

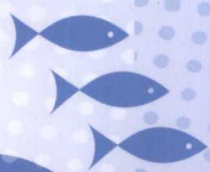


S H U I C H A N S H E N G W U

水产生物 流通与加工贮藏技术

L I U T O N G Y U J I A G O N G Z H U C A N G J I S H

■ 王朝瑾 张饮江 编著



上海科学技术出版社

水产生物流通与加工 贮藏技术

王朝瑾 张饮江 编著

上海科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

水产生物流通与加工贮藏技术 / 王朝瑾, 张饮江编著.
上海: 上海科学技术出版社, 2007. 11
ISBN 978-7-5323-9110-3

I. 水… II. ①王…②张… III. ①水产生物—商品流通
②水产生物—加工③水产生物—贮藏 IV. F762.6 S98

中国版本图书馆CIP数据核字 (2007) 第155117号

上海世纪出版股份有限公司
上海科学技术出版社 出版、发行

(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235)

新华书店上海发行所经销

上海译文印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 10.5

字数 216 千字

2007 年 11 月第 1 版 2007 年 11 月第 1 次印刷

印数: 1—2 500

定价: 28.00 元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题,
请向工厂联系调换

出版说明

科学技术是第一生产力。21 世纪,科学技术和生产力必将发生新的革命性突破。

为贯彻落实“科教兴国”和“科教兴市”战略,上海市科学技术委员会和上海市新闻出版局于 2000 年设立“上海科技专著出版资金”,资助优秀科技著作在上海出版。

本书出版受“上海科技专著出版资金”资助。

上海科技专著出版资金管理委员会

内 容 提 要

本书较为系统地阐述了水产生物流通与加工贮藏技术的基础知识及应用。全书共十二章,第一章至第六章介绍了水产生物流通的基础知识及保存技术应用,第七章至第十二章详细介绍了淡水鱼、海水鱼、虾、蟹、贝类等各类水产品的加工贮藏技术。

本书可作为水产院校食品科学专业和水产养殖专业教学用书,并可供水产科研单位科研人员和水产品流通和加工贮藏企业从业人员等参考。

前 言

随着经济发展,人们生活水平日益提高,国内外市场对各类水产生物活体需求量越来越大。水产生物流通除便于远距离销售、增加水产生物经济价值外,对水产动物的种质资源保存、品种引进、苗种生产、移养、放流、饲养、观赏,促进渔业科学技术发展,都具有十分重要的意义。

水产生物流通与加工贮藏是我国当前农业经济增长的亮点和水产业产业结构调整的重点,是一门跨学科的综合性和新兴学科。它是根据水产生物的生理特征和生态特性,利用现代先进信息技术和物流装备,整合传统运输、贮存、包装、流通加工、配送、信息处理等物流环节,实现物流运作一体化、信息化、高效化运营的先进组织方式,是满足广大消费者需求的最有效方式,同时能提高企业巨大的经济效益,其发展水平已成为衡量一个国家和地区综合竞争力的重要标志。

本书介绍的水产生物流通与加工贮藏技术,对进一步探索水产生物在低温、不同气体或无水环境条件下的新陈代谢、休眠、生存、对水的依赖性和水产生物的贮藏等方面具有重要的学术价值和应用价值。科学的水产生物流通能提高运输存活率、增加运输密度、延长保活时间、降低成本、减少环境污染等,具有非常明显的社会效益、经济效益及生态效益,已成为渔业可持续发展的关键问题。同时,水产品食用安全性对水产品的价值有着重要影响,是企业参与市场竞争的基础。近年来国内外对其极其重视,制定相关法规进行监督和管理,控制水产品质量,避免由于水产动物安全性问题而引发经济、社会、环境和人体健康等问题,所以人类社会非常需要创建新的水产生物流通和储藏技术。

中国水产养殖产量居世界之首,水产品的保活又是我国出口创汇的重要组成部分,水产生物流通与加工贮藏技术,是水产业一个必不可少的关键环节。随着我国加入WTO,更要求我国尽快提高水产生物流通与加工贮藏技术。因此,提高运输存活率,降低运输成本,保持水产品品质,保护环境,既是满足国内外市场的迫切需要,也是社会的需求。

本书由王朝瑾、张饮江编著,张饮江编写第一至第五章,王朝瑾编写第六至第十二章。上海水产大学的罗坤、罗艳平、黄智伟、杜佳沐、徐晶、邱军强和袁金凤,广东海洋大学的陈水春等也参加了本书部分章节的辅助编写工作,并承蒙宋承芳教授对本书进行修改和提出宝贵的意见,在此表示衷心感谢。

