

三株光合细菌应用于对虾饲料及其养殖效果

THREE STRAINS PHOTOSYNTHETIC BACTERIA APPLIED FOR PRAWN DIET AND THEIR CULTURAL EFFECT

乔振国¹ 唐瑞英¹ 黄宁宇¹ 高建军¹ 张道南² 孙其焕²(¹中国水产科学研究院东海水产研究所 上海 200090)(²上海水产大学 200090)

光合细菌(Photosynthetic Bacteria 简称 PSB)作为一类能充分利用光能和各种低分子有机物生长繁殖的微生物,由于其独特的生理功能和菌体内所含的丰富营养,已引起环保、水产及其有关部门的广泛重视。为了进一步探讨光合细菌在水产养殖中的作用,我们在 1987~1989 年对沼泽红假单胞菌(*Rhodospseudomonas palustris*)在中国对虾饲料和脊尾白虾、中国对虾育苗中的作用进行初步探讨的基础上^[1,2],又进一步分离了球形红假单胞菌 *R. sphaeroides* 和荚膜红假单胞菌 *R. capsulatus* 二个菌株,并于 1992 年 7~10 月对上述三菌株在中国对虾饲料和养殖中的应用效果进行了实验室条件下的初步探讨。

1 材料与方 法

1.1 试验水槽和用水

光合细菌在对虾饲料中的添加试验在室内 2m×1.5m×1.2m(有效水体 1.8~2.1m³)水泥池中进行,试验用水系杭州湾自然海水,盐度 8~10,取自室外 2.3 亩蓄水池。试验采用隔 2d 换水 4/5~5/6,连续充气的方式,水温 26.2~29.2℃。养殖试验在设于玻璃棚内的 8 只 1.5m×1.5m×1.0m 玻璃钢水槽中进行,每 2 个水槽为一平行试验组,槽上部覆盖网目为 0.5cm 的聚乙烯无结节网片,连续充气,每 2d 换水约 1/4,水温 24.2~32.2℃,海水盐度 6~9,pH8.3~8.6。

1.2 实验虾

两项试验均以中国对虾为材料,取自室外养虾池,对试验虾仅测定放养体长,体重值根据公式 $W=0.012L^3$ 计算^①,试验结束时则对全部收获虾的体长、体重进行逐尾测定。饲料试验和养殖试验对虾的放养量分

别为每一水池(槽)40 尾和 25 尾。

1.3 试验用菌及其添加方式

试验所用 3 个菌株均为实验室小型培养装置培养的新鲜菌液^[1],经 72-1 型分光光度计测定,菌液的 OD 值均在 1.8 左右(660μm 波长,5cm 比色皿),菌液离心干燥后干重得率 4g/L。各菌株菌液在对虾饲料中的添加量均为 1.2%,添加方式系将菌液按需要量和水混和后,直接加入预混料中搅拌造粒。养殖试验中 PSB 菌液的添加量为每吨海水 5ml,每 10d 补加 1 次。

1.4 试验用饲料及其投喂方法

养成饲料的基本组成为豆粕 30%,鱼粉 34%,麸质粉 15%,矿剂 0.8%,酵母粉 10%,复合维生素 0.2%。饲料试验除三菌株各为一组外,还设混合菌株和空白对照各 1 组,共计 5 组。饲养采用 50%鲜饵(淡水螺蛳)和 50%配饵混合投喂的方式,1d 投喂 4 次(2 次配饵、2 次螺蛳)。养殖试验以淡水螺蛳为饵,每天投喂 2 次(7:00, 16:30)。饲料试验期间配饵的投喂量根据对虾摄食情况随时增减,养殖试验则采用固定投喂量。

1.5 水质因子及细菌数量检测

试验期间对养殖试验各水槽的 pH、NH₄-N、NO₂-N、NO₃-N 等水质因子、水体中的 PSB 数量和异养菌数量分别进行检测,其中 pH 用 PH-25 型酸度计;NH₄-N 用萘氏试剂法,NO₂-N、NO₃-N 用盐酸 α-萘胺比色法;光合细菌用液体稀释法(MPN 三管法);总菌数用平板涂布法。水质测定每 5d 1 次。细菌数量检测 7~10d 1 次,微生物取样除第 1 次在加菌后外,其余均在加菌液前取样,取样水层为距槽底 20cm 处。

① 农业部水产司,1989。中国对虾养成技术规范。

表 1 三株 PSB 在中国对虾饲料中应用效果比较(1992 年 7 月 26 日~9 月 4 日)

