

罗氏沼虾活虾无水运输研究

孙 宁

(屏東科技大学 水产养殖系, 中国 台湾 91207)

摘要:基于日本对虾等甲壳类以无水方式活体运输有增加运销渠道及提供优质产品等优点,进行了3次罗氏沼虾(*Macrobrachium rosenbergii*)活虾无水运输模拟试验。运输容器为聚苯乙烯盒,填充物为浸水海绵及木屑。结果表明:以海绵作填充物的1 kg 容量聚苯乙烯盒(分上下层,共20尾虾)试验结果显示,试验虾的存活率初春远高于仲夏,初春高达91.7%,仲夏只有74%;在仲夏时,以6 kg 容量的大盒(排列4层共80尾虾)试验结果显示,木屑组存活率(75.4%)高于海绵组(63.5%),但若在只有单层排列的小盒中(每盒各20尾),则海绵组存活率(74%)高于木屑组(68.7%),此结果与木屑及海绵的特性有关。本研究证实罗氏沼虾活虾无水运输确实可行。

关键词: 罗氏沼虾(*Macrobrachium rosenbergii*); 活体运输; 无水运输; 聚苯乙烯

中图分类号: S981.2

文献标识码: A

文章编号: 1000-3096(2009)05-0041-06

罗氏沼虾(*Macrobrachium rosenbergii*)俗称泰国长臂大虾,可在内陆养殖,虾苗易于繁殖,所用饲料也较便宜。由于此虾对白斑病毒(WSSV)有耐受性,虽会带病原WSSV,但不易发病^[1,2],因此是一种具有推广潜力的虾种。New^[3] 2005 年报道,泰国长臂大虾的市场不断增加,中国、印度、孟加拉、泰国、巴西将扩大此虾养殖,并将着重于外销。

近年来消费者对水产品品质需求越来越高,活鱼虾市场日益受到重视。由于罗氏沼虾离水易于死亡及变质,活虾带水运输较不便且成本高,市场有限,亦限制了此虾的价格及销量。据报道,龙虾、蛄、斑节对虾和日本对虾^[4~6]均可以低温无水运输,存活率高。与传统带水运输相比,无水运输由于排泄废物不排泄在水中,故不会在水中产生有毒物质,不会在运输中因水中毒素而造成大量死亡,具有运输中不用药,不需水和气,质量较轻运输方便,可降低成本等优点。

Salin^[7] 2005 年以冷藏木屑及逐级降温法使体质量为45~52 g 罗氏沼虾于冷藏室中降温至15℃,发现降温的快慢会影响该虾存活率。低温下,血液及水中的溶氧量增加而新陈代谢率降低,鱼虾进入冬眠状态时运输较不易受伤,细菌的繁殖在低温下亦不活泼,因此活鱼虾运输以低温而进入冬眠状态为佳。罗氏沼虾养殖池温度与活虾运输温度及重新放养池水温变化幅度最好在5℃以内^[8]。Manush 等^[9]以罗氏沼虾(38 g±3.1 g)为研究对象,比较了其最高和最低水温忍受范围和耗氧量。发现25℃较35℃条件下的虾对低温的忍受性要低2℃以上,而溶氧消耗则只有后者

的63%,因此罗氏沼虾在低温下运输存活率会相对的提高。

据作者对罗氏沼虾养殖经验,该虾不耐离水的主因可能是缺氧。本研究进行了3次罗氏沼虾活虾无水运输试验,比较各次试验结果以了解理想的活虾低温无水运输时机及方式,并与传统的带水充气运输方式相比较,以了解活虾无水运输的可行性及其推广应用前景。

1 材料与方法

1.1 试验虾的来源、处理及存活率计算方法

本研究所用罗氏沼虾均为屏東科技大学养虾池的上市虾。3次试验分别于2006年5月5日至6日,2007年4月1日至2日和2007年7月18日至19日进行。试验虾先蓄养于斗池中。以冷气使气温降低以利后续的降温及包装处理,然后逐渐加入碎冰使温度降至15℃左右开始装箱,密封后进行低温冬眠,以模拟活虾运输试验,于指定时间后逐箱开启,并将试验虾放入充气容器中(16.5℃),逐渐加入清水以提高温度,使虾逐渐恢复活力,清除死虾后,余下的虾继续蓄养12 h,再次去除死虾,并计算活虾数目,试验至此完成。