限于编者理论水平和实践经验有限,加之编写时间仓促,书中疏漏、错误和不妥之处,恳请读者批评指正。

编著者

目 录

第一章 水产活体暂养和流通中的生理特征与生态环境	1
第一节 呼吸状况	1
第二节 排泄状况	3
第三节 环境胁迫与应激反应	5
第四节 麻醉作用	6
第五节 生态冰温	9
第二章 水产活体暂养环境工程与设施	11
第一节 暂养与环境	11
第二节 暂养主要方式	11
第三节 暂养水质调控	12
第四节 闭合式循环暂养系统中生物膜的培养	14
第五节 闭合式循环系统中暂养水产活体的管理	14
第三章 水产动物活体流通环境工程与管理	16
第一节 流通主要方式	16
第二节 运输器具与装置	19
第三节 运输装置中的增氧方式	24
第四节 活鱼运输的降温方式	25
第五节 活鱼运输的水净化方式	26
第六节 流通中的 HACCP 质量管理	26
第四章 水产动物活体流通工程技术	35
第一节 受精卵活运	35
第二节 鱼类的流通	37
第三节 虾类的流通	41
第四节 蟹类的流通	49
第五节 鳖类的流通	53
第六节 贝类的流通	56
第七节 观赏鱼的流通	59
第八节 水生哺乳动物的活运	60
第五章 水产生物超低温保存技术	67
第一节 低温保存与低温损伤	67
第二节 低温保护剂和保存液	71
第三节 玻璃化保存与溶液的玻璃化	73
第四节 微生物的超低温保存	77
第五节 水产动物材料的超低温保存	79

第六节 水产植物材料的超低温保存	88
第六章 水产生物的保鲜和加工贮藏	92
第一节 水产生物的鲜度及深加工	92
第二节 水产生物的贮藏安全技术	94
第三节 水产品的保鲜贮藏工艺	96
第七章 海水鱼的加工贮藏技术	99
第一节 海产品贮藏技术的新发展	99
第二节 不同品种的加工贮藏	100
第八章 淡水鱼的加工贮藏	115
第一节 加工贮藏方法概要	115
第二节 不同品种的加工贮藏	119
第九章 虾类的加工贮藏	125
第一节 概述	125
第二节 不同品种的加工贮藏	127
第十章 贝类的加工贮藏	131
第一节 概述	131
第二节 不同品种的加工贮藏	131
第十一章 蟹类、海参的加工贮藏	146
第一节 蟹类深加工贮藏前景	146
第二节 海鞘风味食品加工	146
第三节 刺参的加工贮藏	147
第十二章 大型海藻的加工贮藏	148
第一节 裙带菜的加工贮藏	148
第二节 海带的加工贮藏	149
第三节 坛紫菜的加工贮藏	151
第四节 条斑紫菜的加工贮藏	151
主要参考文献	154

第一章 水产活体暂养和流通中的 生理特征与生态环境

水产活体暂养与贮运需要科学、合理、经济地保证水产活体在贮运中存活所必需的生态环境,环境条件越好,存活时间就越长。

第一节 呼吸状况

水产动物活体在流通中新陈代谢,消耗氧和产生二氧化碳,氧需要从外界吸入,二氧化碳需及时排出体外,若过多地滞留于活体内,必然会扰乱体液酸碱平衡,危及存活。所以呼吸是水产动物流通环境中的基本生理特征。

水产动物呼吸类型有多种形式。鱼类的呼吸方式有水呼吸和气呼吸,呼吸器官多种多样,大多数鱼类生活在水环境中,其气体交换主要也是在水环境中进行,依靠主要的呼吸器官——鳃进行水呼吸,部分鱼类能够从空气中吸取氧气,进行气呼吸的辅助呼吸器官有口咽黏膜、皮肤、鳃上器、肠、鳔等。鱼类假鳃是鱼类向外环境排泄二氧化碳的一个器官,特种水产动物如龟、鳖等在空气中用肺呼吸,冬眠时,体表皮肤有辅助呼吸功能。水生哺乳类为适应水环境特别是潜水生活,其呼吸系统有许多特点和变化,如鼻孔位移,具特殊的喉门、可以压瘪的肺,小支气管上仍有软管支持,支气管和肺泡管上有特殊的肌肉层等。

1. 呼吸频率

鱼类呼吸运动具有节律性,在一定范围内鱼鳃的通水量随呼吸频率加快而增加。不同鱼类的生活习性不同,它们的呼吸频率相差很大。同种鱼类的呼吸频率受年龄、个体大小、活动程度、水温、水中溶氧量及二氧化碳含量、季节等多种因素的影响,所以呼吸频率和生态因子密切相关。海兽用肺呼吸,呼吸节律极不规则,一般是先在水面连续呼吸若干次,继之潜水进行较长时间屏气,然后浮出水面换气,呼吸频率先是较快,后逐渐恢复正常。

同种鱼类耗氧量随体重的增加而相对降低,因此单位容积装运量鱼苗比鱼种少,同种鱼类耗氧量随水温升高而增加,因此以低温环境运输为妥。如在 27℃ 时,鲢夏花耗氧率是 620 mg / (kg · h),而鳙夏花在同样条件下是 430 mg / (kg · h),所以鳙的耐运力比鲢强。又如乌鳢、斑鳢、胡子鲇等具有辅助呼吸器官,生命力强,其耐运能力也有所提高。河鳗正常呼吸频率平均每分钟 30~40 次,但受水温、水中溶解氧、食欲、应激反应、pH、水质等外界因素的影响,随着水温升高,呼吸频率加快。但水温超过 30℃ 以上时,尽管呼吸频率增加,但耗氧量反而减少。

