温度进行测量。动物生长调查,每次随机测量各龄东北林蛙30~40只。用电子天平(金诺TD20002,精确度0.01 g)测量体重。每天清拣死亡的东北林蛙,并记录。

**1.2.2 出蛰温度对东北林蛙生长和存活的影响** 实验设低温组(5月1日出蛰)和高温组(5月17日出蛰)2个处理组。每组设3个重复组。将东北林蛙随机放入 $8 m \times 8 m$ 的大棚养殖圈舍内,养殖密度均为40只/ $m^2$ 。大棚圈舍的结构,动物的饲养管理,小气候观测和动物生

长调查实验同上。

### 1.2.3 室内条件下温度对东北林蛙出蛰存活的影响

**1.2.3.1 温度渐变实验** 温度渐变实验共设置 2 个实验组,每组设 3 个重复。每个重复东北林蛙数为 10 只,共 30 只。先将 10 只东北林蛙装入纱笼(35 cm × 40 cm × 40 cm)里,再将纱笼放入 a 和 b 玻璃箱(长 1.2 m,宽 0.6 m,高 0.5 m)内,每个玻璃箱放置 3 个纱笼。玻璃箱内用加湿器加湿,实验过程中空气相对湿度维持在 90% 左右。玻璃箱底部垫有 1 cm 厚的棉垫,润湿,箱底部有孔,积水可排出。采用泽大 ZDR-20 温湿度自动记录仪对玻璃箱内的空气温湿度进行监测。光照为自然光照。

实验组温度设置为: I. 0.3℃ → 8.0℃ (3 d) → 16.0℃ (3 d) → 20.0℃; II. 0.3℃ → 16.0℃ (6 d) → 20.0℃。实验中温度控制的方法是:将越冬池内(0.3℃)捞出的林蛙装入玻璃箱 a 和 b 内,并分别置于 8.0℃ 和 16.0℃ 的室内。玻璃箱 a 置于 8.0℃ 的室内 3 d 后移至 16.0℃ 的室内。3 d 后,则利用有自动温控装置的电暖气将房间升温至 20.0℃。玻璃箱 b 置于 16.0℃ 的室内 6 d 后,利用有自动温控装置的电暖气将房间升温至 20.0℃。

每天统计东北林蛙存活情况,温度高于 16℃ 时,每天用黄粉虫饲喂东北林蛙,并观察进食情况,实验进行 12 d。

**1.2.3.2 温度骤变实验** 温度骤变实验共设置 2 个实验组,每组设 3 个重复。每个重复东北林蛙数为 10 只,共 30 只。实验组温度设置为: I. 0.3℃ → 20.0℃; II. 0.3℃ → 25.0℃。实验中的温度设置为:将装有东北林蛙的玻璃箱分别放入 20.0℃ 和 25.0℃ 的室内。其他条件设置同上。每天统计东北林蛙存活情况,并用黄粉虫饲喂东北林蛙,观察进食情况,实验进行 12 d。

**1.2.4 室内条件下空气湿度对东北林蛙出蛰存活的影响** 湿度实验共设置 3 个实验组,每组设 3 个重复组。每组东北林蛙数为 30 只。实验组空气湿度设置为 I. 湿度 65%; II. 湿度 80%; III. 湿度 95%。通过控制加湿器的喷水量和喷水时间来

调整玻璃箱内的湿度。其他条件设置同 1.2.3.1。温度过程为 0 → 12℃。每天统计东北林蛙存活情况,实验时间为 12 d。

**1.2.5 室内条件下风速对东北林蛙出蛰存活的影响** 风速实验共设置 3 个实验组,每组设 3 个重复组。每组东北林蛙数为 30 只。依据对出蛰期间室外风速的测量,实验组风速设置为: I. 0 m/s; II. 0.4 m/s; III. 0.8 m/s。利用风扇在玻璃箱一侧吹风,在玻璃箱内部正中距底 5 cm 处用风速计(希玛牌风速计,测量范围为 0.3 ~ 45.0 m/s,精度为 0.1 m/s)测量风速。每天吹风 1.5 h,时间为 12:00 ~ 13:30 时。以上实验过程中,温度过程为 0℃ → 12℃。用超声波加湿器加湿。其他条件设置同 1.2.3.1。每天统计东北林蛙存活情况,实验时间 12 d。

