

文章编号: 1674-5566(2012)04-0524-06

室内低盐度饲养大黄鱼的初步研究

李兵, 王帅, 张伟, 吕为群

(上海海洋大学 水产与生命学院, 上海 201306)

摘要: 研究了低盐度(盐度为10)条件下, 室内养殖8月龄大黄鱼幼鱼的摄食、生长及存活率情况。低盐驯化30 d 状态稳定后的8月龄大黄鱼幼鱼经8 h 长途低盐度运输, 养殖在盐度为10的室内半封闭循环水系统内, 经5 d 环境适应阶段和80 d 饲料投喂阶段后, 幼鱼平均体长由原来的5.31 cm 变为8.36 cm, 增长率为0.04 cm/d, 平均体重由原来的2.59 g 增加到8.50 g, 增重率为0.07 g/d, 存活率为70.5%。由于投喂饲料的单一性以及幼鱼的低摄食率, 在一定程度上造成幼鱼生长缓慢。实验为在河口入海地区及沿海围垦的低盐度水域的大黄鱼养殖奠定了基础。

研究亮点: 首次在室内循环水系统养殖条件下, 采用低盐咸水驯化养殖的方式研究了大黄鱼的摄食、生长与存活, 探讨了大黄鱼淡化养殖的可能性, 为我国的大黄鱼低盐度水域的推广养殖起到了积极作用。

关键词: 大黄鱼; 室内养殖; 淡化养殖

中图分类号: S 917; S 965.322

文献标志码: A

盐度是与海水鱼类的生长和繁育有着密切联系的外在环境因素之一, 对海水鱼类的生长繁殖具有重要影响, 尤其在海水鱼类的人工繁殖和种苗培育时, 盐度的影响尤为重要。盐度的高低能够影响鱼类的许多生长性状, 合理的控制养殖水体的盐度将能有效地提高鱼类的生长性能并进而提高养殖业的经济效益。有关对海洋鱼类进行淡化养殖的研究国内外已有不少文献报道^[1-5], 而关于大黄鱼的淡化养殖的研究仍比较少。

大黄鱼(*Pseudosciaena crocea*)为硬骨鱼纲, 鲈形目(Perciformes), 石首鱼科(Sciaenidae), 黄鱼属(*Larimichthys*), 为传统“四大海产”(大黄鱼、小黄鱼、带鱼、乌贼)之一。大黄鱼分布于黄海中部以南至琼州海峡以东的中国大陆近海及朝鲜西海岸, 雷州半岛以西也偶有发现, 为我国近海主要经济鱼类。近年来, 由于大黄鱼网箱养殖密度过高, 水体流通不畅, 导致水体环境日益恶劣, 病害严重, 特别是由海水小瓜虫引起的“白点病”,

使渔民经济损失惨重。由于海水小瓜虫在低盐环境中不易存活而且大黄鱼具有较强的耐低盐能力^[6], 以及淡化养殖技术的日益成熟, 开展大黄鱼的淡化养殖已显得尤为必要。文章研究了在盐度为10的室内循环水体中, 采用投喂单一配合饲料的方式, 大黄鱼幼鱼的摄食、生长及存活率情况, 分析了大黄鱼的淡化养殖的可能性。

1 材料与方法

1.1 试验材料

本试验使用的大黄鱼鱼苗为8月龄秋苗, 取自宁德市横屿岛水产有限公司。试验8月龄大黄鱼规格为体长(5.31 ± 1.02) cm, 体重(2.59 ± 1.51) g。试验鱼的前期培育及低盐驯化在宁德市横屿岛水产有限公司试验场进行, 海水培育时间约7个月, 低盐驯化1个月, 方法如下: 将海水培育的试验鱼直接放入盐度为10的水体中, 低盐水体由经砂滤后的海水和曝气24 h 淡水混合调配而成, 驯化过程除换水盐度为10外, 其他日

收稿日期: 2011-12-30 修回日期: 2012-02-22

基金项目: 上海市科学技术委员会重点项目(11320501200; 10JC1406200; 09320503500); 上海市教育委员会重点创新项目(10ZZ102); 国家自然科学基金(31072228)