2. 影响呼吸的主要因素

水环境中氧气、温度、pH、二氧化碳、氨、悬浊物、盐度、水流等理化因素以及鱼的兴

奋反应等都会影响鱼类的呼吸。

(1) 氧气:水环境中氧分压影响鳃的气体交换,水中溶解氧减少使鱼的呼吸频率随之加快,如果严重缺氧,则造成窒息死亡。鱼开始窒息致死的氧浓度称为窒息点,它随鱼的种类、年龄、性成熟度及生活环境中的溶氧量、温度、盐度的变化而变化。

氧气是鱼类生存的必要条件,离水活运、水槽活运及塑胶袋活运等活运方式,氧气的供应方式各有不同。海水鱼对氧气的摄取能力较淡水鱼弱,故溶解氧降低时易于死亡,鱼类活运过程中发生异常状态,主要是溶氧量变化所致。

(2) 温度:在适宜水温范围内,逐渐升高水温,会使鱼呼吸加强、频率加快;反之,则变弱减慢。如果水温剧变,将抑制鱼的呼吸运动。低温可以降低鱼类对氧气的消耗,并抑制二氧化碳、氨、乳酸等生成。在低温时,鱼类运动或体内代谢活动均已降低,氧气需要极少,故可保持氧气供需均衡,通常采用冰块维持低温,降低新陈代谢,使鱼类安静,抑制鱼类活动、减少摩擦,使其不易受伤或不易感染疾病,并且抑制或降低由排泄物引起的水污染或细菌孳生对氧气的消耗。因此对鱼类活运而言,除少数鱼种外,以适当降低水温为宜。

(3) pH:淡水鱼最适 pH 为 6.5~8.5,海水鱼为 7.0~8.5,酸性或碱性过大均会刺激鳃和皮肤的感觉神经末梢,反射性地影响呼吸运动,使鱼摄氧能力减弱,因此,即使在富氧的水域里也会出现缺氧症。当水中二氧化碳积蓄时,pH 相对降低。水体 pH 也与水中的氨量有关,为防止 pH 降低,在水中添加缓冲剂,可有效维持水体 pH。

(4) 氨:氨是毒性高、通透性大的化合物。水中氨积蓄达相当程度时,会妨碍鱼类呼吸,即使浓度低也是有害的。血液中氨的浓度超过 1%,水产活体即死亡。因此氨必须在形成时就立即排出体外。因为氨分子小,很容易溶于水,可以很快从水的表面扩散到水中。大多数水栖无脊椎动物,如乌贼、螺、海星、虾、蟹,蛋白质的代谢产物以氨的形式排出。活运中水产活体密度高,排泄物在水中积蓄,水质短时间内迅速恶化,对鱼类存活产生影响,尿素与含氮性最终产物在水中迅速分解,成为氨与碳酸气,促进氨量增加。

(5) 二氧化碳:鱼类对水环境中的二氧化碳非常敏感,海水鱼比淡水鱼更为敏感,水中二氧化碳分压直接影响鳃部的气体交换。鱼类呼吸在水中排放二氧化碳,其中大部分变成 HCO_3^- 等游离气体,在密闭容器中,妨碍鱼类鳃孔向水中扩散二氧化碳,使血液中二氧化碳上升,故水中二氧化碳积蓄,也妨碍鱼类摄取氧气。如果水中二氧化碳分压高,血液中的二氧化碳不能向水中扩散,以致碳酸积累,血红蛋白与氧的亲性和下降,血红蛋白的氧饱和度下降,所以尽管水中的氧很充足,鱼仍然会缺氧。高浓度的二氧化碳可使鱼麻醉,若水中二氧化碳分压过高,鱼即出现中毒现象,甚至死亡。

二氧化碳作为鱼类活运麻醉剂,以二氧化碳及氧 1:1 混合送入为宜。利用二氧化碳进行活鱼运输,可采用碳酸氢钠及氧的方法,以应用于活鱼运输。

(6) 悬浊物:鱼类黏液、鳞片以及粪便等悬浊物,附着鳃孔时,其有效气体交换面积变小,使水与血液间的距离变大,因此妨碍氧气的摄取。并且有机物质的悬浊物,由于细菌的分解,使水中的溶解氧也减少。除去悬浊物的方法,以过滤最为有效,循环过滤式水槽,对活鱼运输最适宜。

(7) 盐度:水的盐度变化能够通过鳃黏膜和皮肤感觉神经末梢反射性地影响呼吸

运动。如果将淡水鱼放入海水中,最初的几小时内,鱼类的耗氧量随着盐度的升高而减少。海水鱼的呼吸受盐度影响亦显著。如将海马移入稀释的海水中,耗氧量会暂时升高,若稀释度不大,耗氧会恢复到正常水平,若稀释度很大,耗氧则会长时间低于正常水平。

(8) 鱼类的兴奋反应:鱼类因兴奋而激烈运动时,血液中的乳酸积蓄则显著增加,此时肌肉肝糖急速分解,使氧气供应不足,以致血液的酸、碱基紊乱,形成运输放养后迟发性死亡率增加的原因。为减轻鱼类兴奋及运动,运用不经空气中暴露的水移方式,即运输容器完全充水,抑制水体晃动。