项目		<i>R. palustris</i>	<i>R. sphaeroides</i>	<i>R. capsulatus</i>	<i>R. P + R. S + R. C</i>	对照组
放 养	$\bar{L}$ (cm)	5.98	6.02	5.97	6.06	6.14
	$\bar{W}$ (g)	2.56	2.61	2.55	2.66	2.78
	尾数	40	40	40	40	40
	$\sum W$ (g)	102.4	104.4	101.9	106.6	111.2
收 获	$\bar{L}$ (cm)	8.0	7.95	7.85	7.95	8.02
	$\bar{W}$ (g)	6.4	6.24	5.95	6.17	6.42
	尾数	40	40	40	39	38
	成活率(%)	100	100	100	97.5	95.0
$\sum W$ (g)		255.0	245.0	235.0	235.0	240.0
净增重 ¹⁾ (g)		152.6	140.6	133.1	131.1	134.4
螺蛳(g)		1 650	1 650	1 650	1 650	1 650
配饲(g)		221.5	223	223	223	196.5
饲料系数		2.8	3.0	3.2	3.3	3.0
折合饲料量 ²⁾ (g)		427.8	429.3	429.3	429.3	402.8
增重率(%)		113.5	104.6	99.0	97.5	100

¹⁾试验期间死亡虾补以放养虾重量。²⁾螺蛳:配饲=8:1

表 2 PSB 应用于养虾试验结果汇总(1992 年 8 月 21 日~9 月 16 日)

项目		<i>R. palustris</i>			<i>R. sphaeroides</i>			<i>R. capsulatus</i>			对照		
		1	2	$\bar{x}$	3	4	$\bar{x}$	5	6	$\bar{x}$	7	8	$\bar{x}$
放 养	$\bar{L}$ (cm)	8.1	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	8.1	8.1	8.1	8.0	8.0	8.0
	$\bar{W}$ (g)	6.4	5.8	6.1	5.8	6.0	5.9	6.4	6.4	6.4	6.2	6.2	6.2
	$\sum W$ (g)	160.5	145.8	153.2	145.0	150.3	147.7	160.0	159.0	159.5	155.0	156.0	155.5
	尾数	25	25	25	25	25	/	25	25	/	25	25	/
收 获	$\bar{L}$ (cm)	9.2	8.9	9.1	9.2	9.0	9.1	9.3	9.1	9.2	9.0	9.1	9.0
	$\bar{W}$ (g)	9.2	8.8	9.0	9.2	8.9	9.0	9.3	9.4	9.3	8.7	8.9	8.8
	$\sum W$ (g)	221.8	184.2	203.0	220.3	196.5	318.6	222.8	216.2	219.5	217.3	204.2	210.8
	尾数	24	21	22.5	24	22	23	24	23	23.5	25	23	24
成活率(%)		96	84	90	96	88	92	96	92	94	100	92	96
净增重 ¹⁾ (g)		67.7	61.8	64.8	81.1	64.3	72.7	69.2	69.9	69.6	61.8	60.8	61.3
螺蛳用量(g)		2 080	2 080	2 080	2 080	2 080	2 080	2 080	2 080	2 080	2 080	2 080	2 080
饲料系数		30.7	33.7	32.2	25.7	32.3	29.0	30.1	29.8	30.0	33.7	34.3	34.0
增重率(%)		105.7			118.7			113.6			100.0		

¹⁾试验期间死亡虾补以放养虾重量。

2 结果与讨论

2.1 三株 PSB 菌株在中国对虾饲料中的添加效果比较

试验结果见表 1。由表可见,用添加有 *R. palustris* 和 *R. sphaeroides* 菌液的两组饲料饲养的对虾在同样饲养条件下分别比用对照饲料喂养的对虾增重 13.5%和

4.6%;而用添加有 *R. Capsulatus* 菌液和三菌株混合菌液的饲料喂养的对虾,其增重与对照组相近。其中 *R. palus-*

tris 组的结果又一次证实了 1987 年同类试验结果^①。

2.2 三株 PSB 在中国对虾养殖试验中的应用效果比较

表 2 汇总了养殖试验的结果,根据这一结果,应用 PSB 的 3 个试验组对虾增重平均值均优于对照池,其中 *R. palustris* 为对照组的 105.7%,*R. sphacraides* 和 *R. cap-*

① 乔振国等,1988。全国畜牧水产饲料开发和利用科技交流会议文集(水产部分)。170~174。

sulatus 两组则分别为对照组的 118.7%和 113.6%,表明 PSB 的加入对于促进对虾生长有较明显的作用。

表 3 PSB 应用于对虾养殖的微生物检测结果(1992 年)

时间 (月.日)	项目	<i>R. paluseris</i>		<i>R. sphaeroides</i>		<i>R. capsulatus</i>		对照	
		1	2	3	4	5	6	7	8
8.22	PSB	1 500	110 000	200	15 000	45 000	45 000	4	25
	总菌数	17 000	8 500	4 500	7 600	15 000	2 700	6 800	8 200
9.1	PSB	25	160	9	15	200	4	0	9
	总菌数	21 000	21 000	10 000	22 000	15 000	2 000	35 000	20 000
9.9	PSB	95	300	45	20	45	4	4	4
	总菌数	10 000	21 000	10 000	34 000	12 000	18 000	12 000	12 000
9.16	PSB	15	/	30	45	45	9	9	4
	总菌数	20 000	11 000	6 900	12 000	7 000	11 000	21 000	13 000