作者简介: 李兵(1984—), 男, 硕士研究生, 研究方向为海水鱼淡化养殖。E-mail: libing_shou@163.com

通讯作者: 吕为群, E-mail: wqlv@shou.edu.cn

常管理按正常养殖方式进行。驯化结束后经约 8 h 长途低盐(盐度为 10)运输后,于 2011 年 6 月 19 日抵达上海海洋大学并开始试验。

1.2 试验设计

将约 600 尾驯化好的 8 月龄大黄鱼置于 3 个约 500 L 养殖容器的半封闭循环水系统中(图 1),分别记为试验组 A、B、C,密度约为 200 尾/桶,将红海盐溶于曝气 24 h 以上的自来水中,并用精密海水比重计测定比重,将淡化养殖海水的盐度定为 10,以美国 YSI ProPlus 型便携式多参数水质测定仪准确校正。试验过程中及时捞出死亡鱼苗,并记录死亡的鱼苗数。

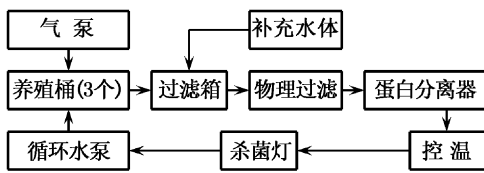


图 1 循环水系统工艺图

Fig.1 The process sketch of circulating water system

1.3 日常管理

投喂全价人工配合饲料,饲料由福建大昌生物科技实业有限公司生产,饲料主要成分如下:水分 $\leq 11\%$,粗蛋白 $\geq 48\%$,粗脂肪 $\leq 2\%$,粗灰分 $\leq 16\%$,钙 $\leq 5\%$,总磷 $\geq 1.2\%$,赖氨酸 $\geq 2.1\%$,食盐 $\leq 4\%$ 。每天投喂 2 次,投喂时间分别为 8:00 与 16:00,投喂时根据天气、水温以及鱼的摄食情况随时调整,至鱼不再抢食或投喂饲料在下沉过程中未被鱼吞食时停止投喂,尽量做到没有饵料残余,投喂结束后 30 min 进行吸底,吸出残留饵料以及粪便,随后进行补水,加入的水来自盐度为 10 的补充水体,在过滤箱中加入因吸污而损失的水分,以维持系统内的水循环。整个养殖过程不换水,24 h 不间断充气,定期更换过滤箱中的滤棉并及时清除蛋白分离器中的废液。在养殖过程中,随时检查养殖系统水体的水质指标,保持系统内水质稳定。养殖系统内相关指标如下:温度为 $(24 \pm 1)^\circ\text{C}$,盐度为 10 ± 0.5 ,pH 为 8.0 ± 0.2 ,溶解氧为 7.5 ± 0.5 ,硫化物为 $0.05 \sim 0.1 \text{ mg/L}$,氨氮为 $0.1 \sim 0.2 \text{ mg/L}$,亚硝酸盐氮为 $0.25 \sim 0.3 \text{ mg/L}$,光照强度为 $750 \sim 1200 \text{ lux}$,光照周期为 12L:12D。相关水质指标由北京桑普生物化学技术有限公司生产的水质测试剂

(水博士)测定。

1.4 数据处理

统计软件为 GraphPad Prism 5.0 Demo,所有试验数据采用单因素方差分析,以 $P < 0.05$ 为显著差异, $P > 0.05$ 为无显著差异。

2 结果

2.1 饲料日投喂量

循环水系统内 3 个试验组的日投喂量见图 2。试验组 A、B、C 的日投喂量均在 $5 \sim 30 \text{ g/d}$,随着日龄的延长,鱼苗的摄食能力逐渐增强,均呈缓慢上升的趋势。而以当天总投喂量的平均值也可以看出其投喂量也呈上升趋势。由此可知,随着鱼苗的长大,其摄食量也逐渐增大。

2.2 鱼苗增重量

根据鱼苗试验前以及试验结束后的体长和体重(表 1)可知,各试验组间鱼苗的平均体长和平均体重均无显著性差异。从结果可以看出,室内淡化养殖的 8 月龄大黄鱼的体长日增长率为 0.04 cm/d ,体重日增重率为 0.07 g/d 。