第二节 排泄状况

运输过程中,水产活体的尿量及尿浓度增加,尿中离子组成也起激烈变化,这是造成活体死亡的原因之一。物质经过血液循环,经由某些排泄器官向体外排出的生理过程称为排泄;而由消化管排出的消化后的食物残渣,因未参与机体细胞代谢和血液循环,故不属于排泄,但对活运环境有着重要的影响。

1. 水产动物机体排泄主要途径

(1) 由呼吸器官排出:经由鳃排出的主要是氨、二氧化碳及某些离子。

(2) 由肠道排出:混合于粪便中,如经肝代谢所产生的胆色素随胆汁进入肠管;以及经肠黏膜排出的一些无机盐,如钙、镁、硫酸盐等。

(3) 皮肤排出:主要为黏液,其中主要为水分及多种盐分。

(4) 由肾排出:主要以尿的形式排出,尿中所含的排泄物种类最多,尿量大,而肾还可根据机体情况调节尿的质和量。从而调节各类平衡,保证机体适应所处的环境。

鱼类的排泄以尿的形式为主。尿为无色透明或黄色的液体,所含的排泄物种类最多,且量大。肉食性鱼类的尿普遍呈酸性反应,草食性鱼类的尿则呈碱性反应。各种鱼类的尿量有很大差别,淡水生活的鱼类,必须排除水而保留盐类,故一般尿量多,海水鱼类则必须排除盐类而保留水,故一般尿量少。许多在海洋生活的四足动物具有盐腺,能分泌出高浓度的分泌液,分泌液中主要含 Cl^- 和 Na^+ ,如海蛇有舌下腺,这些腺体不像肾脏那样可以不停地作用,而是进行间断性的分泌;海龟有围眶腺,其排出管开口于眼角,流的是盐泪。海兽的肾脏能产生比海水浓度更高的尿液。例如,鲸尿含 Cl^- 的最高纪录为 820 mmol/L,比海水中 535 mmol/L 的 Cl^- 浓度高得多。

2. 含氮废物的排泄

水产动物的食物中,糖类和脂肪在代谢过程中完全氧化为二氧化碳和水。水产动物排泄的含氮废物不同,有的主要排泄氨,有的主要排泄尿素,有的则主要排泄尿酸。一般水生无脊椎动物主要排泄氨,淡水脊椎动物也排泄大量氨,而海产脊椎动物多数排泄尿素。鱼类经肾脏由尿液或经鳃直接排出的物质,含有各种电解质及含氮产物。含氮最终产物种类很多,主要为氨、尿素及尿酸。硬骨鱼类含氮最终产物以氨为主,软骨鱼类则为尿素。

水产动物通过鳃排泄氨,大多数水栖无脊椎动物的蛋白质代谢产物和真骨鱼类的含氮代谢产物,主要以氨的形式从鳃排出,如鲤鱼、金鱼从鳃排泄的氮约为肾排泄氮量

的6~10倍,其中尿素占10%,而氨占90%。淡水鱼鳃直接排泄的氨量,占鱼类总排出氨量的60%~95%。

海水硬骨鱼类没有肾小球,尿素只通过肾小管分泌进入尿中。哺乳动物排出的含氮废物主要是尿素。板鳃鱼类(鲨和鳐)的含氮代谢产物主要也是尿素,它们把尿素保留在体内以保持高的渗透压。

3. 排泄物的积累

鱼类活运,密度高,排泄物在水中积蓄,对鱼类影响甚大。鱼类代谢产物主要为尿素、尿酸及大量氨氮,以及剥离的黏膜物,使水悬浊,水质短时间内迅速恶化。氨毒性高,如长时间放置,则对鱼类造成强烈的影响,甚至死亡。尿素的毒性比氨低,尿素与含氮最终产物在水中迅速分解,成为氨及碳酸气,促进氨量增加。不论是活运淡水品种,还是海水品种,其活运水环境中细菌数增加,微生物也会大量增加。

由于鱼、虾等排出的粪便、残饵、污物,以及细菌的作用,水中氨氮含量不断增加,当水中的氨氮积累到一定浓度,会减弱鱼、虾等的吸氧能力,妨碍活体的正常呼吸。氨对鱼体危害大,一般浓度超过 0.012×10^{-6} 时鱼就有致命的危险。通常是水温升高时,鱼类的排氨增加,且小鱼的排氨量多于大鱼。所以运输时要大量补充氧,以免鱼中途中毒致死,造成损失。

4. 渗透调节

水体是各种水生动物赖以生存的外环境。由于水环境和体液中含盐量不同,使它们之间的渗透压有差别。水生动物的水代谢和盐代谢是紧密相联的,称为水盐代谢,与渗透压调节有密切关系。根据水中含盐量的多少,水体主要分为海水、淡水和半咸水。许多海产无脊椎动物体液的渗透压或渗透浓度与周围海水的渗透浓度相等。鱼类的鳃在维持渗透压稳定中起着重要的作用,它既是气体交换的器官,同时也是离子转运、排泄含氮废物、维持酸碱平衡的器官。

