

活鱼运输述评



粮农组织欧洲
内陆渔业咨询
委员会技术文献

48

活鱼运输述评

R·贝尔卡著

渔业研究所科学情报中心

捷克斯洛伐克，沃德纳尼 389 25

欧洲内陆渔业咨询委员会



联合国粮食
及农业组织
1986 罗马

本刊使用的名称和引用的资料，并不意味着联合国粮食及农业组织对任何国家、领地、城市、地区或其当局的法律地位，或对其边界或国界的划分，表示任何看法。

M - 47

ISBN 92-5-502380-2

版权所有。未经版权所有者事先许可，不得以任何形式或以电子、机械、照相复制等任何方法全部或部分翻印本书，或将其存入检索体系，或发送他人。申请这种许可应写信给联合国粮农组织出版司司长，说明翻印的目的与范围，地址：意大利罗马 Via delle Terme di Caracalla, 00100。

© 粮农组织 1986 年

本述评的编写

本文对现有关于活鱼运输的文献进行了概括性的述评。本文作者于1983年至1984年执笔撰写本文。本文为该作者的自愿投稿。粮农组织欧洲内陆渔业咨询委员会对此极为感谢。

封面照片的摄影者是A·G·Coche。这幅照片表现了用塑料袋充氧运输鲤鱼鱼苗的情况。

内 容 提 要

本文根据对有关文献的分析,对活鱼运输的基本原理及其主要有关因素(鱼类品种、鱼类的各发育阶段和体质、运输时间、温度、含氧量、鱼类代谢产物等)进行评述。本文介绍了封闭式和敞开式这两种基本活鱼运输系统所采用的运输设备,并用表格列出在各种实际条件下每单位体积的活鱼装运密度,供作指南。本述评还补充介绍了运输设备内的水体环境化学处理以及运输活鱼处理的现行办法,诸如鱼的麻醉、水体化学成份的调节和杀菌处理等。

分 发:

在书目编目时,本文献应为:

作 者

贝尔卡·R,

活鱼运输。述评。欧洲内陆

欧洲渔业咨询委员会邮寄名单

1986年

渔业咨询委员会技术文献,

粮农组织渔业部

(48): 52页。

粮农组织各区域渔业官员

目 录

	页 数
1 绪 言	1
2 活鱼运输的主要因素和原理	1-10
2·1 鱼体体质	1-2
2·2 氧	2-3
2·3 PH , 二氧化碳和氨	3-6
2·4 温 度	6
2·5 鱼的装运密度与活动	6-9
2·6 鱼在运输中的生化变化和应激反应	9
2·7 综 述	9-10
3 封闭式活鱼运输系统	10-26
3·1 聚乙烯袋	10-13
3·2 其他封闭式容器	13-15
3·3 塑料袋装运鱼苗的密度	15-17
3·4 塑料袋运输幼鱼综述	17
3·5 塑料袋运输大个体鱼	17-26
3·6 塑料袋运输亲鱼综述	26
4 敞开式活鱼运输系统	26-54
4·1 技术问题综述	27-29
4·2 运输设备的技术结构	29-42
4·2·1 小型运输设备	29-33
4·2·2 大型运鱼水槽	34-35
4·2·3 专用运输卡车	35-42
4·3 水体的充气、供氧和温度	42-44
4·4 运输设备的活鱼装运密度	44-52
4·5 梭鲈的运输	53
4·6 活鱼的铁路运输	54

5	运输中水和鱼处理的化学方法	54-58
5 · 1	镇静剂的使用	55-57
5 · 2	氯化钙和氯化纳的使用	57
5 · 3	化学药品作为氧源	57
5 · 4	抑菌化学药品	57-58
5 · 5	缓冲剂	58
5 · 6	氨的控制	58
5 · 7	防泡沫药物	58
6	结 论	59
7	参考书目	60-68

1 绪 言

活鱼运输基本上有两种系统,即封闭式系统和敞开式系统。封闭式系统是指具备鱼的全部生存条件的密封容器。最简单的一种密封容器是部分装水、部分充氧的密封塑料袋。敞开式系统是由以外界来源不断满足鱼类生存所要求的盛水容器组成。最简单的一种这类容器是装有充气砂滤芯的小型水槽。

本文将就运鱼的准备工作、运输工具的类型与设备、水质和运输途中的换水、运输途中采用的化学助活措施等方面的问题对这两种运输系统进行述评。

论述活鱼运输及其有关问题的文献很多。然而,这些文献资料彼此内容重叠,对建议采用的运输方法的说明相互稍有出入。将那些已经公布的、在实践中已被证明为可行的、因而具有可靠指导作用的结果收集在一起,是本述评的目的。

