

温度对福寿螺生长发育的影响

傅先源

王洪全

(广州师范学院生物系, 510400)

(湖南师范大学生物系, 长沙 410081)

摘 要 通过恒温箱与温棚设置不同温度水平, 测试结果表明: 福寿螺卵发育的适宜温度为 20~35℃, 发育历期与温度相关系数 $r = -0.942$ 。夏季卵的发育起点温度为 14.7℃, 有效积温为 141.435 日度。福寿螺能生存的水温范围为 10~30℃, 最适水温范围为 20~25℃; 同一级螺, 水温越高, 长速越快。福寿螺在长沙地区的自然生态条件下不能越冬, 冬季死亡率达 100%。福寿螺在无水条件下有休眠现象, 冬季室温 2~17℃时, 连续休眠 3 个月, 成螺、中螺存活率达 57.6%, 亲螺可在休眠状态中越冬。

关键词 福寿螺, 温度, 生长, 发育, 休眠, 越冬, 卵

福寿螺(*Ampullaria gigas*), 又名大瓶螺, 苹果螺, 原产于南美洲亚马逊河流域, 其肉质爽嫩、味道鲜美, 属营养丰富的高蛋白食品。发展福寿螺养殖, 对改善人们的食品结构和解决鱼、虾和河蟹等水产类的动物性蛋白饵料, 具有重要价值。

在台湾、广东等省区, 冬季水温较高, 福寿螺往往过度繁殖, 侵害水生作物, 有人因此提出在湖南等省控制养殖, 限制了福寿螺在湖南等省的养殖研究。目前有关福寿螺的报道较少, 仅限于形态结构[胡白强等 1991]、胚胎发育[谢嗣光 1994]、网箱轮养[叶奕佐 1995]及一般生物学生态学观察[毛盛贤 1989]。为此, 作者选择了福寿螺的养殖生态学研究课题, 并进行了较系统的研究。本文主要研究温度对福寿螺生长发育的影响, 希望为湖南等省发展福寿螺养殖工作提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 材料和设备

所需福寿螺研究材料由湖南师范大学经济动物研究室提供, 亲螺系 95 年冬季恒温池(水温 12℃)越冬螺。主要设备有: 1m×2m×1.2m 水泥池; DV 型电加热线; 恒温箱; 温棚。

1.2 卵孵化温度水平设置

冬季用 DV 型电加热线使水温恒定在 23℃左右, 所产卵两天后保存于室温 6~15℃环境里, 存放时间分为 4 个水平, 即 2 天、15 天、30 天、45 天, 分别放在 15℃、20℃、25℃、30℃、35℃、40℃的恒温箱中孵化, 记录孵化历期, 统计孵化率。

另统计夏季 60 个卵块的自然孵化历期及平均温度, 进行相关分析, 研究孵化历期与孵化温度的关系。

1.3 螺的分级

在本试验中,将福寿螺按重量大小分为四级,依次为:

螺苗级(I)(Rank I *Ampullaria gigas*), 0.003~0.30g/只(大小似绿豆);

仔螺级(II)(Rank II *Ampullaria gigas*), 0.30~1.5g/只(大小似黄豆);

中螺级(III)(Rank III *Ampullaria gigas*), 1.5~6.5g/只(大小似蚕豆);

成螺级(IV)(Rank IV *Ampullaria gigas*), 6.5~70g/只(大小似板栗)。

其中成螺性腺发育成熟,能交配产卵。所有性腺未成熟的螺苗、仔螺、中螺,统称幼螺。

1.4 四级螺生长速度测定

将恒温箱分别恒温在 15℃、20℃、25℃、30℃、35℃、40℃、45℃,养殖四级螺各 1 个月,设 3 个重复,以米糠、烘干的苕麻叶、金鱼藻为饵料,定时称测各级螺重。

1.5 福寿螺的休眠与越冬

1.5.1 休眠

在冬季室温 2~17℃情况下,让成螺、中螺在无水水族缸中休眠,分别在 15 天、30 天、90 天后放入 20℃水体中,检查存活情况,各设 3 个重复。

1.5.2 越冬

96 年 12 月中旬,利用温棚内 9 个培育池(1m×2m×1.2m),各池放成螺 10 个,中螺 80 个,分别以稻草、水葫芦覆盖水面或不覆盖,水深分别为 30cm、60cm、90cm,比较温棚内外水温差及福寿螺存活情况。

冬季水温低于 10℃时,在两个培育池(1m×2m×1.2m)中投进成螺 710 个,中螺 526 个,仔螺 600 个,采用 DV 型电加热线使池水恒温 11~13℃,投以蔬菜叶等饵料,待春季水温自然回升至 10℃以上时停止加热。