2.3 死亡率

在 85 d 试验过程中,共分为 2 个阶段:5 d 环境适应阶段和 80 d 饲料投喂阶段。其在各阶段的死亡率见表 2,适应阶段为环境适应期,期间少量投喂进行诱食;投喂阶段按照日常管理里的投喂方法进行投喂;各试验组死亡数量见表 2:适应阶段的死亡数量分别为 10、15、18;饲料投喂阶段死亡数量分别为 48、42、44,共死亡 177 尾,平均存活率为 70.5%。

3 分析与讨论

盐度作为一种生态因子,对鱼类具有一系列的生态生理学作用。准确掌握盐度对鱼类各发育阶段的影响机制,可有目的地调控其生长发育,更好地为养殖生产服务。鱼类的摄食是一种内源节律,是对饵料、光照、温度等周期性变动的生态因子的一种主动适应,所以饵料的选择、投喂时间、量的控制及外界环境的调控对鱼类的生长起到非常重要的作用。

3.1 淡化养殖盐度的选择

盐度是影响鱼类生长代谢等各种生理活动的重要环境因素,其变化迫使鱼类自身通过一系列生理变化,来调整体内外渗透压的动态平衡,

致使其生长存活与摄食^[7]、呼吸代谢^[8]、酶和激素水平^[9-10]与胚胎发育^[11]等相关生理指标产生相应变化。广盐性鱼类在较大的盐度范围内都能存活,并有较好的摄食率、吸收率、转化效率和增长率,但不同鱼类的最佳生长盐度有所不同,

而且鱼类在食物的摄入、吸收、转化、生长效率等方面对盐度的反应各有差异,与鱼种发育阶段、食物消耗量和温度、环境等因素密切相关。因此,确定最佳盐度水平对饲养于可改变盐度的水域里的鱼类是非常重要的。

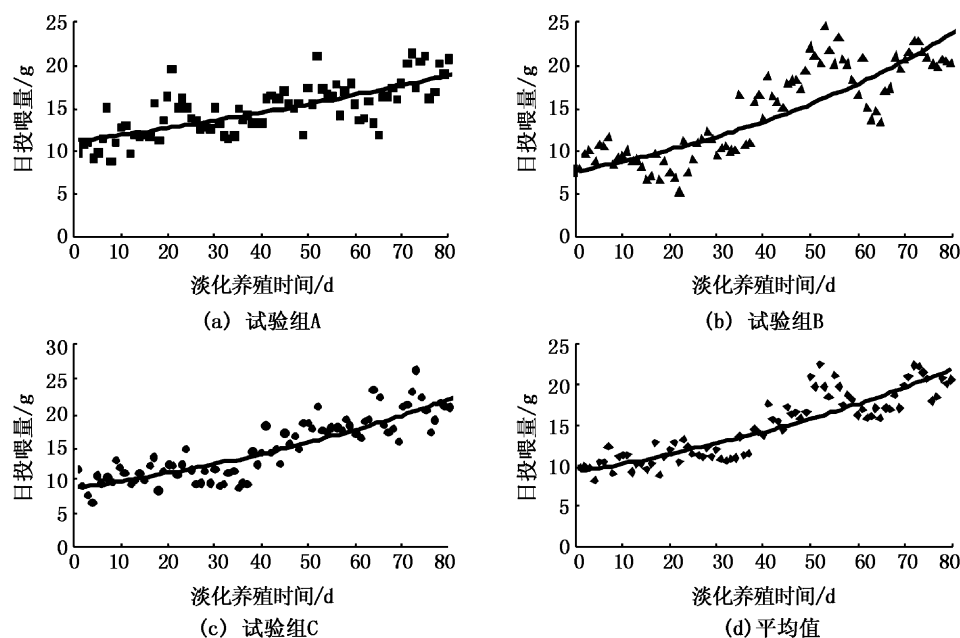


图2 大黄鱼幼鱼各试验组的日投饵量以及平均投饵量

Fig. 2 The daily ration in each experiment group and the average ration of *P. crocea* larvae

表1 大黄鱼幼鱼各试验组的体长和体重的变化

Tab. 1 The length and weight changes of *P. crocea* larvae in each experiment group

	体长/cm			体重/g		
	试验组 A	试验组 B	试验组 C	试验组 A	试验组 B	试验组 C
试验开始	5.41 ± 1.01	5.36 ± 1.02	5.15 ± 0.96	2.93 ± 1.37	2.49 ± 1.69	2.32 ± 1.33
平均值		5.31 ± 1.02			2.59 ± 1.51	
实验结束	8.69 ± 1.02	8.17 ± 1.23	8.12 ± 0.71	8.73 ± 1.98	8.55 ± 2.64	8.07 ± 1.79
平均值		8.36 ± 1.02			8.50 ± 2.13	
日增率		0.04 cm/d			0.07 g/d	