本文在评论活鱼运输的实际办法之前将首先评述与活鱼运输系统有关的、或有影响的基本因素和原理。

2 活鱼运输的主要因素和原理

运输途中,鱼类在良好的健康状况下的存活受一系列因素的影响,或受各种因素综合的影响。

2 · 1 鱼体体质

鱼体体质是运输中的一项决定性指标。准备运输的鱼必须体质健壮和处于良好状态。应将体质弱的鱼从待运的鱼中清除,尤其是在气温高的情况下。在鱼体体质差的情况下,即使大大减少运输容器中鱼的密度,也不能防止鱼的死亡。在运输时间较长的情况下,体质弱的鱼的死亡率要比体质状况良好的鱼的死亡率高得多。

运输前还可能使鱼适应较低的水温。可用天然冰冷却水,但应避免使用干冰。根据参考比率,25公斤冰可使1,000升水冷却降温2℃。如果降温过程中水中有鱼,则每小时降温不宜超过5℃。同时,应避免鱼和冰的直接接触。总的温差不宜超过12-15℃,具体温差以鱼的种类和年龄而定(德意志联邦共和国的建议,1979年)。

除幼体期的鱼外,准备装运的鱼至少应停食一天。如果鱼的消化道没有完全空出,尽管运输条件可能相同,可能持续的运输时间将缩短一半(Pecha, Berka and Kouril, 1983; Orlov *et al.*, 1974)。饱食状态的鱼需要消耗更多的氧,对应激反应较敏感,而且产生的排泄物使水中大部分氧被耗

掉。然而，在运送幼苗时应将鱼苗不进食的生存时间考虑在内。草食性鱼类幼苗的运输时间不宜超过20小时，许多观赏鱼类的运输时间应掌握在12小时以内（Orlov, 1971）。

2.2 氧

活鱼运输最重要的一个因素是水中应有足够的溶氧。然而，运鱼水槽中有充分的氧并不一定表明鱼处于良好状态。鱼类的耗氧能力取决于其对应激反应的感受情况，水温， pH 值，二氧化碳浓度和诸如氨等代谢产物各项因素。

在运输中，与耗氧代谢有关的鱼类耗氧的关键因素是鱼的体重和水温。体重较大的鱼和在水温较高的水体中运送的鱼消耗的氧较多。例如，如果水温升高 10°C （比如从 10°C 升到 20°C ），耗氧量大约增加一倍。从活鱼运输来看，水温每升高 0.5°C ，鱼的运输量大约应减少 5.6% ；相反，水温每降低 0.5°C ，鱼的运输量大约可增加 5.6% （Piper *et al.*, 1982）。当操作使鱼处于兴奋状态时，也会增加氧的消耗。处于兴奋状态的鱼的需氧量可增加三至五倍。例如，鲑科鱼苗的耗氧代谢需要好几个小时才能恢复到正常状态，实际上往往要到运输结束后才可恢复正常（Lusk and Krcál, 1974）。

在含氧量高的水体中，处于休止状态鱼的耗氧量最少。在运输的过程中，由于鱼不再处于休止状态，鱼的耗氧量将超过最低量。此外，如果在装运时使鱼处于兴奋状态和在运输中使鱼受到骚扰，则鱼的耗氧量有可能接近最高量。

鱼的耗氧量还取决于氧的可得量。水中的含氧量高时，鱼的耗氧量保持稳定。水中的含氧量低时，不论鱼的活动程度如何，鱼的耗氧量均低于含氧量高时的水平。

活鱼运输系统中水体的含氧量往往不足以满足鱼类的需氧量。为了缓和供氧不足的状态，鱼将调整其代谢作用以利用自身体内储存的氧。这与处于静止状态的人在获得与其需要相当的氧之前突然开始剧烈活动的情况相似。这种造成使人和鱼处于一种“暂时缺氧”的状况必须在良好的含氧条件下予以补偿。

就需氧量而言，活鱼装运后的第一个小时是极其关键的时刻。这时鱼处于兴奋状态，需要在短时间内吸收大量的氧以便适应环境的变化。不同品种鱼类的需氧量相差很大。举例来说，如 Uryn (1971) 指出的，在运途中水温上升 $4 - 14^{\circ}\text{C}$ 的情况下，白鲑鱼苗的耗氧量是欧北鲑的 2.4 倍。鱼体规格也是一个重要因素。大规格鱼的单位体重消耗的氧少于小规格鱼。在正常条件下，供多数暖水性鱼类正常生存的水体的含氧量应超过 5 毫克/升。这一标准应该防止使缺氧成为一项主要应激反应的因素。