收稿日期:2009-03-05;修回日期:2009-03-17

基金项目:屏東科技大学校务基金计划

作者简介:孙宁(1945-),男,山东恩县人,农学博士,副教授,研究方向为水产动物养殖,电话:886-8-7740226, E-mail: plsun@mail.npust.edu.tw

第1次试验^[10]于盒内置碎冰降温,并与实验虾以聚苯乙烯相隔,温度维持在13.5~14.5℃,第2和第3次试验则均在15℃的恒温室中进行。每次试验结束后再暂养13~15 h,然后计算存活率。

本试验存活率计算方式:设总捞捕的试验虾为 X ,在实验室降温前置处理中的存活尾数为 X_1 ,则前置试验的存活率为 X_1/X 。其后在进行低温冬眠试验中,若试验组使用 N 尾虾,低温冬眠结束后共死亡 N_1 尾,而在冬眠试验完成的暂养中又死亡 N_2 尾,则该试验组的存活率为 $X_1/X = (N - N_1 - N_2)/N$ 。本研究根据3次试验结果,依次改进试验设计,并增加箱内试验虾的数量及叠放层次。

1.2 包装与填充料的处理方式

包装使用的聚苯乙烯盒为大、小两种。大盒为6 kg容量(40.3 cm×24.5 cm×14 cm),小盒为1 kg容量(23.3 cm×19.0 cm×6.1 cm),大盒装虾之前,盒盖及盒身均打洞,以使空气可进入盒内,小盒则只在盒盖上打洞。

第1次试验中使用质地较密的0.4 cm厚聚苯乙烯薄板以隔开虾与碎冰。试验所用海绵厚度为1.4 cm。聚苯乙烯盒、聚苯乙烯板及海绵均先清洗风干后使用。至于木屑则使用相思树木屑(不含树皮,因树皮含单宁酸)。先以热水浸泡搅动2~3次,直至浸泡液不再呈茶褐色为止,然后在实验室内风干,其上部以蚊帐布覆盖,以维清洁,干燥后放入冷藏柜中待用。

2 结果

2.1 第1次试验结果

2006年5月4日,从自养虾池取罗氏沼虾1批,暂养于干净池(23.5℃),次日随取360尾装入纯氧袋,带至冷气实验室内,放置于大脸盆中充分充气,逐渐降温至16℃。前置处理共历时1 h 15 min,存活率为92%。

使用1 kg装有盖的聚苯乙烯盒15个:(1)先于聚苯乙烯盖上穿孔并逐一编号,铺置碎冰于盒最底层;(2)碎冰上覆盖薄聚苯乙烯板,防止虾体直接与碎冰接触而猝死;(3)将随机捞捕前置处理的虾装箱,每盒放置15尾,共15盒;(4)虾体上铺设吸水海绵,吸附的水温控制在15~16℃;(5)封箱,阻隔温度流失,并将温度计插到聚苯乙烯盒中,确定盒中温度控制在13.5~14.5℃,置放2.5 h。整个包装示意如图1。

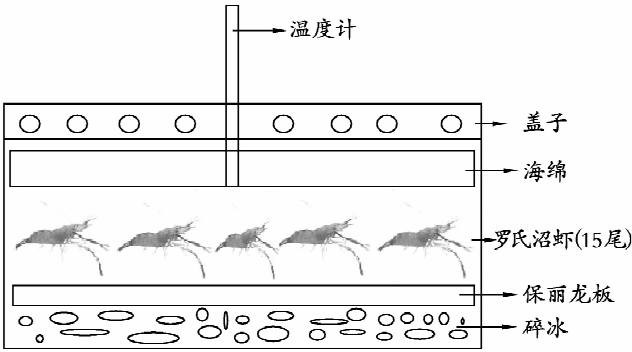


图1 第1次试验的罗氏沼虾活虾降温运输包装示意图
Fig. 1 The arrangement of freshwater prawns in an expanded polystyrene box during the first live transportation experiment