表2 各阶段大黄鱼幼鱼各试验组的死亡率

Tab. 2 The mortality of *P. crocea* larvae in each experiment group during experiment

死亡阶段	试验组 A	试验组 B	试验组 C
适应阶段(5d)	10	15	18
饲料投喂阶段(80d)	48	42	44
死亡率	71.0%	71.5%	67.5%

大黄鱼为集群洄游性鱼类,其适盐范围比较广,王晓清等^[12]报道 50 尾大黄鱼 40 日龄鱼苗在盐度 8.08 ~ 9.18, 温度 27.2 ~ 30.0 °C 条件下,30

h 后全部死亡。沈鑫绿和陈亚瞿^[13]通过低盐度驯化大黄鱼得出,在盐度小于 10 的试验组中,体长为 9 cm 左右的大黄鱼刚开始反应比较激烈,而后趋于平静,盐度对大黄鱼的 48 h 半致死盐度为 2.5。大黄鱼早期发育阶段对盐度的适应性研究表明,30 日龄大黄鱼幼鱼在淡化盐度 10 和海水盐度 25 条件下,96 h 的死亡率未超过 10%,说明 30 日龄幼鱼的渗透压调控功能明显增强,具有较高的低盐耐受能力^[14]。综合现大力发展的近海养殖业,包括滩涂养殖、网箱养殖、筏式养殖及近

海池塘养殖,其养殖地区均处于河流入海口地区,盐度均较低^[15-17],适合大黄鱼的淡化养殖。

3.2 投喂量与增重率

合理的投喂量包括两方面,一要满足鱼类对营养物质的需求,二要满足鱼类的饱食感。由于鱼类生活在水中,其摄食过程一般难以观察到,当饲料投喂不足时,饲料的营养物质中用于维持鱼类生命活动的部分比例偏高,而被用于生长的部分偏低,从而致使饲料转化率偏低,而且,饲料不足会导致鱼类个体大小差异,甚至会互相打斗残食。如果投喂量过大,过量的未被摄食的饲料残留水中,滋生细菌,污染水质,而且也增大了经济成本。

本研究中,单一试验组开始日投喂量为 7.6~11.2 g,鱼的开始总重量约为 518 g,即日投喂量为 1.47%~2.16%;试验结束时,日投喂量为 18.9~23.8 g,鱼的总重量约为 1 198.5 g,即日投喂量为 1.58%~1.99%。其日投喂量远远低于相关文献 3% 以上的日投喂量^[18-20]。

在人工育苗条件下,根据刘家富^[21]报道的大黄鱼具有一年两次性成熟发育的特征,即春季产卵和秋季产卵。由于所处季节的温度、饵料以及各环境因素的不同,秋季产卵孵出的鱼苗需经过冬季寒冷期,生长较缓慢,而本试验所用鱼苗为秋苗,即供研究的大黄鱼鱼苗的体重及体长都偏小。在养殖过程中,长期使用单一的饲料,对鱼苗的增重也产生了影响。养殖水环境盐度为 10,稍低于鱼体血液的渗透压 12~16^[22],需消耗部分能量来维持体内的渗透压平衡。在淡化养殖的过程中,饲料里的盐含量已经不能适应鱼体的需求,其盐类含量水平应适当提高,增加盐分的摄入量,从而可减少鱼苗渗透压调节过程中消耗的能量。

3.3 环境应激与死亡率

鱼类是水生低等变温脊椎动物,容易受外界环境的影响,在人工养殖生产过程中温度、盐度、噪音、溶解氧、光照等因素是影响鱼类生长存活的主要胁迫因子,如遇突发不良因素的刺激时,鱼类在短时间内多数出现惊恐、拥挤、集群顶水运动。在鱼类养殖水体中,不适水温、温度骤变均会导致水体中毒性物质增加,都会引起鱼类的应激,对鱼的代谢、摄食、运动、生长、繁殖产生不同程度的影响,而盐度的变化会对血浆皮质