德意志联邦共和国提出的建议（1979年）中提供了若干需氧转换系数： 25 公斤（个体体重 250 克）的虹鳟的需氧量同 20 公斤（个体体长 12 公分）的鳟鱼鱼种（ $1,100$ 尾）、

17 公斤 (个体体长 8 公分) 的鳙鱼鱼种 (3,200 尾)、和 12 公斤 (个体体长 4 公分, 每箱 23,000 尾) 的大鱼苗的需氧量相同。以鲤鱼的需氧量为 1, 换算出其他一些品种鱼类的需氧量如下:

鳙 鱼	2.83	欧 鳊	1.41
梭 鲈	1.76	狗 鱼	1.10
拟 鲤	1.51	鳊 鲌	0.83
河 鲈	1.46	丁 鲦	0.83

根据 Shevchenko (1978) 的研究, 在水温为 10°C 时, 高白鲑每公斤体重每小时的耗氧量为 100 毫克; 这个值在鲟鱼为 68 毫克, 狗鱼为 50 - 60 毫克, 体重 500 - 600 克的鲤鱼为 45 毫克。

在采用充有压缩氧的封闭系统运输活鱼的情况下, 水中含氧量通常不会成为一项限制性因素, 因为密封袋中有充足的压缩氧。在鱼的密度太大或运输时间超过鱼的承受限度等异常情况下, 可能会出现缺氧的现象。死鱼要同活鱼争氧, 这是因为死鱼使细菌繁殖加快, 从而消耗更多的氧, 而且细菌繁殖使毒性产物增多。鱼类分泌的粘液是使细菌繁殖的另一种基质, 其结果使水中含氧量减少。在水温较高的情况下, 上述现象更为突出。

水中含氧量高对鱼类并无不利影响。例如, 如同 Heiner (1983) 所提出的, 虹鳟的最大耗氧量是为 35 毫克/升水, 而这个值在实际条件下是达不到的。鱼类能够调节进入体内的氧份。总的来说, 除了可能出现的例外情况以外, 这一论断是成立的。目前尚无资料表明, 幼苗阶段的鱼类在水温较高、含氧量高的水中停留较长时间后不能使血液中的氧份保持在最适水平上。

在采用封闭式系统运输时, 使塑料袋略加振动有助于使空气中的氧溶入水里。在途中作长时间停留而让盛鱼的塑料袋静止不动的情况下, 尽管袋中储存的氧份仍然很高, 鱼还是有可能死亡。这种情况主要是在需氧量高的鲑科鱼类的密度大的情况下出现。运送鲤科鱼类时不存在上述问题, 因为除了带卵黄囊的鱼苗外, 这种鱼在运输中可通过它们自身的活动推动袋中的水, 从而使水面与含氧的空气有充分接触。在运输鲑科鱼苗的过程中, 当密封袋处于静止状态时, 袋中氧的极限浓度的出现时间见表 1 (Orlov et al., 1974)。

2.3 pH, 二氧化碳和氨

水质随鱼的装运密度和运输时间而变。在运输大量的活鱼之前, 必须先要检查运途中所要使用的水源。水体的 pH 值是一项控制因素, 因为有毒的氨和二氧化碳的含量在水中的比例直接随 pH 值变化 (图 1)。

表1 密封塑料袋运输鲑科鱼苗静止状态下氧的极限
浓度的出现时间(小时)

个体平均体重 (克)	温 度	鱼 体 总 重 量 (公斤)						
		0.25	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
0.5	5	10.0	-	-	-	-	-	-
	10	10.0	-	-	-	-	-	-
	15	6.0	-	-	-	-	-	-
	20	3.9	-	-	-	-	-	-
1-2	5	10.0	10.0	-	-	-	-	-
	10	10.0	6.0	-	-	-	-	-
	15	6.7	3.3	-	-	-	-	-
	20	4.4	2.2	-	-	-	-	-
5-10	5	10.0	10.0	7.3	4.7	-	-	-
	10	10.0	6.6	3.2	2.1	-	-	-
	15	8.0	3.9	1.9	1.2	-	-	-
	20	5.3	2.6	1.3	0.8	-	-	-
20-50	5	10.0	10.0	9.1	5.9	4.3	-	-
	10	10.0	7.3	3.5	2.3	1.7	-	-
	15	9.2	4.5	2.2	1.4	1.0	-	-
	20	5.8	2.8	1.4	0.9	0.7	-	-
100	5	10.0	10.0	10.0	6.7	4.9	3.8	3.1
	10	10.0	8.2	4.0	2.6	1.9	1.5	1.2
	15	10.0	4.9	2.4	1.5	1.1	0.9	0.7
	20	6.5	3.2	1.5	1.0	0.7	0.6	0.5