**1.3 统计分析** 实验数据采用平均值 ± 标准差 (Mean ± SD) 表示,使用 SPSS 17.0 分析软件对数据进行单因素方差分析 (ANVOA),并结合 Duncan 新复极差进行多重比较来检验处理间的差异显著性 ( $P < 0.05$ )。使用 Excel 2003 作图。

积温 ( $A$ ) 的计算公式为:  $A = \sum_{i=1}^n (t_i - B)$ 。

其中  $n$  为实验天数 ( $d$ ),  $t_i$  为一天内的平均温度 (℃),  $B$  为生物学下限温度,以实验中所观察的东北林蛙能够进食的平均气温 15℃ 为生物学下限温度;若  $t_i < B$ ,则  $t_i - B = 0$ 。

## 2 结果

### 2.1 不同出蛰环境对东北林蛙生长、进食和存活的影响

**2.1.1 出蛰环境的温度和湿度** 从有效积温变化上看(图 1),大棚内在 5 月 8 日以后、围栏 5 月 23 日以后有效积温才高于 0℃。

5 月 1 日至 5 月 31 日大棚内温度为 (18.04 ± 2.42)℃,围栏内温度为 (13.65 ± 2.10)℃,两者差异显著 ( $F_{1,2,521} = 58.277, P < 0.01$ )。5 月 1 日至 5 月 31 日大棚内相对湿度为 69.77% ± 21.53%,围栏内相对湿度为 86.02% ± 13.45%,两者差异显著 ( $F_{1,2,521} = 520.377, P < 0.01$ ) (图 2)。

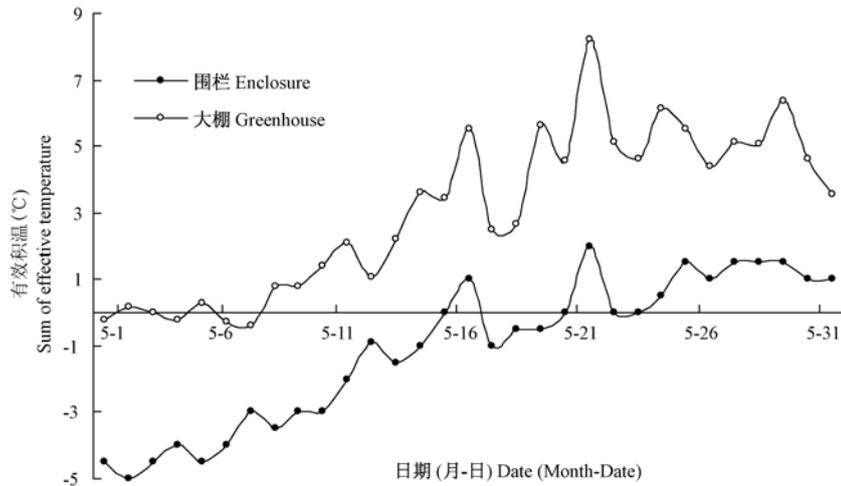


图 1 2009 年 5 月围栏和大棚圈舍的有效积温比较

Fig. 1 The comparison of effective temperature at enclosure sheds and greenhouses in May 2009