淡水中的真骨鱼类血液渗透浓度比淡水高,水的渗入和离子的丧失对于真骨鱼类的存活有重要影响。淡水鱼尿液的渗透浓度很低,且尿量较大,有不少离子随尿排出而丧失。淡水鱼一方面依靠肠道从食物中吸收无机盐,另一方面通过鳃上皮直接从水中吸取无机盐。广盐性鱼类从淡水进入海水,体液的渗透压略有增高,但仍比海水的渗透压低得多。而当洄游鱼类从海水进入淡水时,则出现相反的变化,鳃主动吸收离子,鱼类减少或停止饮水,尿液变稀,尿量增加。能在海水和淡水间洄游的鱼类,它们所具有的特殊调渗机制是由内分泌控制调节的。

海洋动物进入咸淡水可以分为两类,一类是被动的渗透压顺应者,另一类是主动的渗透压调节者。像牡蛎那样的渗透压顺应者,能耐受一定程度稀释过的海水,就像在自然状况下耐受河口湾的周期性淡水稀释的情况一样,有时还可把壳闭上。但是,从长远来说,它们不像主动的渗透压调节者那样能更好地适应外界环境中渗透压的改变。中华绒螯蟹能在稀释程度更高的海水中生活,实际上,它还能进入淡水,但到繁殖时又必须回到大海去。

鱼、虾等的体表有黏液或鳞片,可以保持体内渗透压平衡。在运输过程中,由于运输器材的震动,鱼、虾等的体表常会因受到水箱或网箱等器具的机械碰伤,导致鳞片和黏液脱落,表皮擦破,使体内渗透压失去平衡,降低了鱼对疾病的抵抗力。所以活运中

应当尽量减少或避免鱼体表面的损伤,以保持正常的渗透压。

第三节 环境胁迫与应激反应

环境胁迫是环境对水生生物所处的生存状态产生的压力,环境对水生动物的各种刺激,即为环境胁迫因子。水生动物容易受外界环境的影响,在水产动物活体流通中,温度、盐度、溶解氧、酸碱度、氨氮和亚硝酸盐等因素是影响其生存的主要胁迫因子。活体流通水体中亚硝酸盐达到一定浓度易引起鱼类中毒而使血液里高铁血红蛋白的含量升高、载氧能力下降,造成组织缺氧、神经麻痹、甚至窒息死亡。人为的干扰(如拉网、运输、噪音等),以及鱼类本身相互作用与装运密度等因素的交叉或共同作用,使鱼类时刻遭受生理和心理的刺激,从而处于应激状态,也会产生一系列应激反应。一般来说,环境胁迫可引起机体一系列病理变化,如组织损伤、红细胞形态发生变化、吞噬细胞数量增加、白细胞减少、淋巴系统病变,进而影响机体的防御系统。

当生存环境因子发生突变时,水产动物的神经、内分泌、激素、血液指标等生理状态也发生变化,并将产生应激反应,导致新陈代谢过程加剧,容易引起死亡。

水产动物运输中受到刺激因子的作用后,其下丘脑—垂体—肾间组织轴(HPI)会迅速促进促肾上腺皮质激素(ACTH)的释放,从而导致头肾细胞皮质醇激素的合成与释放。而皮质醇激素并不被储存起来而是释放到血液循环系统中,因此血液中皮质醇浓度可以作为衡量水生动物应激强度的指标。

水产动物运输后血液皮质醇含量都明显增高,同时运输应激后血液生化指标也有明显的改变。在应激因子的胁迫下,为适应环境,水产动物对机体功能进行调节,通过内分泌活动产生大量皮质醇等激素,使机体的物质代谢、免疫系统受到影响。活鱼经运输应激后,雌鱼血清皮质醇含量明显要高于雄鱼。

运输时血液生化指标也会产生变化。由于血液生化指标的变化是以机体组织细胞功能改变和新陈代谢变化为基础,因此血液生化指标是反映动物运输应激时体内物质代谢和某些组织器官功能状态变化的重要特征。运输应激刺激后,血液的总蛋白、白蛋白的含量明显增加。应激后水产动物体内血清蛋白含量的增高是肝脏糖原合成的结果。

运输应激后血清中的 AKP、CHE、ALT、AST、LDH 酶含量都有不同程度的升高,表明在运输应激状态下,动物的代谢系统受到了干扰,造成血清中酶的活性和含量发生变化。并且当鱼、虾受到强刺激因子作用,会快速发生全身性体表和鳃出血,导致应激性出血症,造成大批死亡。作为刺激的因素多种多样,按其性质可分为:物理性刺激(机械、声、光、电、水流),化学性刺激以及生物性刺激。不同的水生动物具有不同的生活习性,它们对外界反应敏感程度不一,如鲢、鳙、鲮等受惊后,会跳跃或极力挣扎。

