

光合细菌在水产养殖上的应用性研究成果

黄颖颖¹ 周云帆² 陈春娜¹

(1.西南大学动物科技学院 重庆 400716 ;
2.重庆市沙坪坝区农业水利局 重庆 400030)

摘要 本文就光合细菌在水产养殖业上的应用,说明光合细菌在优化水质、改善养殖环境,作为动物性生物饲料的饲料,增加水产动物幼体的增重率和成活率,作为饲料添加剂和预防疾病等方面对水产养殖业有着巨大影响和潜力。

关键词 光合细菌 水产养殖 应用性

光合细菌(photosynthetic Bacteria, PSB)又称为光养细菌(phototrophic bacteria),是能进行光合作用的一群原核生物。广泛分布于湖泊、海洋、土壤中,是地球上最古老的生物之一^[1]。

人类对光合细菌的认识始于19世纪30年代。我国早在20世纪50年代就对光合细菌进行了一些基础理论研究,1987年11月在上海召开的“第一界光合细菌国际学术会议”大大推动了我国光合细菌的研究和应用^[2]。国内外学者对光合细菌的基础性研究、应用研究也取得很大的进展,诸多研究结果表明,光合细菌在农业、环保、医药等方面均有较高的应用价值^[3]。现已知的光合细菌包括1目、2亚目、4科、19属共约49种,其中应用于水产养殖中较多的是红色无硫菌科,一般以紫色非硫细菌和紫硫细菌较为普遍。近20年来,以小林正泰(1981)、小川静夫(1985)等人为代表的一批学者首先把它应用于高浓度有机废水处理,并把它作为优质饲料和饵料,开展了水产、畜禽养殖等多方面实验,取得了显著成效。此后我国学者亦于近年对光合细菌在水产上的应用进行了多方面的研究^[4]。

1. 优化水质,改善养殖环境

在人工养殖环境中,生物密度大,是自然界的几倍甚至几十倍,并且在养殖环境中,由于施肥、投饵及水生动物排泄物造成的污染相当严重,从而导致水产动物缺氧、生病乃至死亡。遇到这种情

况,一般需马上换水,但采用换水难以保持池塘水的适当肥度,且受水源水质情况的限制,在解决水质的问题上,效果往往不能令人满意。而光合细菌是光能异氧菌,能在厌氧光照和耗氧黑暗两种不同条件下,以水中的有机物作为自身繁殖的营养源,并能迅速分解利用水中的氨态氮、亚硝酸盐、硫化氢等有害物,能分解水产动物的饵料及粪便,有利于藻类和浮游动物数量的增加,起保护和净化水体水质的作用。

目前,光合细菌作为养殖水质净化剂,在国内外均已进入生产性应用阶段。日本、东南亚各国和我国的养虾池和养鱼池均已普遍地投放光合细菌以改善水质,并取得了明显效果。于伟君等(1991)以每平方米水面用1.5mL的光合细菌,拌入泥沙后撒于虾池中,30h后,氨态氮比对照组降低了0.08~0.4mg/L,并减少换水量多达30%^[5]。马述法等(1989)每天向无沙养鳖池中泼洒2mg/L的光合细菌,可使氨态氮比对照组降低21.33mg/L,溶解氧增加1.02mg/L。何筱洁等(1997)每10天向花鲈池中泼洒一次光合细菌,浓度为10mg/L、20mg/L、30mg/L,结果,池中的亚硝酸盐含量比对照组池降低0.080~0.086mg/L,氨态氮降低0.100~0.125mg/L。王绪峨(1994)等在扇贝育苗期减少换水1/3。每天泼洒光合细菌2~6mg/L,氨态氮降低0.004~0.012mg/L,pH降低0.05~0.07。田晓琴等人(1998)报道了光合细菌在

室温养鳖中的应用。实验用光合细菌菌液主要由球形红假单胞菌组成。每天在饲料中添加4%的光合细菌菌液 $20\sim 40\text{m l m}^{-3}$ 结果实验池的溶氧比对照池高,化学耗氧量、氨氮和硫化物比对照池低。实验组与对照组相比,稚鳖组氨氮降低了 $0.9\sim 1.07\text{m g/L}$,幼鳖组降低了 $0.07\sim 0.24\text{m g/L}$ 。战培荣等在研究中还发现,在水中游离的光合细菌细胞不如经固化的光合细菌细胞发挥作用更持久,后者改善水质和促进鱼类生长的效果更明显^[6]。据王育锋(1992)报道,使用浓度为 5.0×10^{10} 个细胞 m l 的红假单胞菌菌液作为饲料添加剂,每千克饲料加 $0.4\sim 0.8\text{m l}$ 原液,每天2次加水稀释后拌入多微饲料酵母配成的饲料中。每25天泼洒一次光合细菌液,使水中光合细菌浓度为 3×10^6 个细胞 m l 。结果,上午8时实验池的溶氧比对照池高70.8%,17时实验池的溶氧比对照池高31.6%。杨绍斌(2004)用复合光合细菌去除鱼塘水氨态氮 H_2S ,当复合光合细菌投放量达到1.5%时,总N量下降了83.5%,当其投放量达到2%时,总N量不再下降,说明已达到最佳去除效果,试验结果表明复合光合细菌对鱼塘水有较好的去除作用^[8]。