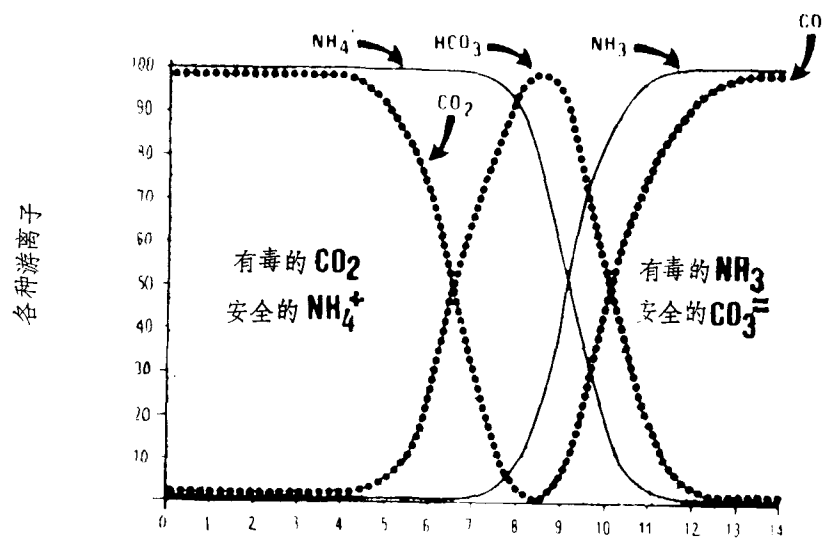


图1 pH值不同时各种氮和二氧化碳的百分比

(Amend et al., 1982)

随着运输时间的增加,鱼呼吸产生的二氧化碳使水的 pH 的酸度增加。水体的最适 pH 值大约是7-8。 pH 值的迅速变化会使鱼受到刺激,不过在活鱼的运输过程中可用缓冲剂使水体的 pH 值保持稳定。三羟甲基氨基甲烷这种有机缓冲剂对淡水和咸水均十分有效。这种缓冲剂可溶性强、稳定性强而且使用方便。曾对29种鱼使用过这一缓冲剂,均无发现有害作用。建议在通常的活鱼运输中每升水使用的剂量为1.3克至2.6克(Piper *et al.*, 1982)。

二氧化碳浓度的增加不利于鱼的生存,因此可以成为活鱼运输中的一项限制因素。鱼和细菌呼吸所产生的二氧化碳可以使活鱼运输的水体酸化。这虽然可以降低水中非游离氨的百分比,但同时也使鱼血液的载氧能力降低。即使水中含氧量看来是充足的,如果二氧化碳含量高,鱼也可能死亡。在含氧量和水温均适宜的情况下,鳟鱼可承受低于15毫克/升含量的二氧化碳,但在二氧化碳接近25毫克/升时,鱼就表现不安。

用运鱼水槽运输活鱼,使鱼处于二氧化碳浓度逐渐增加的水体中。如果充气不充分,每升水的二氧化碳含量有可能超过20-30毫克。一般说来,鱼每消耗1毫升氧大约产生0.9毫升二氧化碳。正如运输大量活鱼的情况一样,如果二氧化碳含量迅速增加,那么鱼将表现不安。然而,如果增加的速度缓慢,则鱼可以承受逐步增加的二氧化碳浓度。

活鱼运输设备必须装有适当的通风设施。如果运输设备的盖罩过紧,会导致二氧化碳的增加,使鱼处于应激反应状态。如果有适当的通风,则充气可使水中溶解的二氧化碳的浓度减小。

正如Pecha, Berka and Kouril (1983)指出的,在封闭式运输系统中喜温性鱼类可承受的二氧化碳临界浓度为140毫升/升左右,喜冷性鱼类为40毫升/升左右。Kruzhalina, Averina and Vol'nova (1970)进一步测定了封闭式活鱼运输系统中这两类鱼的二氧化碳临界浓度,提出以下参考数据:鲑类鱼为60-70毫升/升,性成熟的鲑鱼类为40毫升/升,鲑鱼苗为20毫升/升,性成熟的草食性鱼类为140-160毫升/升,草食性鱼鱼苗为100毫升/升,草食性鱼类的幼苗为80毫升/升。上述数据均适用于封闭式运输系统。在敞开式运输系统中,任何一种充气方法均可将二氧化碳从水中排出。在封闭式容器中鱼的密度降低的情况下,二氧化碳的临界浓度就没有多大意义了。