1. 震动和光刺激

活运途中,鱼虾蟹贝的生理代谢活动会因运输工具震动使其受到惊吓和失去平衡,导致体内代谢过程加剧,增加了其对氧气需求以及代谢排泄物。

震动刺激,尤其连续震动时,鱼对氧气的消耗量增加 50%~80%,呈不规则反复变

动。光刺激方面,从黑暗状态转换光亮状态,增加的氧气消耗量以 10 分钟后最大,较以后至安静时,其值增加 40%~60%。震动刺激与光刺激比较,震动对鱼类不易驯服,震动必有反应,长时间震动对鱼类有严重的不良影响。光与震动的反应同时进行,氧气消耗量最大增加 60%~70%,且反复变动。多项刺激同时进行,耗氧量所增加的最大值较安静时增加 70%~80%,与单项刺激比较,几乎无差别。

鱼类因刺激而活动时,氧气消耗量增加,达到最高值后 20~30 分钟稍微降低,故鱼类装入水槽后 30~60 分钟,补充氧气则为重要的工作。运输出发前,在水槽中更换新水,可使鱼类安定。

2. 水温突变

鱼类是变温动物,鱼体温度与环境温度一致,水温对代谢率的影响尤为显著。同种鱼类的标准代谢率随水温的升高而升高,水温每升高 10℃,标准代谢率约增加 2.3 倍,标准代谢率与温度的这种相关性一直持续到致死温度。机体处于紧张状态时,代谢率显著升高。缓慢降温 and 运输水中加适量氯化钠,有助于降低鱼类应激反应,减少黏液分泌,提高存活率。

3. 鱼、虾类体表损伤

鱼、虾类活运方式不良时,会使鱼、虾类体表损伤,使鱼、虾类体质变弱。因摩擦黏膜或鳞片剥落,不能保护受伤处,易招致细菌繁殖,并且受伤处的鱼体组织及周围与水直接接触,无法保持一定的体液渗透压,以致鱼体质变弱,同时体表面受损,商品价值显著降低。

当使用小抄网移动鱼、虾类时,鱼、虾体在空气中暴露,产生激烈运动,氧气消耗会显著增加,同时不能忽视的,是鱼、虾体相互间及鱼体与网间的摩擦,使体表面受损伤。尤以鱼类脱鳞、眼球损伤等危害最大。采用不透水的塑胶袋盛装,鱼与水共同移动,可免使鱼体在空气中暴露。

采用诱导法移送,鱼、虾无特殊兴奋状态,存活率较高。在活体活运船的舷侧水面下设开闭口,诱导鱼类自行进出,再徐徐收紧相连的网具,诱导鱼类进入活鱼槽中。

因此,鱼、虾等生物体体质健壮,对不良环境的适应能力强,运输的存活率就高。当水产动物被捕捉放入运输器材中时,因对新环境不适应或受到惊吓,定会乱游动并激烈挣扎,这样肌肉会收缩,此时如果没有足够的充氧血来补充,将会产生大量的乳酸积集在肌肉血管中,血液的 pH 降低;因酸性血液对氧的利用率较低,鱼、虾等 24 小时内不易恢复正常。其恢复的快慢主要取决于生物体的种类和体质,所以在运输前一定要挑选健壮个体,以保证存活率。

第四节 麻醉作用

为降低水产动物的应激反应与新陈代谢,减少对水产动物的伤害,提高其存活率,麻醉剂已广泛用于水产动物的活体运输中。麻醉运输是采用麻醉剂抑制水产动物的中枢神经,抑制其反射功能,从而降低呼吸和代谢强度,提高存活率的运输方式。麻醉运输具有存活率高、运输密度大、运输时间长、操作方便等优点,到达目的地后,水产动物放入清水中即可复苏,采用适量的麻醉剂可以使鱼体对应激的强度降低,并且麻醉的鱼

皮质醇激素水平恢复要比非麻醉剂快,麻醉运输后多项血液生化指标都和运输前没有显著差异,维护了鱼血液生化指标的稳定性,对于维持鱼体生理代谢平衡有重要意义。因此日益受到国内外重视。国外已采用麻醉技术进行大规格的活鱼运输,我国虽起步较晚,但近年来发展却很快。麻醉方法主要有物理法和化学法。物理方法如冷却、通电、加压、针刺穴位、减压等,使鱼、贝类出现冬眠状态。化学方法主要是使用药物。目前常用的水产品活体运输的方法是对水产品进行低温麻醉和药物麻醉。

1. 低温麻醉

低温可以降低水生动物新陈代谢,抑制水产动物活动,使其处于麻痹的半休眠或休眠状态,减少机械损伤,使存活时间延长。根据不同水产动物的麻痹水温、麻痹时间以及降温梯度,就可减少水产动物的应激反应和损伤,以达到活体低温运输的目的。低温法可适用于鱼、虾、蟹、贝类等活体。