醇^[9]、溶菌酶、ACH50 活性及免疫蛋白含量^[23]等各种免疫指标产生不同的影响,同时机械振动、突发声响、光照突变都不同程度的可引起鱼的应激反应。在大黄鱼室内养殖开始适应阶段,养殖水体及环境的改变使幼鱼处于应激状态,而突变的光照、声音都会引起幼鱼的短时间剧烈游动,少数幼鱼甚至会窜出养殖桶,从而导致死亡。

饲料营养与水产养殖动物的免疫功能密切相关,营养不足会使水产动物的免疫学指标显著下降,饥饿状态(营养不足)对黄颡鱼免疫机能具有影响^[24]。研究表明,通过在饲料中加入适量的脂肪酸^[25](例如 DHA,二十六碳六烯酸)、维生素 C^[26]、维生素 E^[27] 及虾青素^[28] 等均能提高水产动物的抗应激能力。由于饲料投喂的单一性,饲料中缺乏新鲜饵料内所含的必需营养,导致大黄鱼幼鱼免疫机能下降,生长较缓慢,而且,其投喂量只为正常生产过程投喂量的一半。因此,在投喂方面,需增加饲料的投喂次数,并时刻观察鱼苗的吃食情况;在饲料配方方面,需添加有助于提高鱼体免疫机能的成分,同时淡化养殖的饲料组成是否应该提高含盐量的百分比需进一步探讨。

3.4 展望

在大黄鱼淡化养殖过程当中,鱼体表粘液基本全无,部分鱼的口一直呈张开状态,但仍能正常摄食;从死亡率来看,较大个体鱼类相比较小个体对盐度变化有更强的适应能力,其前期死亡皆为弱小个体。通过将海洋鱼类生存环境的盐度降至其体液渗透压盐度,使其在渗透压调节方面降低能量消耗,以此为鱼体储存更多的能量用于生长。例如阮成旭和袁重桂^[5]报道,点带石斑鱼在低盐度海水中养殖 4 个月后,成活率为 71.2%,石斑鱼平均体重从 4 g 增长到 115.5 g,饵料系数为 0.757,取得良好的养殖效果。根据现有海水鱼类的成功淡化养殖案例,如花鲈、墨斑牙鲆、美国红鱼、星斑川鲷等,其淡化技术已日趋成熟,大黄鱼淡化养殖的成功已为期不远。

参考文献:

- [1] 冯新,刘建立,董玉波,等.不同盐度对星斑川鲷(*Platichthys stellatus*)幼鱼摄食生长的影响[J].饲料工业,2008,29(24):22-25.
- [2] 郑乐云,邓毅芳.美国红鱼种的运输及淡化技术探讨[J].科学养鱼,1998(3):35-36.