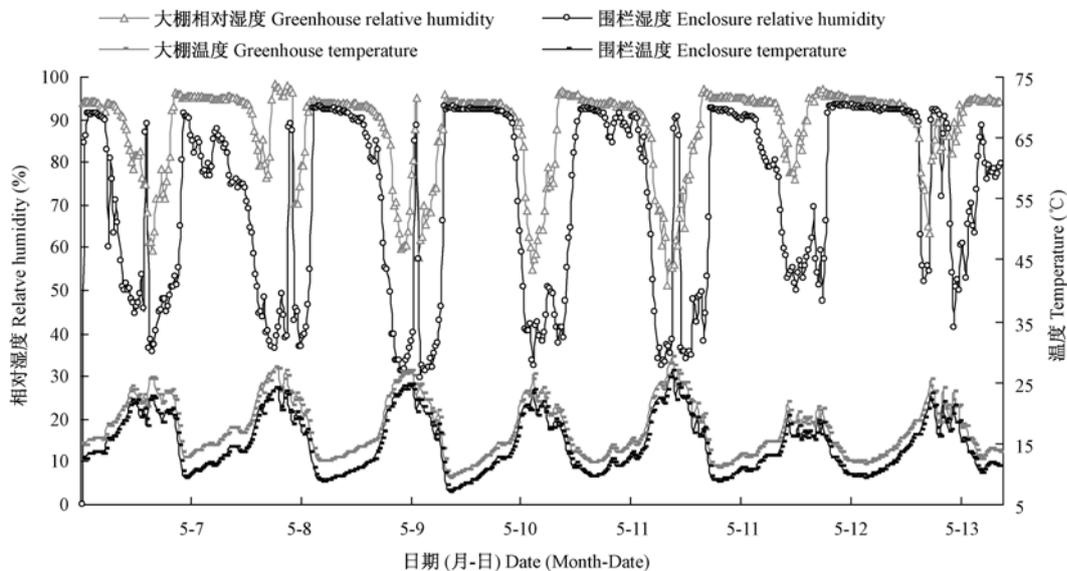


图 2 2009 年 5 月 7 日至 5 月 13 日大棚和围栏温、湿度变化

Fig. 2 Temperature and humidity at enclosure sheds and greenhouses from May 7 to May 13 2009

**2.1.2 出蛰环境对东北林蛙生长、进食和存活的影响** 根据观察,同在 5 月 1 日出蛰的东北林蛙,在大棚中,要经过 7 d 左右的蛰伏开始少量进食,进食时间为中午温度较高时,正常进食则在出蛰 2 周左右;而在围栏里则要经过 23 d 的蛰伏后才进食。出蛰 1 月后(6 月 1 日)大棚内东北林蛙体重( $6.53 \pm 2.73$ ) g ( $n=32$ )显著高于围栏内东北林蛙体重( $5.21 \pm 1.28$ ) g ( $n=32$ ) ( $F_{1,63} = 10.987, P < 0.05$ )。出蛰 1 月

后围栏圈舍林蛙春季出蛰存活率为 71.63% ( $n=4\ 000$ ),大棚内为 89.36% ( $n=2\ 500$ )。

## 2.2 不同出蛰温度对东北林蛙生长、存活的影响

**2.2.1 不同出蛰期间的温度和湿度** 低温出蛰组在 5 月 1 日出蛰,出蛰当日平均温度为 11.2°C,出蛰至集中进食(5 月 14 日)的平均温度为( $13.89 \pm 6.89$ )°C。高温出蛰组为 5 月 17 日出蛰,出蛰当日平均温度为 19.60°C,出蛰至集中进食(5 月 24 日)的温度( $21.63 \pm 4.77$ )°C

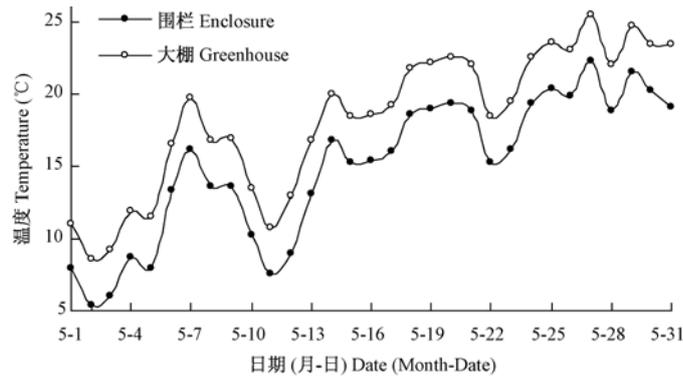


图3 2010年5月大棚内日平均温度变化图

Fig. 3 Average temperature changes at greenhouses sheds in May 2010

显著高于低温出蛰组 ( $F_{1,1779} = 721.146, P < 0.01$ ) (图3)。5月1日至5月16日大棚内平均相对湿度为  $79.15\% \pm 16.87\%$ , 5月17日至5月31日大棚内平均相对湿度为  $83.70\% \pm 16.12\%$ , 两者差异显著 ( $F_{1,2509} = 48.51, P < 0.01$ )。