另一项重要的因素是水中含氯的浓度,尽管氯同二氧化碳一样也可以通过充气从水中排出。0.5毫克/升浓度的氯被认为是危险的,尽管更低一些的含氯量,例如0.2毫克/升即可严重干扰鱼的呼吸机制(Shevchenko, 1978)。

由于鱼类的蛋白质代谢作用和细菌对污物的作用,可使活鱼运输水体中含的氨不断增加。降低水温可使鱼的代谢速度减慢,使鱼的活动减少,从而减少氨的产生。可以通过停止投喂直到鱼的肠胃全部空出后再行启运的办法减少由于细菌活动而产生的氨。

水温和最后投喂时间是控制氨的分泌的重要因素。例如,在水温1°C时,鳟鱼所分泌的氨比在水温11°C时所分泌的氨少66%,启运前停食63小时的鱼所产生的氨为刚投喂不久的

鱼产生的一半。体长10公分以上的鱼至少应停食48小时，体长20公分以及更长的鱼应停食72小时 (Piper *et al.*, 1982)。

非游离氨的含量随水温的上升和 pH 值的增加而增加(表2)。

无法提供水中含氮量的最大允许值，因为氨的毒性受水温和 pH 值的影响很大。不过，在活鱼运输的标准条件下，水体中有毒氨的含量很难达到临界浓度。

2.4 温 度

水温是活鱼运输中的一项重要因素。水温低时， pH 可保持较高的值，而且鱼的代谢作用减慢。一般来说，活鱼运输的最适温度范围在夏季时对冷水性鱼类来说为6-8℃，暖水性鱼类为10-12℃；在春秋两季，对冷水性鱼类为3-5℃，暖水性鱼类为5-6℃；在冬季时这两类鱼来说均为1-2℃。但是，这些温度范围不适用于早期鱼苗。运输鲤科鱼类早期鱼苗，水温不宜低于15℃；运输鲑科鱼类早期鱼苗，水温不宜超过15-20℃，而运输 coregonids 鱼类早期鱼苗的最适水温为10℃ (Pecha, Berka and Kouril, 1983; Orlov *et al.*, 1971, 1974; Shevchenko, 1978)。

2.5 鱼的装运密度与活动

活鱼运输中的空间因素也应予以考虑。就鱼苗来说，装运密度与运输水体的比例不宜超过1:3。大个体鱼(例如亲鱼)可按鱼体重量与水体体积的1:2或1:3的比例运输，但运输小个体鱼时应将这一比例减为1:100或1:200 (Pecha, Berka and Kouril, 1983)。

根据联邦德国作者提出的建议(1979年)，在通气良好、水温为8-12℃的短途运输(运时1-2小时)中，以下鱼类在封闭式运输水槽中的鱼体重量与水体体积之比为：鲤鱼成鱼1:1，鲤鱼鱼苗1:1.5，虹鳟1:3，鳟鱼鱼苗1:4.5，狗鱼鱼苗1:2，草食性鱼类1:2。

活鱼的运输情况还受鱼的过渡活动与疲劳等条件的影响。被置于运输容器中的鱼通常都会有大量的肌肉活动。当肌肉处于积极活动的状态时，血液中氧的供应不能满足这种大量活动的需求，因而由另一系统来提供在缺乏正常量供氧情况下的能量。乳酸在肌肉和血液中的积累会导致血液中 pH 值的下降。血液中的低 pH 值可使对氧的利用降低。鱼经过几分钟的剧烈活动之后，血液中积累的乳酸可能要在24个小时之后才会减少。兴奋性以及由于兴奋所产生的副作用的消失，因鱼的品种不同而异。鱼在封闭式运输设备中最初15分钟消耗的氧比在以后任何一个15分钟内消耗的氧更多 (Dupree and Huner, 1984)。因此，在装鱼的过程中和在活鱼运输的

表2 水温0-30℃、pH值6-10时水中非游离氨的百分比

(Emerson *et al.*, 1975)