活虾储于13.5~14.5℃温度2.5 h后逐一开箱计算各盒活虾、死虾数目。再将实验虾放置于16.5℃充气水盆中(活力较弱),而后将水温提高到19.8℃,以逐渐恢复活力。在此过程中,225尾试验虾存活167尾,各盒虾的存活率见表1。

表1 罗氏沼虾活虾运输试验中的存活率
Tab. 1 Survival rate of prawns in each box during experiment

盒号	存活数量 (尾)	死亡数量 (尾)	各盒存活率 (%)
1	15	0	100
2	15	0	100
3	14	1	93
4	7	8	46
5	12	3	80
6	11	4	73
7	11	4	73
8	11	4	73
9	12	3	80
10	10	5	66
11	10	5	66
12	10	5	66
13	9	6	60
14	8	7	53
15	12	3	80

2.2 第 2 次试验结果

将 2007 年 3 月 31 日养殖池收的虾,蓄养于水温 23℃ 的暂养池中不喂食。于 4 月 1 日上午自蓄养池中捕捞可供活虾运输试验的罗氏沼虾成虾。以纯氧装袋后携运至有冷气的实验室内,充气并以碎冰逐步降温,水温控制在 16~17℃,前置处理历时 2 h。前置处理存活率为 98.8%。试验虾平均体质量 41.4 g。使用 1 kg 装聚苯乙烯盒。填充物则使用吸水海绵或潮湿木屑。实验设计如表 2。

表 2 第 2 次试验总体设计

Tab.2 Experimental regimes of the second experiment

海绵		木屑	
第 1 组	第 2 组	第 1 组	第 2 组
充灌纯氧	未充灌纯氧	充灌纯氧	未充灌纯氧
编号 1~5 号	编号 6~10 号	编号 1~5 号	编号 6~10 号

充灌纯氧者为以塑料带在外包裹装虾的聚苯乙烯盒后充灌纯氧,并系紧,与未充氧塑料带包裹的试验组相比较,以了解充灌纯氧组的存活率是否可提高。两组处理步骤:(1) 先于聚苯乙烯盖上穿孔并逐一编号;(2) 海绵或木屑以水分浸润,所吸附的水温控制在 15℃ 左右;(3) 每盒放置 20 尾,分 2 层,10 盒共 200 尾;(4) 底层铺吸水海绵或木屑,虾体上再铺设 1 层,共 3 层(图 2);(5) 封盒封箱于冷藏室(15℃)恒温保存 3 h,模拟活虾运输过程。以海绵组为例的罗氏沼虾降温试验包装如图 2 所示。

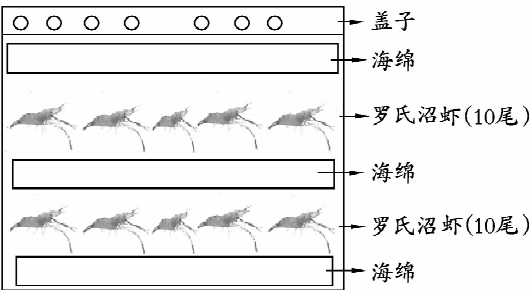


图 2 以海绵组为例的罗氏沼虾活虾降温试验包装示意图

Fig.2 Arrangement of giant freshwater prawns in a box during live transportation experiment using sponge group as an example

3 h 后取出封盒,将虾放于 17℃、充气供氧的水盆中,然后将水温逐渐提高至 19.5~20℃,虾逐渐恢复活力,最后将水温提高到 24℃,所有实验虾恢复正常;当次存活率如下:海绵充氧组 96%、海绵未充氧组 96%、木屑充氧组 96%、木屑未充氧组 90%。将各组存活实验虾暂养于水温及室温均为 22℃ 充气容器内,至次日上午(此次暂养计 15 h)。此时各组存活率为:海绵充氧组 94%、海绵未充氧组 94%、木屑充氧组 87%、木屑未充氧组 89%。将试验前处理存活率(98.8%)加入计算,则各组存活率如表 3。