**2.2.2 出蛰温度对东北林蛙生长、存活的影响**

在6月1日, 低温出蛰组的东北林蛙体重为  $(6.37 \pm 1.84) g (n = 32)$ , 高温出蛰东北林蛙体重为  $(5.32 \pm 1.49) g (n = 32)$ , 二者差异显著 ( $F_{1,63} = 10.987, P < 0.05$ )。

低温(5月1日)出蛰组的东北林蛙于5月14日进食, 需经过2周的蛰伏。高温(5月17日)出蛰组的东北林蛙在24日进食。可见东北林蛙即便在高于林蛙取食温度的环境条件下出蛰, 林蛙仍需要1周的蛰伏调整才能取食, 而非出蛰后即取食。低温出蛰的东北林蛙存活率为  $88.23\% (n = 2500)$ , 高温日出蛰的东北林蛙存活率  $29.71\% (n = 2500)$ 。东北林蛙的死亡多在出蛰后的7d之内, 尤其是5月17日出蛰的东北林蛙(图4)。

**2.3 温度对东北林蛙出蛰存活率的影响** 在出蛰温度缓慢升高的条件下, 东北林蛙出蛰存活率缓慢下降。出蛰温度从  $0^{\circ}C$  到  $8^{\circ}C$  再到  $16^{\circ}C$ , 东北林蛙的存活率为  $80.00\%$ 。出蛰温度从  $0^{\circ}C$  到  $16^{\circ}C$ , 东北林蛙的存活率为  $73.33\%$ 。出蛰温度骤然升高的条件下, 东北林蛙存活率迅速下降。在  $0^{\circ}C$  至  $25^{\circ}C$  的条件下, 东北林蛙在5d内全部死亡。而  $0^{\circ}C$  到  $20^{\circ}C$  的

条件下存活率为  $23.33\%$  (图5)。可见缓慢的温度提升有利于东北林蛙出蛰。

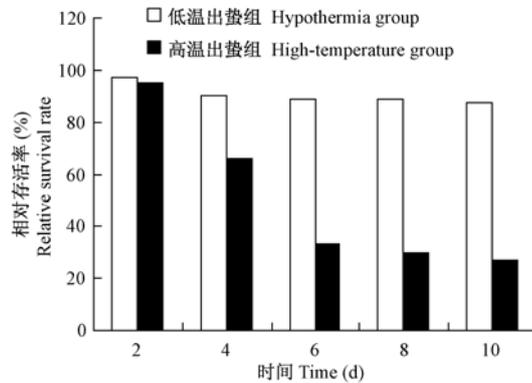


图4 东北林蛙在不同出蛰温度下存活率随时间的变化

Fig. 4 The survival rate of brown frog out of hibernation at different temperatures over time

**2.4 空气湿度对东北林蛙出蛰存活率的影响** 在相同的温度条件下, 东北林蛙的存活率随着空气湿度的降低而降低。在出蛰12d后, 湿度  $95\%$  的条件下, 东北林蛙出蛰存活率为  $83.20\%$ ; 湿度  $80\%$  的条件下, 东北林蛙出蛰存活率为  $80.00\%$ ; 湿度  $65\%$  的条件下, 东北林蛙出蛰存活率为  $60.00\%$  (图6)。

**2.5 风速对东北林蛙出蛰存活率的影响** 风对东北林蛙出蛰有着显著的影响。据观察, 在有风吹时, 东北林蛙会极力躲避风的吹袭。随着风速的增加, 随着暴露于风的时间的增加, 东北林蛙死亡率增加。在无风的条件下, 东北林蛙的成活率为  $83.33\%$  (图7)。