2. 用于水产动物幼体培育

光合细菌可直接或间接用于鱼虾蟹类育苗中的初期饵料,鱼苗培育成败的关键在于充足的开口饵料。在育苗池中施放光合细菌可被浮游动物捕食,而浮游动物又作为各种鱼类的开口饵料,被鱼苗摄食,从而能大幅度提高鱼苗的成活率。王绪峨(1994)分别在对虾、扇贝育苗中,利用光合细菌和单胞藻混合投喂,明显地提高了幼体成活率,用光合细菌和单胞藻混合投喂扇贝亲贝,则能提高亲贝性腺指数,促进性腺发育。

此外光合细菌对幼体的生长、变态和提高成活率也有明显效果。赵玲等(2003)直接施光合细菌 15g m^{-3} ,同时在饲料中添加光合细菌4%,每周一次,100d后,两个实验池的平均增重分别为124.7g和118.7g,高于相应对照池的97.8g和97.0g;成活率分别为96.9%和97.2%,高于相应对照组的91.9%和91.7%^[7]。李光友等(1993)用光合细菌投喂虾苗,苗种存活率提高30%,变态率提高10%。郭庆文(1993)在大棚虾苗培育中应用光合细菌一个月,

虾苗存活率提高11%,体长提高18.2%;刘中等(1995)用光合细菌投喂鲢鳙鱼苗,存活率提高13.5%,体长提高24%。据王育锋(1993)报道,用光合细菌培养鲢等夏花鱼种,鱼种每 667m^2 产量提高90.9%。丁美丽等(1993)报道从栉孔扇贝幼体开始的12d补充光合细菌,幼体平均增长量为 $5.91\sim 6.6\mu\text{m}$,对照组为 $4.8\mu\text{m}$,发育成稚贝数比对照组增加43.2%~62.0%。庞金钊等(1994)应用光合细菌进行生产性河蟹育苗试验,变态率提高了11.6%。

3. 作为动物性生物饵料的饵料

有研究表明,光合细菌的菌体无毒,营养丰富,蛋白质含量高达64.15%~66.0%,脂肪7.18%,粗纤维2.78%,碳水化合物23.0%,灰分4.28%,每克干菌体相当于21KJ热量。PSB不仅蛋白质丰富,而且氨基酸组成齐全,光合细菌蛋白水解后,其氨基酸含量(%)为:Asp9.7~11.1;Thr6.6~7.4;Ser5.2~5.5;Glu10.7~12.8;Gly9.0~10.1;Ala11.0~13.1;Cys0.4;Val6.2~6.8;Met0.8~2.8;Ile3.7~4.7;Lue8.5~8.8;Phe3.9~4.5;Lys4.3~5.1;His1.8;Arg4.5~5.5;Pro5.2~5.5;Tyr2.4~2.9^[9]。

轮虫、枝角类、丰年虫等动物性浮游动物是养殖业中常用的饵料。由于光合细菌营养非常丰富且个体较小,因此是枝角类和轮虫等饵料生物最适宜的饵料之一。

朱厉华等(1997)用光合细菌混以藻类培养轮虫,轮虫的增殖率明显高于单一的藻类、酵母培养组;小林正泰(1981)将光合细菌与酵母、小球藻三者对枝角类、轮虫的增殖效果进行比较,结果以光合细菌为好。王金秋等(1999)报道,养殖水体因投喂光合细菌,水体中的枝角类和昆虫生长繁殖速度加快,数量增加。张明等(1999)证明,用光合细菌培养的枝角类数量是酵母和小球藻培养的2~4倍;培养的蚤和轮虫的氨基酸含量明显提高,品质也更加接近天然生长的浮游动物。许兵(1992)用球形红细菌的新鲜培养物,混以青岛大扁藻喂养轮虫,轮虫的增殖率明显高于单用光合细菌、扁藻和海洋酵母,也高于光合细菌和海洋酵母混合。