水温 (°C)	pH				
	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0
0	0.008	0.08	0.82	7.64	45.3
2	0.01	0.10	0.97	8.90	49.3
4	0.01	0.12	1.14	10.3	53.5
6	0.01	0.14	1.34	11.9	57.6
8	0.02	0.16	1.57	13.7	61.4
10	0.02	0.19	1.83	15.7	65.1
12	0.02	0.22	2.13	17.9	68.5
14	0.03	0.25	2.48	20.2	71.7
16	0.03	0.29	2.87	22.8	74.7
18	0.03	0.34	3.31	25.5	77.4
20	0.04	0.40	3.82	28.4	79.9
22	0.05	0.46	4.39	31.5	82.1
24	0.05	0.53	5.03	34.6	84.1
26	0.06	0.61	5.75	37.9	85.9
28	0.07	0.70	6.56	41.2	87.5
30	0.08	0.80	7.46	44.6	89.0

最初一个小时中，补充供给的氧应为正常需要量的两倍。鱼在经过这一驯化阶段之后，当鱼的活动和耗氧量趋向稳定后，可将氧的流量降低到6毫克/升的正常水平(Piper *et al.*, 1982)。

如果鱼的个体体重减轻，则封闭式运输容器里可容纳的鱼体总重量就会大大减少(图2)，这是因为鱼的耗氧量有了增加，同时要求占据的空间扩大了(空间因素明显增加)。

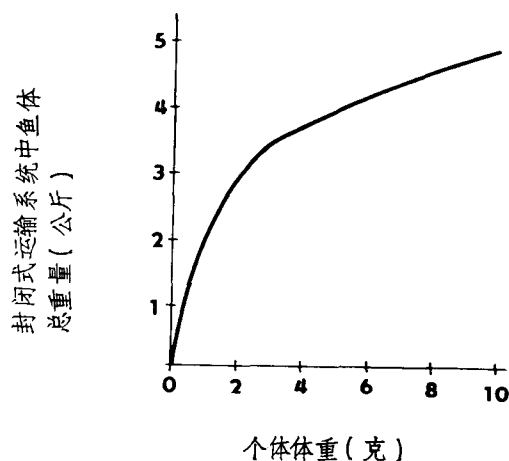


图2 在水温20℃和运输时间5小时的情况下，封闭式运输系统中
鲤科鱼类鱼苗的运输密度对个体鱼重量的依赖关系

(Orlov *et al.*, 1974)

封闭式容器装运鱼苗的密度还同运输时间的长短有关(图3)。这两者之间相互依赖关系的模式的特点表现为曲线而不是直线。

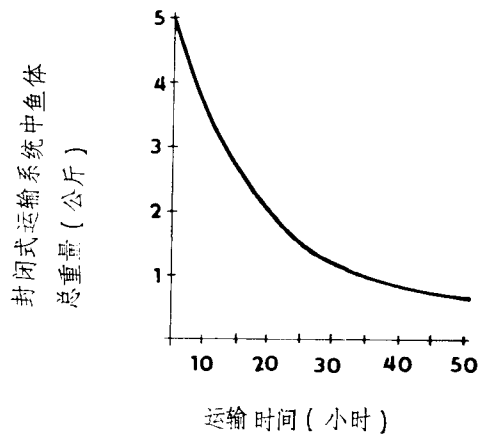


图3 在鱼的个体体重10克、运输时间5小时和水温20℃的情况下,封闭式运输系统中鲤科鱼类鱼苗的运输密度对运输时间的依赖关系(Orlov *et al.*, 1974)

封闭式运输容器中鱼苗密度与水温之间的关系参见图4。水温的升高意味着鱼苗总重量的减少。

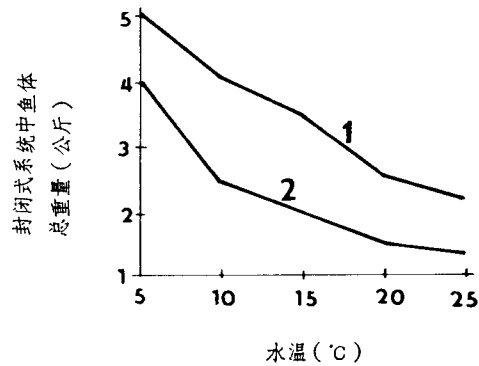


图4 封闭式运输系统中鲤科鱼类鱼苗的运输密度对水温的依赖关系; 曲线1: 鱼的个体体重10克、运输时间15小时; 曲线2: 鱼的个体体重5克、运输时间25小时
(Orlov *et al.*, 1974)

运输时间主要对幼体阶段的鲤科鱼类有关系。即使其他条件都同样有利,如果运输时间超过24小时,则意味着要承担风险(Pecha, Berka and Kouril, 1983)。