- [3] 王婧,高慧兰,鄂春宇. 漠斑牙鲆的淡水或微盐水养殖技术[J]. 海鲜世界,2005(5):57-58.
- [4] 陈文忠,赵国翠. 花鲈鱼苗淡化及驯化技术的研究[J]. 科技情报开发与经济,2004,14(1):150-152.
- [5] 阮成旭,袁重桂. 点带石斑鱼人工海水淡化养殖试验[J]. 水产科技情报,2006,33(4):152-153,156.
- [6] CHEUNG P J, NIGRELLI R F, RUGGIERI G D. Studies on cryptocaryoniasis in marine fish: effect of temperature and salinity on the reproductive cycle of *Cryptocaryon irritans* Brown, 1951[J]. Journal of Fish Diseases, 1979, 2(2): 93-97.
- [7] 赵峰,庄平,章龙珍,等. 不同盐度驯化模式对施氏鲟生长及摄食的影戏[J]. 中国水产科学,2006,13(6):945-50.
- [8] 吴凯,时翔,徐晓群,等. 急性盐度变化对凡纳滨对虾对虾仔虾呼吸和排泄代谢的影戏[J]. 厦门大学学报,2007,46(1):149-154.
- [9] 童燕,陈立侨,庄平,等. 急性盐度胁迫对施氏鲟的皮质醇、代谢反应及渗透调节的影响[J]. 水产学报,2007,31(9):38-44.
- [10] 王晓杰,张秀梅,李文涛. 盐度胁迫对许氏平鲷血液免疫酶活力的影响[J]. 渔业科学进展,2005,26(6):17-21.
- [11] 许晓娟,李加儿,区又君. 盐度对卵形鲳鲹胚胎发育和早期仔鱼的影响[J]. 南方水产,2009,5(6):31-35.
- [12] 王晓清,王志勇,何湘蓉. 大黄鱼 (*Larimichthys crocea*) 耐环境因子试验及其遗传力的估计[J]. 海洋与沼泽,2009,40(6):781-785.
- [13] 沈益绿,陈亚瞿. 低盐度驯化对大黄鱼和黑鲟存活的影响[J]. 水利渔业,2007,27(6):47-48.
- [14] 李兵,钟英斌,吕为群. 大黄鱼早期发育对盐度的适应性[J]. 上海海洋大学学报,2012,21(1):106-113.
- [15] 吕伟志,戴晓军,李东. 低盐海水池塘养殖刺参试验[J]. 齐鲁渔业,2006,23(6):3-4.
- [16] 耿隆坤,王建钢. 上海地区低盐海水中斑节对虾养殖试验[J]. 水产科技情报,1991,18(1):2-4.
- [17] 戴习林,臧维玲,王为东,等. 河口区斑节对虾三种淡化养殖模式的比较[J]. 上海水产大学学报,2003,12(3):209-214.
- [18] 史会来,楼宝,骆季安,等. 不同投饲率对日本黄姑鱼幼鱼生长及鱼体生化成分的影响[J]. 海洋渔业,2007,29(1):53-56.
- [19] 余坦健,林兴. 大黄鱼网箱养殖技术[J]. 中国水产,2007(12):50-52.
- [20] 陈成进. 人工养殖大黄鱼主要生长特征观察[J]. 现代渔业信息,2011,26(3):24-25,29.
- [21] 刘家富. 大黄鱼一年两次性成熟发育特征的研究[J]. 福建水产,2005(1):4-8.
- [22] TYTLER P, BLAXER J H S. The effects of external salinity on the drinking rates of larvae of herring, plaice and cod[J]. Journal of Experimental Biology, 1988, 138: 1-15.
- [23] 冯娟,徐力文,林黑着,等. 盐度变化对军曹鱼稚鱼相关免疫因子及其生长的影响[J]. 中国水产科学,2007,14(1):120-125.
- [24] 孙红梅,黄权,丛波. 饥饿对黄颡鱼血液中几种免疫相关因子的影响[J]. 大连水产学院学报,2006,21(4):307-310.
- [25] 刘媛,王安利,王维娜,等. 不饱和脂肪酸对鱼类免疫功能的影响[J]. 水利渔业,2005,25(5):92-95.
- [26] 秦启伟,吴灶和,周永灿,等. 饵料维生素 C 对青石斑鱼的非特异性免疫调节作用[J]. 热带海洋,2000,19(1):58-63.
- [27] 肖金星,邵庆均. 维生素 E 在水产动物饲料中的应用[J]. 中国饲料,2009(21):22-25.
- [28] 孟现成,雷剑. 虾青素在鱼类饲料中的应用研究[J]. 饲料工业,2008,29(18):38-39.

Studies on the indoor circulating culture of *Pseudosciaena crocea* at low salinity

LI Bing, WANG Shuai, ZHANG Wei, LÜ Wei-qun

(College of Fisheries and Life Science, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

Abstract: Experiments were conducted to determine the feeding, growth and survival rate of eight-month juvenile *Pseudosciaena crocea* during low salinity domestication in an indoor circulating culture system. The juveniles were domesticated at salinity 10 ppt environment for 30 days and transported to the aquarium facilities at Shanghai Ocean University. After 8 hours transportation, the juveniles were cultured in indoor half-closed circulating system at the salinity of 10. After 5 days environmental adaptation and 80 days of feeding period, the length of *P. crocea* increased from 5.31 cm to 8.36 cm, and the rate of growth was 0.04 cm per day. The weight increased from 2.59 g to 8.50 g, adding 0.07 g per day. The survival rate was 70.5%. Perhaps the commercial feed and the low grazing rate more or less lead to low growth rate of juveniles. Therefore, the result is expected to lay the foundation for the indoor desalination culture of *P. crocea* in the coastal reclamation and estuary district with low salinity waters.

Key words: *Pseudosciaena crocea*; indoor culture; desalting culture