2 结果

2.1 温度对卵发育速度的影响

冬季水温降至 7~18℃时,使池水恒温 23℃左右,将雌螺所产卵于室温 6~15℃存放 2 天后,再恒温至 20~35℃,其孵化率为 46.253%~65.398%(表 1);而在室温 6~15℃存放半月,再恒温于 20~35℃,其孵化率为 40.641%~52.264%。而夏季所产卵的自然孵化率达 97%,可见冬季恒温池水 23℃所产卵在 20~35℃恒温箱中的孵化率比夏季所产卵的自然孵化率要低。冬季所产卵在室温 6~15℃下存放 1 月后,再恒温于 20~35℃,其孵化率极低,仅为 0.495%~2.020%;在室温 6~15℃条件下存放 45 天,再恒温 20~35℃时,所有卵均不能孵化。温度为 15℃或 40℃、45℃时,即使仅存放 2 天的卵也不能孵化;冬季气温下降至 0℃时,卵发生冰冻,卵内结构及卵壳被破坏,卵不能孵化。冬季室温 6~15℃条件下分别存放 2 天、15 天、30 天的卵在 20~35℃的恒温范围内孵化时,其孵化历期相同,可见在室温 6~15℃之间,卵的发育处于停滞状态。

表 1 冬季不同存放历期卵于不同温度下孵化状况

Tab. 1 Results of winter ovum hatching under different saving time and temperatures

温度 (°C)	卵存放时间(日)						有效积温 (日度)
	2		15		30		
	孵化历期(日)	孵化率(%)	孵化历期(日)	孵化率(%)	孵化历期(日)	孵化率(%)	
20	34	63.64	34	52.041	34	2.020	170
25	18	65.398	18	52.264	18	0.495	180
30	12	54.057	12	46.454	12	1.097	180
35	10	46.253	10	40.641	10	0.732	200

冬季卵恒温 25℃孵化时,其发育历期为 18 日;恒温 30℃时,发育历期为 12 日。由此可以计算出卵的发育起点温度为 15℃,有效积温为 180 日度。

温棚条件下,随季节变化,温度升降,卵的孵化加速或减缓。福寿螺在长沙 3 月下旬即可移至室外养殖,5 月中旬水温超过 22℃时开始产卵,6 月上旬卵开始孵化,10 月中旬水温低于 18℃时产卵结束,全年产卵近 5 个月。其中 10 月上、中旬由于气温低于 20℃,所产卵孵化速度极为缓慢,经过一个月时间至 11 月底时,10 月 13 日所产卵的卵壳变白,取出其中螺苗放在 20℃水中,可见螺苗仍能活动,但到了 11 月份,卵粒中的螺苗已不能自动破壳而出了。

夏季所产卵在平均气温为 24.13±0.95℃时,孵化历期为 15 日;平均气温为 32.38±0.78℃时,孵化历期为 8 日,可计算出卵的发育起点温度为 14.7℃,有效积温为 141.435 日度(表 2)。夏季所产卵的孵化历期与孵化温度间相关系数 $r=-0.942$,相关系数显著性的 t 检验说明两者间存在极显著负相关。其线性回归方程为: $y=30.7217-0.6829x$,上式中, x 为平均气温(°C); y 为孵化历期(日)。

表 2 夏季卵的孵化结果

Tab. 2 Hatching results of *Ampullaria gigas* ova in summer

孵化历期(日)	8	10	11	12	13	15
平均气温(°C)	32.38±0.79	31.73±0.22	28.48±1.76	27.22±1.24	24.94±0.54	24.13±0.95
有效积温(日度)	141.455	170.3	151.58	150.24	133.12	141.435

2.2 温度对四级螺生长速度的影响

水体温度不同水平(5~40℃)对四级螺存活和生长发育速度有重要影响。水温 15~30℃时,保证适宜的水温和饵料,则螺苗、仔螺的存活率可达 54.17~86.67%,中螺、成螺的存活率可达 83.33~100%;当水温为 35℃时,成螺 10 天内死亡,螺苗、仔螺 1 个月内存活率均低于 5%,中螺存活率较高,达 41.67%;水温 40℃时,成螺、中螺仅能存活 2 天,而螺苗、仔螺最多能存活 10 天(表 3)。温度为 15~30℃时,温度越高,则四级螺生长速度越快,30℃时最快;在同一适宜温度下,以个体重 11.5~15.3g 的成螺生长速度最快;螺重 11.5g 以下时,规格越小生长速度也越慢。

2.3 水深、水面覆面物保温对成螺、中螺冬季存活的影响

2.3.1 自然条件下越冬

福寿螺在长沙不能野外越冬,水温 10℃时,福寿螺失去活动能力,摄食停止;水温低于 10℃时,出现少量死亡;低于 7℃大量死亡,水温降至 5℃时则难以生存。

表 3 不同温度下四级螺存活、生长情况

Tab. 3 Survival and growing results of four ranks *A. gigas* under different temperatures