封闭式运输容器中鲑鱼鱼苗的密度总是低于鲤科鱼类的标准密度,这是因为鲑鱼鱼苗的耗氧量较高而二氧化碳的临界浓度又较低的原故。

2·6 鱼在运输中的生化变化和应激反应

活鱼运输的条件也会影响鱼的血液成份和血清生化参数。温度升高和鱼体重量与水之间的比率降低意味着鱼血液中的红血球数将会增多,同时血红蛋白的浓度也将增加。在水温较低而鱼同水体体积的比例也较低的情况下,不会出现上述变化 (Shevchenko, 1978). Carmichael

(1984年)也记载了由于运输而使黑鲈大鱼种(15-24 cm)的血液状况发生变化的现象。在活鱼运输密度较高的情况下,鱼血液中的类皮质激素和葡萄糖的含量均会增多,而且在运输结束时还保持不变。虽然由于运输而直接造成的死亡率不高,但应激反应的副作用却会导致鱼的延迟死亡,致死的原因是由于渗透调节机能失调和鱼病发生的结果。对于黑鲈来说,作者建议,黑鲈在运输后至少应有64个小时恢复时间。

还应该指出的是,鱼在到达目的地后的释放有可能成为整个运输过程中最关键的一环。在封闭式运输设备的条件下,鱼已经处于某种程度的应激反应之中,一旦突然接触到不同的环境条件或低质的水体之后,鱼的应激反应的程度就将进一步加剧,其剧烈程度往往超过鱼本身所能承受的限度。低质水有可能是刚抽出的地下水,这种水的含氧量低或者是二氧化碳的含量高。所谓水质的特性不同常常是指运输设备中的水体与放养地点的水体在pH值、温度或气饱和等方面有差别。

2·7 综 述

作为本节的结束语,这里引用了有关文献的若干结束语以及这些文献对技术和组织问题的见解。多数作者建议,不论鱼苗运输密度的参考数据如何精确,仍应对每次活鱼运输的具体运输情况加以考虑,而且如果经过简单的测试发现有必要对基本参考数进行修改,则应作出相应的修改。还建议采用至少能够使运输时间延长1·5倍的装运密度,以防由于运途中可能发生的任何延误而造成的损失。例如运输车辆发生故障、没有赶上火车或班机等。如果运输的活鱼是供驯化之用、或者是属于濒临灭绝的品种,则应减少鱼苗的运输密度。在这类情况下,首要的问题不是经济方面的问题而是设法使运输的活鱼百分之百的存活的问题。尽管如此,绝不能忽视活鱼运输中经济方面的问题。因此,在运费高而运输的活鱼的价值比较低的情况下,可以

增加运输容器中的鱼苗密度，尽管这样有可能使鱼的死亡率提高。

3 封闭式活鱼运输系统

封闭式运输系统一般采用塑料袋或其他密封设备为运输容器。这些密封充氧容器主要用来运输早期鱼苗，不过也用来运输亲鱼。塑料袋充氧运输鱼苗是很有效的一种运输方法，在世界上广为使用。它可使活鱼运输水体的体积和重量大大减少，使活鱼可以利用公共交通工具来运输，而且还使运输时间有可能延长，因此经济实用。

若干综合研究报告 (Orlov *et al.*, 1974; Kozlov *et al.*, 1977; Pecha, Berka and Kouril, 1983; Vollmann-Schipper, 1975; Woynarowich and Horváth, 1980) 和一些专题研究报告 (Bogdan, 1972; Hamman, 1981; Lusk and Krcál, 1974; Snow, Brewer and Wright, 1978; Garádi and Tarnai, 1983; Varga, 1984; Ioshev, 1980; Amend *et al.*, 1982; Popov, 1975; Kruzhalina, Averina and Vol'nova, 1970, 1984; Orlov, 1971, 1973, 1975; Orlov *et al.*, 1973, 1974)。详述了用密封容器充氧运输活鱼的方法。在上述作者中苏联作者居多数，这是因为在苏联经常用这一方法从孵化场运出供放养鱼类。

3.1 聚乙烯袋

装水充氧密封运输活鱼的塑料袋有多种形状。塑料袋可用薄软或稍厚较硬的透明聚乙烯薄膜为材料制作，形状一般为口袋形或园筒形。

常用的塑料袋（口袋形）规格一般是长 $0.8 - 1.1$ 米，宽 $0.35 - 0.45$ 米。塑料袋的上端一般完全敞开，底部中间有一道接缝，或者以矩形薄片连接下端作为底部。后一种形状较为适宜，因为用这种形状的塑料袋可有助于避免使鱼在袋的拐角处被挤压致死。为了保险起见，有时使用双层塑料袋，即把一个薄的软塑料袋放在另一个薄的塑料袋里，或者用一个薄的塑料袋作为一个厚的硬塑料袋的衬里。