表 3 第 2 次活虾运输试验结果

Tab.3 The results of the second live transportation of giant freshwater prawns experiment

海绵		木屑	
第 1 组	第 2 组	第 1 组	第 2 组
有充灌纯氧	未充灌纯氧	有充灌纯氧	未充灌纯氧
存活率 91.7%	存活率 91.7%	存活率 85.0%	存活率 86.8%

可以看出,木屑组两组存活率均低于海绵组。而充氧或不充氧对存活率似无明显影响,这可能是恒温室内溶氧已足够供应实验虾所需,故是否充氧并无差别。

2.3 第 3 次试验结果

2007 年 7 月 18 日将捞捕并暂养于斗池的罗氏沼虾运至实验室。当日斗池水温 9:00 为 27℃,17:00 为 30℃,而当日气温为 27~34℃。实验开始前共死亡 48 尾,存活率为 94.7%。试验虾平均体质量 35 g。分为两个试验组(即海绵组及木屑组),每组分大小盒两种容量,大盒 3 盒,每盒分 4 层放置,每层 20 尾(即每盒 80 尾),小盒共 8 盒,单层放置,每盒 20 尾,其实施步骤同第 2 次试验。

试验开始时逐渐降温至 15℃,然后存贮于 15℃ 恒温室内,共 4.5 h,然后取出试验虾,放入容器中,渐渐增温至罗氏沼虾复苏为止。此时计算两试验组各盒的存活率。

其次,将存活实验虾以充气方式暂养至次日(7 月 19 日)早上 8:30,暂养期间为 13 h,此时再计算

两试验组各盒的存活率,并乘以实验开始前的存活率(94.7%),得到试验各组存活结果如表4所示。

表4 第3次活虾运输试验结果

Tab.4 Result of the third live transportation of giant freshwater prawns experiment

容器	组别	存活率(%)
小盒(1 kg 容量)	海绵组	74.0
	木屑组	68.7
大盒(6 kg 容量)	海绵组	63.5
	木屑组	75.4

此次试验结果显示,小盒的结果是海绵组存活率(74%)较木屑组(68.7%)为高,与第2次试验结果相同,但大盒则木屑组(75.4%)较海绵组(63.5%)为高。

3 讨论

本试验可知如果为小盒,单层或两层排列时,海绵组虾的存活率高于木屑组,第2次和第3次两次的试验结果均可验证此点,但若为4层的大盒,则木屑组虾的存活率高于海绵组,此种差异主要原因为海绵组储水能力较木屑为差,尤其是有4层虾及当盒盖压缩后,上层海绵中水分会流至盒底,使上层虾的鳃因为水分减少而不易获得溶氧而存活率降低,这在海绵组的大盒打开后底部积水远高于木屑组可

表5 第2次与第3次存活结果的比较

Tab.5 Comparison of the survival rate of the prawns in the smaller boxes between experiment 2 and 3

蓄养条件	蓄养池水温 (℃)	由室外移至室内前置处理的 存活率 (%)	蓄养池水温与降温至15℃的温差 (℃)	恒温室(15℃)移出复苏后与容器水的温差 (℃)	海绵组虾的 存活率 (%)	木屑组虾的 存活率 (%)
第2次试验 (2007.4.1~2)	23	98.8	8	7	91.7	86.8
第3次试验 (2007.7.18~19)	27	94.7	12	12	74	68.7