螺级	温 度 (°C)					
	15	20	25	30	35	40
存活时间(日)	I	30	30	30	30	10
	II	30	30	30	30	10
	III	30	30	30	30	2
	IV	30	30	30	30	2
存活率(%)	I	85.83	82.50	71.67	54.17	3.33
	II	64.44	86.67	71.11	57.78	2.22
	III	100	100	100	83.33	41.67
	IV	100	100	100	88.89	0
个体增重(g)	I	0.102±0.010	0.118±0.010	0.129±0.004	0.148±0.012	0.113±0.002
	II	0.222±0.019	0.336±0.03	0.594±0.018	0.692±0.043	0.497±0.014
	III	0.342±0.023	0.426±0.032	0.108±0.007	1.553±0.078	1.185±0.023
	IV	0.089±0.002	1.216±0.071	2.389±0.093	4.459±0.053	

2.3.2 水深与覆盖物保温越冬

长沙地区 1997 年 1 月份室外平均水温仅 3.6℃, 最低水温 0℃以下, 有时受霜降、雨雪天气影响, 夜间水温甚至低于 0℃, 表层水面产生冰冻。1996 年 12 月下旬, 室外水池福寿螺全部死亡。温棚内培育池 1997 年 1 月份平均水温 6.5℃, 最低水温 5.1℃。1 月 26 日, 发现除用稻草覆盖水面的 1~3 号池内有少量中螺存活, 其他各池越冬螺均已死亡。可见稻草覆盖水面能延长越冬螺存活时间, 但水深影响不显著, 因为存活螺多在水表层活动。2 月 17 日, 1~9 号培育池中所有成螺、中螺全部死亡, 温棚内越冬螺死亡率达 100%。

12 月 5 日开始对两培育池池水恒温 10~13℃, 3 月 5 日清点发现成螺存活率分别为 93.1%、94.1%, 中螺存活率分别为 94.6%、95.2%, 仔螺存活率分别为 87.5%、88.5% (表 4)。水体恒温 10~13℃是长沙地区福寿螺越冬存活率最高的一种方法, 同时也是广东等省冬季福寿螺大量生存, 致使次年过度繁殖的主要原因。

表 4 恒温培育池越冬螺存活情况

Tab. 4 Survival results of *A. gigas* in winter in heating water pool

池号	越冬前螺数(个)			越冬后存活螺数(个)			越冬螺存活率(%)		
	成螺	中螺	仔螺	成螺	中螺	仔螺	成螺	中螺	仔螺
1	710	526	600	668	498	525	94.1	94.6	87.5
2	710	526	600	661	501	531	93.1	95.2	88.5

2.4 福寿螺的休眠

为检验成螺、中螺在无水环境里的存活能力, 作者发现了福寿螺的休眠现象。福寿螺在室内无水时, 不食不动, 厩紧闭, 进入休眠状态, 室温 2~17℃时休眠一个月之后, 放入 20℃水体中, 2 小时后所有螺均能活动摄食, 并能交配产卵, 存活率达 100%; 连续休眠 3 个月, 存活率达 57.6%。冬季在恒温箱中, 使成螺、中螺在 20~30℃温度范围内休眠 30 天, 其存活率达 50%, 螺存活率偏低, 与恒温箱内空气过于干燥有关。夏季室温 20~32℃时, 连续休眠 3 个月, 其存活率达 94%。秋季放干室外水泥池池水时, 只要保持池底湿润, 成螺、中螺可顺利休眠, 但池

底干涸时,经阳光照射,加上蚂蚁、老鼠等敌害的危害,福寿螺很快死亡。

冬季水温低于 10°C 时,福寿螺失去活动能力,即使离开水体,也不能顺利进入休眠状态;冬季已进入休眠状态的福寿螺,放进 10°C 以下水中,受低温影响不能顺利解除休眠,即使解除休眠也失去活动能力;此外,冬季正处休眠状态的福寿螺,在环境温度降至 0°C 时,软体部分极易冻坏。以上三种不同情况,均会引起福寿螺死亡。