另一种塑料袋为园筒形的，一般宽 $0.4 - 0.5$ 米，而长度则由裁剪的长短而定。这种塑料袋的一端必须完全密封。用橡皮筋、胶纸或绳索将塑料套的一头扎紧作为底端，然后将其焊合，或将其折叠后熔合。底端的焊合须用一种特殊器具，而熔合用蜡烛的火焰即可（图5）。另一种办法是将塑料套的一端打个死结。必须尽量把结打紧。至于双层袋，可裁剪一段长度为正常袋长 2.5 倍的塑料套，在二分之一处打结即可形成双层袋。

在运输中，将装有活鱼的塑料袋放在可保护塑料袋不受机械损伤的外箱里，主要是为了避免同地面接触时戳破或划破。使用外箱可使塑料袋处于最符合要求的位置，而且便于装卸，并可作为塑料袋的保温层。

纸箱、合适的塑料容器、广口聚乙烯罐、聚苯乙烯箱等均可用作外箱。外箱的种类取决于装运塑料袋的数量、运输时间、运输方式、对进一步装卸的要求、对环境温度与塑料袋内水温的差别的要求等。

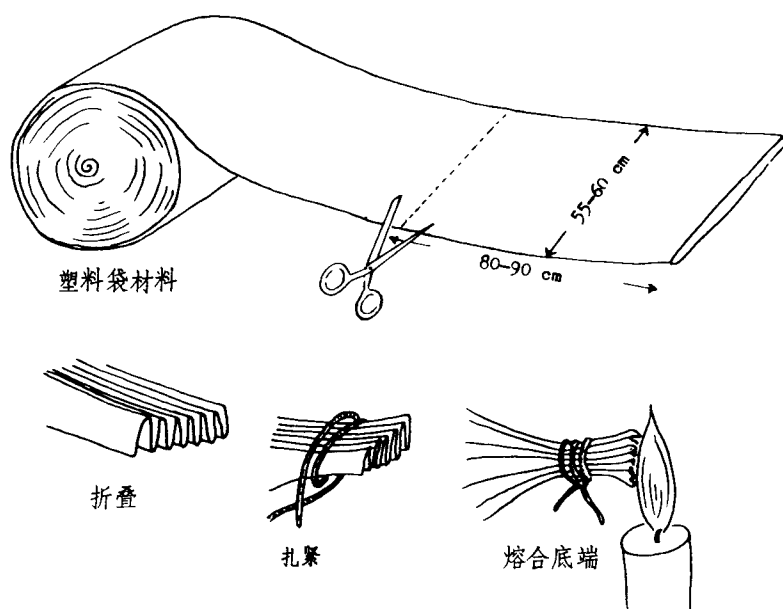


图5 园筒形聚乙烯袋底端密封示意图

(Woynarowich and Horváth, 1980)

如果要使运输活鱼的水体冷却降温，可将盛有冰块的袋子置于聚苯乙烯箱装有鱼苗袋子的下方（图6）。建议不要将冰块放入装鱼的袋内。冰块的使用量要视盛水袋子的规格、运输时间及温差的情况而定。放置在装运活鱼袋子下方的冰块体积一般为运输活鱼水体体积的10-20%。这种冷却的方法使活鱼运输可利用公共交通工具进行。

运输鱼苗所使用的水应符合运鱼的全部条件。在运输中最好使用与运输前水质相同的水，但这一部分水不得含有有机污染物或带有矿物质的松散泥土。运输带卵黄囊的鱼苗特别需要用有气泡的水体，即所释放的气体在水中的含量处于过饱和状态。

在将鱼苗放入塑料袋之前，应充分做好鱼苗的捕捞、计数、分装入袋等准备工作，以便尽快地结束全部操作。

首先将口袋形塑料袋或底端密封的园筒形塑料袋放入外箱。如果准备使用双层塑料袋，应先将内袋放入外袋里，接着装水。如果塑料袋的容积为50升则装水20升左右即可；然后再将鱼苗放进袋内。在将袋中水面上方的空气压出后，将连接在氧气瓶上压力调节器的管子伸入袋内，同时用手握紧袋口和管子。这时即可让氧气瓶中的氧经过压力调节器进入塑料袋的上部。