2. 药物麻醉

药物麻醉可用于运输水产动物活体,使其暂时失去痛觉和反射运动,且产生良好的肌肉弛缓,再进行除药处置,使其完全恢复。适用于鱼类的运输麻醉剂,为全身麻醉。应选择诱导期短、麻醉时间长、肌肉内残留量少、安全范围大、麻醉过深后易于急救、反复使用对人和水产动物危害小、价格低的麻醉剂。药物麻醉虽然能提高水产品活体运输存活率,但药物残留会危害人体健康,致使生态环境发生变化,日渐成为人们共同关心的重大问题。水产品食用安全性对水产品的价值有着重要影响,是企业参与市场竞争的基础,近年来国内外极其重视,并制定相关法规进行监督和管理,控制水产品质量,禁止任意使用药物麻醉,严格遵守药物禁用或限用范围,避免由于水产动物的安全性而引发的经济、社会、环境和人体健康的问题。

(1) 水产用主要麻醉药品:水产用主要麻醉药品有 20 多种:通常有乙醇、乙醚、二氧化碳、三氯乙醛、三氯丁醇、三溴乙醇、巴比妥钠、戊醇-3、弗拉西迪耳、异戊巴比妥钠、尿烷、MS-222、丁香酚、苯巴比妥钠、2-苯氧乙醇、盐酸苯唑卡因、氯乙醇、喹哪啶、碳酸氢钠、安定以及复方氯丙嗪等。采用药物麻醉时,必须严格执行国际和我国的各项法规条例,必须绝对保证水产品食用安全。

(2) MS-222 麻醉:目前已广泛用于活鱼和活蛙的运输、孵化、分级、称量、标志和手术等过程中。日本甚至直接将活鱼放入小包装的 MS-222 水溶液中制成“活鱼罐头”上市销售。研究表明,MS-222 在水溶液中可经鱼鳃、鱼皮等部位传导至鱼脑感觉中枢后,抑制了鱼对外界的反射能力和活动能力,导致行动迟缓,呼吸频率减慢,鱼体内的代谢强度降低,减少了水体中溶解氧的消耗。MS-222 是美国 FDA 批准能用于食用鱼的麻醉剂,它是活鱼长途运输中对保活行之有效的鱼用麻醉剂。它具有使用浓度低、入静快、作用时间长、复苏快、无残留、无毒副作用等特点,应激反应明显降低,但其价格较昂贵,并且使用过的商品鱼要求在清水中经过 21 天药物消退期后才能食用。因此,国外在寻找丁香油、苯佐卡因等应用于亲鱼采卵、活鱼运输以及手术过程中。并且 MS-222 和丁香油麻醉运输中加入一定的 NaCl 后鱼血清皮质醇含量有一定的降低,有利于缓解活鱼运输应激反应。

(3) 二氧化碳麻醉:采用二氧化碳作为麻醉剂运输活鱼,可使活鱼长时间、远距离处于休眠状态,能够降低运输费用,保持水产品品质,保护环境,避免活运中使用药物麻

醉对人体健康的危害,具有极高的研究与应用价值。利用二氧化碳辅助运输鱼类时,须分别用含有高分压和低压的二氧化碳气体交替刺激鱼类,15~30 分钟后鱼就进入休眠状态。当鱼沉到水底“睡眠”时,此时可将鱼从水中捞出,装入塑料袋、箱、水槽或盆中运输,时间可达 30~40 小时,当鱼运达目的地后,将其放入水中并吹入氧气,5 分钟后,鱼即苏醒。用二氧化碳麻醉,它无毒无害,可安全食用,符合人们对食品的要求。

(4) 药浴麻醉:水产动物以药浴进行全身麻醉,麻醉剂在体内被吸收,伴随鳃呼吸进行。恢复时以同温度的新鲜水暂养,使体内药物消除,达到苏醒的目的。在低温下麻醉鱼的运输效果较好。由于各种麻醉剂物理、化学、生化特性不同,造成影响麻醉效果的因子也较多。实际应用中应根据鱼的种类、大小、生理状况、水温、水质等来选择适当的麻醉剂及适宜的浓度,以及针对不同的生产需要来选择处理时间。就鱼体健康状态而言,有贫血症状的鱼类,或骨骼尚未充分发育的仔鱼,以避免采用麻醉或镇静处置为宜。麻醉或镇静状态的鱼类,对水中溶解氧的消耗量有所降低,约为活泼游泳时的1/4,但仍以充气为宜。

3. 鱼类麻醉及恢复过程

鱼类麻醉程度的变化,因鱼类及药物而异,其入醉时经过 I~IV 发展期。I-1 期逃避的游泳行动消失。I-2 期感觉功能消失,鳃盖运动中度亢进。II-1 期平衡运动部分失调。II-2 期平衡运动消失,肌肉弛缓,强度穿刺及环境水震动反射运动极弱,鳃盖运动振幅小而弱。III 期反射运动消失,心跳正常,呼吸运动弱且不规则。IV 期呼吸运动停止,数分钟后心跳停止。良好的麻醉药浴,需水量、药物总量、总鱼体重量、温度等配合,在 I~III 期适于进行。I-2 期药浴,适于亲鱼、幼鱼在镇静状态的运输。因药物的特性不同,麻醉程度不同,应分别依其药物入醉过程而予规则化,以期能充分掌握药物的特性。尤其要观察鳃盖运动的振幅、频度,以及运动状态,达到熟练状态。恢复过程,由上述途径反向进行,以至完成苏醒。