3 讨论

3.1 温度对福寿螺卵孵化的影响

福寿螺卵发育的适宜气温范围为 $20\sim 35^{\circ}\text{C}$ 。据谢嗣光[1994]报道,福寿螺卵裂从卵产出体外 5 小时开始。冬季气温低于 15°C 时,卵产出母体后,发育受低温影响,使得冬季恒温所产卵在恒温箱中的孵化率低于夏季所产卵;夏季所产卵的发育起点温度与冬季所产卵的相近,但由于夏季的长日照为卵的孵化提供了部分能量,使得其孵化积温明显低于冬季卵。冬季所产卵存放时间过长(1 个月)时,孵化率仅为 $0.495\sim 2.02\%$,与卵细胞内部结构破坏有关;如果能找到一种理想条件,通过冬季保存卵块以便次年春季恒温孵化,将比保存亲螺越冬更加方便。福寿螺在长沙从 5 月下旬开始产卵,10 月中旬产卵结束,但由于秋季水温逐渐降低,9 月底 10 月初孵化的螺苗已难以养殖为成螺,因此实际上有效繁殖季节为 5 月下旬至 9 月中旬,接近 4 个月;长沙地区集约化养殖福寿螺时,在 4 月中旬,以恒温池水 25°C 对亲螺催产,所产卵再控温于 $25\sim 35^{\circ}\text{C}$ 人工孵化,商品螺的出池时间可提前 1 月。

3.2 福寿螺的生长速度

在小型水体中养殖时,换水频繁、活动空间小,福寿螺生长速度十分缓慢。当成螺规格增长到一定程度,超过 $30\text{g}/\text{个}$ 时,其生长速度会随螺重增加而逐渐缓慢,继续养殖会加大饵料消耗,成螺排出的大量废物易污染水体,造成小规格螺的死亡。在水温为 $20\sim 30^{\circ}\text{C}$ 时,充足的投饵、适宜的养殖密度和水质,是保证福寿螺快速生长的重要条件。

3.3 福寿螺的越冬

长沙地区冬季寒冷,自然水体温度低于 10°C 的时间近 2 个月,其中近 1 个月时间水温低于 5°C ,并经常出现冰冻,福寿螺在长沙冬季死亡率达 100% ,不能自然越冬。因此在长沙以北地区发展福寿螺养殖无后顾之忧,不必担心第二年过度繁殖,失去控制。一般冬季亲螺的保存需采用水温 10°C 以上的温泉,水井、洞穴、地窖,或利用加热设施保持池水恒温 $10\sim 15^{\circ}\text{C}$,才能使亲螺安全越冬。

3.4 福寿螺的休眠

作者每次试验,证实福寿螺确有休眠现象,这在生产实践上有重要意义,如冬季福寿螺连续休眠 3 个月存活率达 57.6% ,为亲螺的越冬提供了新的方法。冬季水温下降至 10°C 之前,可捞出中螺、成螺,放在室内气温 $2\sim 17^{\circ}\text{C}$ 、湿度较大的地方,让其在休眠状态中越冬;冬季冰冻天气时应注意对休眠螺保温,以防冻死。此外,利用休眠现象,商品螺可在无水条件下运输、出售,节省人力、物力。

福寿螺的休眠,是其作为热带螺种临时抵抗干旱环境的一种保护性适应能力。休眠螺分

泌粘液将壳口封闭,使其呼吸、心跳及新陈代谢降低到最低水平,以减少能量消耗。

在自然界,少数冬季休眠的福寿螺遇雨雪、冰冻天气或敌害生物侵害时会死亡,不能越冬。但在无水、温暖、没有敌害的洞穴等理想环境里,福寿螺是否可以少量越冬从而引起次年大量繁殖,还有待进一步调查研究。

参 考 文 献

- 毛盛贤. 1989. 福寿螺的生态习性及在北京地区养殖的可行性. 生物学通报, (3): 36~37
 叶奕佐, 杜健鹰, 王莘萍. 1995. 大瓶螺网箱多级轮养放养密度的初步研究. 水产科技情报, 22(4): 150~153
 胡自强, 胡运瑾. 1991. 福寿螺的形态构造. 动物学杂志, 26(5): 4~6
 谢嗣光. 1994. 大瓶螺胚胎发育的初步观察. 水产学报, 18(1): 40~43

EFFECTS OF TEMPERATURE ON GROWTH AND DEVELOPMENT OF *AMPULLARIA GIGAS*

FU Xian-Yuan

(Department of Biology, Guangzhou Normal College, 510400)

WANG Hong-Quan

(Department of Biology, Hunan Normal University, Changsha 410081)

ABSTRACT The best water temperature ranges from 20 °C to 25 °C for *Ampullaria gigas* culture, and the suitable air temperature ranges from 20 °C to 35 °C for ova hatching. There is extremely great negative correlation between hatching time and average temperature of ova with correlation coefficient $r = -0.942$. *Ampullaria gigas* can not live through winter under natural ecological conditions north to Changsha, but can live if the temperature of water is kept above 10 °C in winter. Mature and young *Ampullaria gigas* can lie dormant for three months with 57.6% of survival rate without water in laboratory under air temperature 2—17 °C, but can not survive out of laboratory in winter.

KEYWORDS *Ampullaria gigas*, Temperature, Growth, Development, Lie dormant, Living through winter, Ova