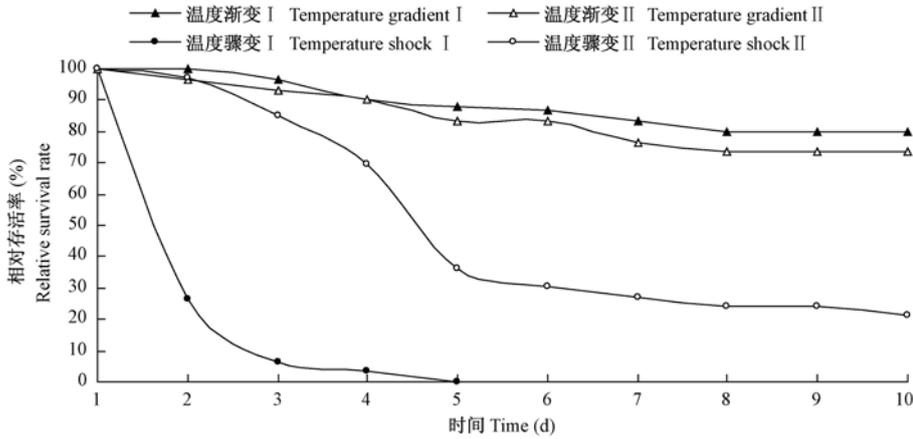


图 5 不同温度下东北林蛙出蛰存活率随时间的变化

Fig. 5 Survival rate of brown frog out of hibernation at different temperatures over time

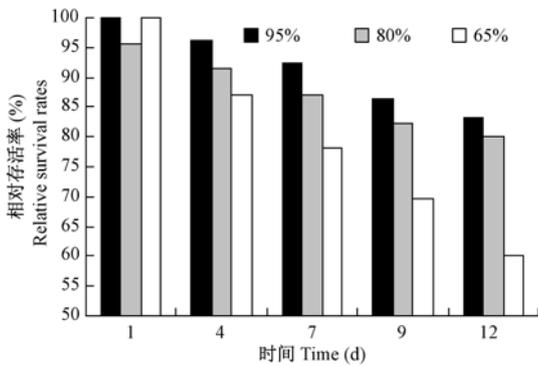


图 6 东北林蛙在不同湿度下出蛰存活率随时间的变化

Fig. 6 Survival rate of brown frog out of hibernation at different humidity over time

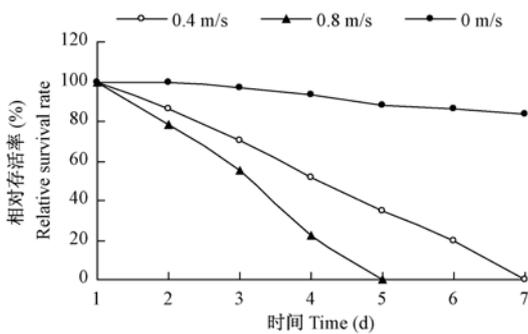


图 7 东北林蛙在不同风速下出蛰存活率随时间的变化

Fig. 7 Survival rate of brown frog out of hibernation at different wind velocity over time

### 3 讨论

**3.1 温度对东北林蛙出蛰的影响** 东北林蛙生活史中水陆环境交替出现,东北林蛙出蛰需要适宜的温度、湿度、风、光和植被等条件<sup>[6]</sup>。在自然界中,东北林蛙从水中出蛰,都能找到较为适宜的湿度环境,而春季气温是缓慢上升的,所以在影响林蛙存活的条件中,食物是一个十分关键的因素。东北林蛙经过冬眠,体内贮存的养分基本耗尽,急需补充,而昆虫等生物尚未出现,造成食物短缺,不能及时补充营养,东北林蛙被迫进入休眠状态<sup>[7]</sup>。在休眠期内,东北林蛙机体保持最低代谢水平,使体内有限的养分得以充分利用<sup>[8-9]</sup>。出蛰后的休眠,也是东北林蛙适应环境的表现。但在本实验中,在满足进食温度的条件下,东北林蛙并不是马上进食,而是经过 5~7 d 后才能进食。而在高温期间出蛰的东北林蛙的死亡,可能原因是出蛰温差过大,温度过高造成的应激<sup>[10]</sup>。动物在应激过程中产生不适应而死亡。同时说明在温度骤变时东北林蛙对高温的耐受能力明显降低。适度的应激,使机体可以完全适应外界环境的变化,这种应激不仅对机体无害,还可能是有利的。所以东北林蛙能够适应一定的温度骤升。在大棚圈舍内低温出蛰有利于东北林蛙的生长存活,已经有植被覆盖,植被可以满足东北林蛙对保湿和隐蔽的要求<sup>[11]</sup>,大棚内温度缓慢的升