表5可见,第2次和第3次前处理的存活率分别为98.8%及94.7%,较低温的第2次试验,虾耐受性较第3次试验的耐受性为强。

根据以上3次试验结果可知,罗氏沼虾无水活虾运输在技术上的可行性很高。

为印证。因海绵有易于清洗、通气性较佳、较木屑更轻、没有味道等优点,若能取代木屑,将为更佳选择。

由于第1次试验以碎冰降温,以薄聚苯乙烯为隔板,箱内温度为13.5~14.5℃,温度较低,且试验是在室内而非恒温室中进行,其温度的控制不如第2次和第3次试验稳定,因此存活率不如第2次和第3次试验高。至于第2次和第3次试验存活率以第2次试验较高的原因可能与当时气温较低,气温与水温均较接近活虾在冷藏库中的温度,以及虾较大对低温耐受度较佳有关。第2次试验用虾的平均体质量为41 g,捕自23℃蓄养池,逐渐降温,再放入15℃恒温槽中,暂养槽与恒温槽温度相差只有8℃,复苏后放在22℃室温(及水温)中,温度相差只有7℃。第3次试验用虾的平均体质量为35 g,较第2次试验者小,捞自27℃的蓄养池中,逐渐降温至15℃以进行试验,两者温度相差12℃,复苏后放在冷气房中,此时室温及水温均约27℃,两者温差达12℃,由于温差较大以及虾体较轻,且盛夏气温炎热亦影响了虾离水的存活率。正因为这些因素影响了两者的存活率。现将同为小盒且在相同处理条件(均未加氧气)而在不同温度下的第2次和第3次试验的结果相比较(表5)。由此再度证明当气温较低时活虾运输可大幅提高罗氏沼虾的存活率,尤其是虾体较大,对存活率更有加成作用。

传统带水运输不易控制水温,但无水运输只需控制气温,远较水温易于控制,尤其当周围环境温度低于恒温室的温度(15℃)时,只需转换运输车的热能于恒温室而不需靠冷气的压缩机降温,可省下大量能源费用。而传统带水方式若想保持一定

水温则需大量能源,且成本高。因此冬天活虾运输时,若气温远低于 15℃ 时则传统用水运输方式无法进行,只能采用无水运输方式。此外,传统带水活虾运输,由于虾在水箱内互相挤压易于受伤,又因水流振动、温度变化等干扰,影响虾的耗氧量。根据孙泰恒^[11]报道,鱼虾受到震动刺激会增加氧气消耗量 50%~80%。同时,用水运输时,水的溶氧、pH 值及温度变化、氨氮、CO₂ 等的堆积以及细菌的滋生均可造成虾的紧迫,而增加运输风险,甚至需加入药物来控制水质,而造成了药物使用的问题。此外,以上这些外界干扰均可能产生乳酸堆积,使鱼肉 pH 值快速下降、ATP 的消耗、鱼体疲劳、鱼虾体色变浅、鱼虾肉质松软而影响鱼虾肉质及口感^[12~14],而活虾无水运输则不易受以上因素的影响,肉质及口感自然较佳,售价也可提高。

据屏东县佳冬乡罗氏沼虾养殖户提供咨询,目前以配方饲料及控制池水盐度 7 以下,饲养此虾 1 周,再经急速冷冻,肉质可保持 2 个月不变。但是急速冷冻成本高,死虾市场接受度较差。又据调研,由屏东使用 10.5 t 至 15 t 货车以水运输活虾至台北市需 5 h,运费为 1 万元新台币。如果使用无水活虾运输,只需控制温度(维持在 15℃),不装水,使用数吨小车,则远比使用装水、充气的 10 多吨大车节省运费,尤其当夏天气温高时,水运的虾活动力强,会影响虾的品质及水质。冬天室外远低于 15℃ 时,水若不加温,又有冻死的可能,加温则成本划不来。综上所述,无水运输无论在技术上、理论上和经济上均为可行,可取代原有传统运输方式,并能拓展虾的销售渠道。

参考文献:

- [1] Sahul H A S, Xavier C M, Anilkumar M. Tolerance of *Macrobrachium rosenbergii* to white spot syndrome virus [J]. **Aquaculture**, 2000, 183: 207-213.
- [2] Rajendran K V, Vijayan K K, Santiago T C, *et al.* Experimental host range and histopathology of white spot syndrome virus (WSSV) infection in shrimp, prawns, crabs and lobsters from India [J]. **Journal of Fish Diseases**, 2001, 22(3): 183-191.
- [3] New M B. Freshwater prawn farming: global status, recent research and a glance at the future [J]. **Aquaculture Research**, 2005, 36: 210-230.
- [4] Goodrick G B, Paterson B D, Grauf S. Air transport of live kuruma prawns (*Penaeus japonicus*) temperature control improves survival [J]. **Food Australia**, 1993, 45(8): 400-403.
- [5] Lorenzon S, Giulianini P G, Martinis M, *et al.* Stress effect of different temperatures and air exposure during transport on physiological profiles in the American lobster *Homarus americanus* [J]. **Comparative Biochemistry and Physiology, Part A**, 2007, 147:94-102.
- [6] 陈淑玲, 李金锋, 刘建玉. 科学养虾问答 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2003. 206-208.
- [7] Salin K R. Live transportation of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) in chilled sawdust [J]. **Aquaculture Research**, 2005, 36: 300-310.
- [8] 姚国成. 淡水养虾实用技术 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2000. 128-131.
- [9] Manush S M, Pal A K, ChatterJ N, *et al.* Thermal tolerance and oxygen consumption of *Macrobrachium rosenbergii* acclimated to three temperatures [J]. **Journal of Thermal Biology**, 2004, 29: 15-19.
- [10] 孙宁. 泰国长臂大虾 (*Macrobrachium rosenbergii*) 活虾运输试验 [A]. 蔡生力. 甲壳动物的健康养殖与种质改良-第五届世界华人虾蟹养殖研讨会论文集 [C]. 北京: 海洋出版社, 2007. 349-352.
- [11] 邱万敦. 渔获物的保鲜与处理 [M]. 台湾台中: 翠柏林出版社, 2002. 99-115.
- [12] Bosworth B G, Small B C. Effects of transport water temperature, aerator type, and oxygen level on channel catfish *Ictalurus punctatus* fillet quality [J]. **Journal of the World Aquaculture Society**, 2004, 35(3): 412-419.
- [13] Gomes L C, Chagas E C, Brinn R P, *et al.* Use of salt during transportation of air breathing pirarucu juveniles (*Arapaima gigas*) in plastic bag [J]. **Aquaculture**, 2006, 256: 521-528.
- [14] Erikson U, Sigholt T, Seland A. Handling stress and water quality during live transportation and slaughter of Atlantic salmon (*Salmo salar*) [J]. **Aquaculture**, 1997, 149: 243-252.

Studies on the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* live transportation without using water

SUN Ning

(Department of Aquaculture, National Pingtung University of Science and Technology, Nei Pu, Pingtung 91207, China)

Received: Mar. ,5,2009

Key words: *Macrobrachium rosenbergii*; live transportation; transportation without using water; expandable polystyrene

Abstract: Based on the fact that kuruma shrimp *Penaeus japonicus* can be transported alive without using water, and this way of transportation can increase market channel and offer good quality product. Three consecutive experiments of live transportation of giant freshwater prawns without using water were performed in May 5~6, 2006, April 1~2, 2007, and July 18~19, 2007. Expandable polystyrene boxes of both one and six kilogram content were used as containers. Wet sawdust and sliced sponge were used as fillers. The tested prawns were arranged in boxes and put either in laboratory (temperature inside boxes were between 13.5~14.5°C, the first experiment), or kept in 15°C constant temperature room (experiment 2 and 3) for this study. After this procedure, the alive prawns were kept in aerated water tanks overnight, then overall survival rate was counted. According to the results of the three consecutive experiments, the survival rate of the prawns of the smaller box (one kilogram content, contained 20 prawns, use sponge as filler) in early spring (the second experiment) was 91.7%, but the survival rate of the same kind of packing and same quantity of prawns in the mid-summer experiment (the third experiment) was only 74%. The experiments also showed that in the hot summer (the third experiment), if put 80 prawns in a larger box (20 prawns in one layer, totally four layers), and filled with wet sawdust, the survival rate was 75.4%; but at the same condition, if use sponge as filler, the survival rate was only 63.5%. In the same experiment, if put prawns for only one layer (20 prawns) in a smaller box, the survival rate of sponge group (74%) was superior to the sawdust group (68.7%). The different results obtained were related to the different characteristics of sawdust and sponge. These three consequent experiments proved that the giant freshwater prawns transportation without using water is highly feasible.

(本文编辑:刘珊珊)