使用苯胺磺噻唑时,在适温范围,有效成分 10 mg/L(制剂 100 mg/L)以下的浓度,相当于 I-2 期,有良好的镇静效果,适用于鱼类运输分量。虹鳟亲鱼用汽车运输 6 小时,用 4 mg/L 即可满足要求。去除药物后,进行受精实验,孵化率良好。此时药浴的水量为 5 L,亲鱼 3 尾,用 40 L 维尼龙袋盛装,加 25~30 L 氧气,以冰冷却水温,保持 9℃左右。其后长时间运输时,以 8 mg/L 的实用性最高。运送香鱼的幼鱼,约 5 小时车程,使用药物 8 mg/L,即可达到效果。幼鱼平均体长 10.9 cm,平均体重 21 g,药浴水量 10 L,总鱼体重的比例为 0.1 kg/L,以通气法补充氧,保持水温 16~17℃。

4. 鱼类麻醉的药理作用

鱼类全身麻醉,主要为抑制中枢神经功能的可逆反应。

一般药浴麻醉最初阶段,鱼类反射的游泳行动消失,在未达平衡运动消失的第 I-1 期时,引起激烈的逃避游泳运动。第 I-2 期嗅觉、视觉中枢等功能受到抑制,平衡运动的中枢功能部分减弱,鳃盖运动中度亢进,在延髓中的呼吸中枢功能所受的抑制稍为解除。故第 I-2 期较第 I-1 期镇静,麻醉至此种状态,可长时间安定,适用于鱼类运输。

第 II 期平衡运动失调,恰似酩酊状态,并逐渐消失,此为小脑功能遭受抑制所致。骨骼肌的弛缓,系肌支配神经或肌肉本身功能遭受抑制,引起中枢或末梢性的麻醉。

第 III 期为手术适应期,已进行至脊髓反射弓的功能抑制,此期称为麻醉状态。

第Ⅳ期呼吸中枢、血管运动中枢等功能麻痹,继续放置即行死亡。

第五节 生态冰温

水产动物是变温动物,存在一个区分生死的临界温度,称生态冰温零点。生态冰温零点不同于冰点,水产动物生活环境不同,其临界温度也不同,因此它们的冰温区也不尽相同。生活在北方水域的水产动物,临界温度在 0°C 左右;而生活在水温较高的水域的水产动物不耐寒,临界温度多在 0°C 以上。从生态冰温零点至结冰点的该段温度范围称生态冰温。当鱼类在生态冰温时,处于休眠状态,此时鱼类活动基本停止,鳍和鳃的运动缓慢,摄食停止。在自然条件下休眠的鱼(鲢、鲤、鲱和比目鱼),肠胃里没有食物。

1. 生态冰温下的水产动物冬眠

生态冰温零点在很大程度上受环境温度的影响,把生态冰温零点降至接近冰点,是活体长时间保存的关键。对不耐寒、临界温度在 0°C 以上的水产动物,驯化其耐寒性,使其在生态冰温范围内也能存活。这样,经过低温驯化的水产动物,即使环境温度低于生态冰温零点,也能保持冬眠状态不死,处于冰温冬眠的水产动物,呼吸和新陈代谢极低,为无水保活运输提供了条件。但是各种水产动物的生态冰温有很大不同,因此,需先测定水产动物的生态冰温零点,到达目的地后,还需要一个复苏过程。生态冰温保活运输已成为鱼类保活运输研究的新方向。可以断定,生态冰温保活运输技术的推广应用将对水产养殖、水产加工业的发展起到巨大的促进作用。

表 1-1 部分水产动物的生态冰温零点

种 类	河豚	鲭	沙丁鱼	牙鲆	鲽	松叶蟹	蚶	扇贝
生态冰温 零点($^{\circ}\text{C}$)	3~7	7~9	7~9	3~4	-0.5~0	5~7	5~7	-0.5~1
结冰点($^{\circ}\text{C}$)	-1.5	1.5~2.0	-1.2	-1.2	-1.5	-2.2	-2.0	-2.2

图 1-1 是大獭蛤的冻结温度曲线图,大獭蛤的冻结点为 -1.9°C 左右,低于此温度大獭蛤由于细胞组织冻结等导致死亡。可以认为大獭蛤的生态冰温零点为 -1.9°C 。低温运输的温度应高于此温度,越接近此温度,活运的效果就越好。

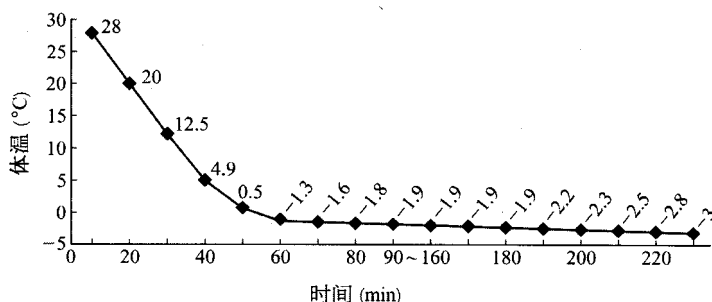


图 1-1 大獭蛤的冻结温度曲线