高也相似于自然环境中的温度升高,有利于林蛙身体机能的调整。同时也能在林蛙有进食欲望时提供适宜的温度和食物。

### 3.2 风和空气湿度对东北林蛙出蛰的影响

东北林蛙的皮肤很薄,光滑且湿润,上面覆盖一薄层黏液,有呼吸功能。风加速水分的蒸发和体表散热的速率。在有大风的环境中东北林蛙很容易干燥脱水,是难以存活的。所以在养殖中,场地要选择避开有大风的风口。

东北林蛙出蛰后虽然其可以离开水体,长时间在陆地生活,但需要持久的高湿度才能生存。东北林蛙体内的水分可从食物和环境获得,出蛰期间东北林蛙不能进食,环境是其获得水分的惟一途径,而此时春风比较猛烈,气候干燥,野生的东北林蛙在自然环境中只能通过调整在环境中的位置来适应温湿度的变化<sup>[6]</sup>。在养殖的圈舍中植被稀疏或还没有,地表又很平整,东北林蛙找不到避风且湿润的场所,会因干燥失水而出现死亡。环境湿度同样是林蛙生活的决定性因素。在自然环境中,干旱可以影响到昆虫的丰度,干旱对中国林蛙(*R. chensinensis*)的生长发育的影响表现为推迟一年性成熟,体长、体重减少和发育不良<sup>[12]</sup>,但要注意的是,在林蛙养殖生产中,林蛙出蛰初期的管理是不主张喷水加湿的。适宜地增温对东北林蛙生长发育有显著的影响<sup>[13]</sup>,而在食物丰富的条件下,环境湿度对东北林蛙生长发育的影响,还需要进一步研究。

### 参 考 文 献

- [1] 胡鑫,刘成柏,陈晓平,等. 林蛙油中主要营养保健成分含量的研究. 吉林农业大学学报,2003,25(2): 218-220.
- [2] 赵文阁,曹良,田秀华. 东北林蛙养殖实用技术. 哈尔滨: 东北林业大学出版社,2009.
- [3] 田秀华,赵文阁,柏永明,等. 东北林蛙人工养殖存在问题及发展对策. 野生动物,2009,30(4): 189-190.
- [4] 陈九屹,那顺得力格尔,孙全辉,等. 吉林珲春自然保护区东北虎及其猎物资源调查. 动物学杂志,2011,45(2): 46-52.
- [5] 王维胜,马建章. 东北林区半人工养殖林蛙对当地自然生态保护影响的调查与分析. 四川动物,2011,30(3): 456-459.
- [6] 于丹,赵克尊,李俊涛,等. 中国林蛙的繁殖生态及其资源恢复. 东北林业大学学报,1992,20(5): 89-93.
- [7] 丛福君,刘志文. 中国林蛙生殖休眠原因初探. 特产研究,1993,(2): 21-22.
- [8] 高志光,邓秋香. 中国林蛙生殖休眠的生理和环境分析. 吉林林学院学报,1999,15(3): 153-155.
- [9] 汉丽梅,汉丽萍,刘明春,等. 中国林蛙排卵前后血液葡萄糖、血清蛋白质及血红蛋白的测定与分析. 中国兽医杂志,2002,38(5): 37-38.
- [10] 吴结革,茆达干. 热应激对动物生殖机能的影响及其作用机理. 家畜生态学报,2006,27(6): 169-172.
- [11] 张利萍. 中国林蛙适生环境及其营养生态的调查研究. 林业实用技术,2011,(1): 40-42.
- [12] 李世仪,李海峰,杨红莹,等. 干旱对中国林蛙体长生长的影响. 动物学杂志,2002,37(6): 66-69.
- [13] 杨名赫,佟庆,高利,等. 增温对人工养殖东北林蛙生长曲线的影响. 四川动物,2011,30(4): 537-543.