表 4 PSB 应用于对虾养殖水质因子测定(1992 年)

项目	<i>R. paluseris</i>			<i>R. sphaeroides</i>			<i>R. capsulatus</i>			对照		
	1	2	$\bar{x}$	3	4	$\bar{x}$	5	6	$\bar{x}$	7	8	$\bar{x}$
pH	8.3	8.4	8.4	8.5	8.5	8.5	8.4	8.3	8.4	8.4	8.4	8.4
NH ₄ -N(mg/L)	0.97	0.96	0.97	0.98	0.97	0.98	0.95	1.0	0.98	0.94	1.20	1.07
NO ₃ -N(mg/L)	1.70	0.98	1.10	0.87	0.75	0.81	0.89	0.49	0.69	1.20	0.84	1.02
NO ₂ -N(mg/L)	0.21	0.31	0.26	0.24	0.25	0.25	0.26	0.26	0.26	0.32	0.25	0.29

2.3 关于 PSB 应用于水产养殖几个问题的探讨

2.3.1 PSB 的作用机理

自 80 年代中期 PSB 在我国水产界得以应用推广以来,已有许多文献报道了 PSB 在鱼、虾、贝育苗,养殖及饲料方面的作用^①。一般认为 PSB 在饲料中的作用机理主要是通过 PSB 菌体内所含的各种活性物质,由于条件所限,本试验未对三菌株菌体内的各种微量活性物质成分作统一的分析比较,但有资料表明:即使是同属于 *Rodopseudomonas* 的 *R. sphaeroides* 和 *R. capsulatus*,其菌体内的 V_{B12} 含量亦有相当大的差异^[2](后者仅为前者的 1/10)。而且根据我们在同时进行的另一项试验结果:以菌液存放期分别为 6 个月、3 个月和新鲜菌液的 *R. palustris* 为材料,按 1.2% 添加在饲料中喂养对虾,其饲料效果分别为 108%,103.5% 和 100%。据此,我们推测这种物质是由菌体自身分泌产生的,其数量随着存放期的延长而有一定增加。但对于三菌株混合使用其促生长效果反而不佳的现象有待于进一步研究。

关于 PSB 在对虾养殖中的作用机理,虽然本试验对养殖水体中微生物数量和水质因子均作了检测(见表 3,4)。但由于微生物计数易受培养条件(光照、温度)和取样操作的影响,且本试验仅对水体中的微生物数量进行检测,而未检测附于槽壁和槽底的微生物数量,因此表 3 所列数据并不能完全反映槽内的实际微生物数量。即便如此,从表 3 中我们可以看出添加 PSB 的 6 个水槽水体

中的 PSB 数量均高于对照组,这表明通过在养殖水体中定期添加某种特定微生物的方法可以在一定程度上增加该种微生物的数量。再从表 4 所列各种水质因子测定值看,各水槽的 pH 值都处于 8.4~8.5 的正常范围内,而其他各项测定值,除 NO₃-N 外,对照组的测定平均值均高于试验组。据此,我们认为 PSB 在改善养殖水质方面是具有一定作用的。

2.3.2 关于 PSB 菌株的特异性

综上所述,本试验的结果表明,PSB 添加在对虾饲料中和养殖水体中,对于促进对虾的生长都有一定作用,但就各菌株的作用效果而言,则表现出一定的特异性,如 *R. palustris* 作为对虾饲料添加剂有较好的促生长效果,而作为养殖水质改良剂其效果则不如其他菌株。根据我们在实验条件下所作的三菌株对盐度、pH、温度三因子适应能力的调查:各菌株对于环境的适应能力并不完全相同,在盐度方面,沼泽红虽然在 0~33 的盐度范围内都能生长,但以 12 以下为最适,而荚膜红在 0~6 的低盐度条件下几乎不长,18 以上才进入正常生长,但球形红在 0~33 范围内都能正常生长。再就各菌株对 pH 的适应能力而言,沼泽红对于 pH 的适应极为狭窄,在 pH 为 8 以上的环境中,其生长率迅速下降,相比之下,球形红和荚膜红在 pH 为 8.5 的环境仍生长良好。

^① 中国科学院海洋研究所科技情报室,1991。海水养殖技术资料汇编。第九辑。

根据上述分析,我们认为,在大力推广 PSB 应用于水产养殖或其他领域的同时,必须注意尽可能选择合适的菌株,否则就很难得到理想的结果。

参考文献

- [1] 张道南、乔振国,1988。水产学报 1(4):367~369。
- [2] 金森亚雄,1978。癸酵と工业 36(11):934~940。