4. 作为饲料添加剂

光合细菌不仅具有刺激鱼的非特异性免疫功能,提高鱼的免疫力,还可促进鱼的生长。所以可作为饲料添加剂应用。其原因可能与光合细菌菌体成分有关,光合细菌菌体营养丰富,蛋白质含量高达60%以上;且富含生物素,维生素B₁₂和辅酶Q10等,光合细菌中生物素和维生素B₁₂的含量比酵母等单细胞蛋白高出约百倍,而其辅酶Q10等的含量,比一般饲料高得多。近年国外报道发现辅酶Q10具有多种生理功能,包括可明显提高人和动物的免疫能力^[10]。

王鉴等(1994)用光合细菌作饵料添加剂投喂轮虫,日增殖率平均提高3.5%。战培荣(1995)用固定化或游离光合细菌1.3kg/m³条件下喂养鲤鱼30d,体重比对照组增加21.3%,体长增加15%,存活率提高4.25%。李勤生(1998)报道了以光合细菌作为饲料添加剂,饲养团头鲂、草鱼均取得明显的促生长效果,团头鲂鱼种日增重率和总增重率分别是对照组的4.71和5.1倍,草鱼种日增重率和总增重率分别为对照组的3.2和2.5倍。刘中等(1995)以光合细菌作为成鱼养殖饲料添加剂,经两个月投喂,出塘试验池的鲤鱼每667m³增产11.7%,罗非鱼每667m³增产44.8%。黄均等(2000)在养殖水体中泼洒光合细菌1~2mg/L,对虾产量增加11.65%~21.35%;于伟军等(1991)用红假单胞菌作对虾的添加剂饲料,产量增加21.7%~34.7%。

5. 预防疾病

研究和试验证明,光合细菌对许多鱼虾病害有防治效果。例如鲤鱼烂鳃病、金鱼水霉病、鳊鱼赤霉病与水霉病、黑绸擦伤病、对虾烂尾病等的防治效果可达100%。据中国科学院生物工作研究所试验,应用光合细菌可使虾苗成活率由27%~30%提高到50%~77%,且病苗消失,出苗整齐,虾苗强壮;当成虾受到暴发性虾病流行的严重威胁时,使用光合细菌40天,成活率就比对照组提高18.3%,达到31.6%~39.2%,从而实现大幅度增产。

杨绍斌等(2005)实验证明,在有臭氧配合下,随着光合细菌投放量的增加,患病鱼数量呈递减趋势,当光合细菌投放量达到1%时,即可有效

预防观赏鱼烂鳃病和水霉病^[11]。李勤生(1995)用光合细菌(稀释)浸泡患有烂鳃病的鲤、水霉病的金鱼10~15min,这些鱼都全部存活。崔竞进等(2000)报道,投喂光合细菌的中国对虾幼体肠道内致病菌减少。黄美珍等(1995)实验证明,光合细菌的营养还可通过食物链的传递促进幼虾的生长,光合细菌还能放出抗病性的胰蛋白酶,提高幼虾的抗病能力,降低发病率和死亡率^[12]。

6. 光合细菌的应用前景

21世纪将是生物技术全面发展、广泛应用,对人类生存产生巨大影响的世纪,光合细菌便属于生物工程中最具前景的领域。光合细菌在水产养殖业的作用可总结为10个字:清污、防病、营养、高效、环保。光合细菌以其独特的生理功能和高营养价值在水产养殖业势必有着广阔的应用前景。

参考文献:

- [1]揭晶,赵越.光合细菌应用的研究进展[J].广东药学院学报,2006,22(1):113-115.
- [2]成永旭.生物饵料培养学[M].中国农业出版社,2005:15-38.
- [3]王秋菊,崔战利.光合细菌在番茄上的应用研究[J].黑龙江八一农垦大学学报,2005,17(6):13-17.
- [4]赵小林.光合细菌在水产养殖业中的应用现状[J].2006,27(8):62-64.
- [5]于伟君,姚福相,侯玉成,等.光合细菌在对虾养殖中应用的初步试验.水产科学,1991,10(1):6-18.
- [6]战培荣.光合细菌固定化及其净化养鱼水质的研究[J].水产学报,1997,21(1):97-100.
- [7]赵玲,沈朝平,陈为民.光合细菌(PSB)在稚鳖养殖中的应用[J].内陆水产,2005,10.
- [8]杨绍斌.复合光合细菌对鱼塘水氨态氮HS的去除效应[J].环境科学与技术,2005,28(4):25-26.
- [9]刘如林.光合细菌及其应用.北京:中国农业科技出版社,1991.
- [10]沈锦玉等.光合细菌HZPSB对水产养殖水质的改良和对鱼类促生长作用[J].科技通报,2004,20(6):481-484.
- [11]杨绍斌等.臭氧配合光合细菌在观赏鱼病防治中的应用[J].水利渔业,2005,25(2):83-84.
- [12]黄美珍等.光合细菌在虾病防治中的作用研究[J].福建水产,2001,2:1-6.