

彭张明,黄明,康健南,等. 添加中草药与草分枝杆菌对凡纳滨对虾育苗效果的影响[J]. 江苏农业科学,2020,48(14):192-197.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.14.036

# 添加中草药与草分枝杆菌对凡纳滨对虾育苗效果的影响

彭张明<sup>1,2</sup>, 黄明<sup>1,2</sup>, 康健南<sup>3</sup>, 刘志刚<sup>4</sup>, 蒲桂川<sup>1</sup>

(1. 海南海壹水产种苗有限公司, 海南海口 571126; 2. 湛江海壹水产种苗有限公司, 广东湛江 524025;  
3. 湖南圣雅凯生物科技有限公司, 湖南长沙 410007; 4. 广东海洋大学水产学院, 广东湛江 524025)

**摘要:**为探究添加不同浓度中草药(芪参散)与草分枝杆菌对凡纳滨对虾(*Litopenaeus vannamei*)育苗、虾苗标粗与养殖效果的影响,在室内养殖桶内采用相同方法开展2次育苗试验,并跟踪2次育苗试验虾苗低盐耐受性、标粗与养殖的表现。结果显示,凡纳滨对虾苗生长性状上的差异具统计学意义,D组(2.0%芪参散)和G组(1.0%草分枝杆菌)的育苗效果最佳。虾苗低盐耐受性的表现差异具统计学意义,C组(添加1.0%芪参散)、D组、F组(0.5%草分枝杆菌)和G组的虾苗存活率相比其余组差异显著,此外该4组虾苗标粗成活率、养殖生长速度、养殖成活率及成功率都优于其他组虾苗。在育苗过程中添加一定比例的中草药(芪参散)与草分枝杆菌可提高凡纳滨对虾的育苗效果,对培育高健康优质虾苗、提升标粗与养成效果具有重要意义。

**关键词:**凡纳滨对虾;中草药(芪参散);草分枝杆菌(*Mycobacterium plei* Sq-1)菌粉;育苗效果;影响

**中图分类号:** S966.12<sup>+</sup>9 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)14-0192-06

凡纳滨对虾(*Litopenaeus vannamei*),又称南美白对虾(*Penaeus vannamei*),俗称白对虾或白虾,于1988年从美国引进国内,并在1992年突破了育苗关,在全国各地推广养殖<sup>[1]</sup>。进入21世纪,对虾养殖业已由片面追求生长速度向高质量、稳定生产转型,优质苗种培育已经引起了政府、企业、养殖户的高度重视,人们对于优质苗种的需求及认知达到了前所未有的高度。优质、健康的苗种是对虾养殖成功的前提和基础,关于凡纳滨对虾室内、室外水泥池育苗试验,工厂化育苗、生态育苗及仿生态育苗

的摸索,有益微生物在对虾育苗中的应用等已有大量的研究,并取得了丰厚的成果<sup>[2-6]</sup>。

中草药对水产动物的生长性能、免疫功能有显著提高,在水产养殖行业有着广泛的应用,不但可以解决化学药品、抗生素等耐药性和药物残留等制约食品安全的问题,而且有利于推动健康养殖的发展<sup>[7-9]</sup>。微生态制剂是对养殖动物本身或环境有益的微生物及其相关产物<sup>[10]</sup>,已经被广泛应用于医药、食品及饲料添加剂<sup>[11]</sup>以及污水处理等方面,可以促进水产动物健康生长、预防疾病,同时还具有无毒副作用等优点<sup>[12-13]</sup>。草分枝杆菌(*Mycobacterium plei* Sq-1)属于抗酸分枝杆菌属,非结核分枝杆菌快速增长的物种,大量研究证实其能提高机体免疫力<sup>[14-15]</sup>。在凡纳滨对虾育苗过程添加中草药及草分枝杆菌菌粉尚未有系统研究报道,本研究利用公司独立的种苗研究机构,采用玻璃钢

收稿日期:2019-08-28

基金项目:企业自选科技项目(编号:HNHY-2018-07)。

作者简介:彭张明(1989—),男,湖南永州人,硕士,主要从事凡纳滨对虾育苗与养殖。E-mail: pzm731675208@126.com。

通信作者:蒲桂川,工程师,主要从事对虾检测与检疫。E-mail: 190617599@qq.com。

ovarian responses in romney ewe hoggets after synchronisation and superovulation treatment [J]. Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production, 1994, 54: 239-242.

[23] Lazar L, Lenard J. Concentrations of 17beta-estradiol and progesterone in the follicular fluid and blood serum after induction of oestrus in ewes [J]. Slovensky Veterinarsky Casopis, 1996, 21(5): 272-275.

[24] 张海容,张勇,张海涛. 甘肃高山细毛母羊血浆中雌二醇和孕酮的含量变化[J]. 甘肃农业大学学报, 2005, 40(2): 138-

141.

[25] 侯衍猛,曹洪防,徐云华,等. 莱芜黑山羊发情周期中FSH、LH、E<sub>2</sub>和P<sub>4</sub>的分泌规律[J]. 中国兽医学报, 2006, 26(3): 340-343.

[26] 谢炳坤,覃兆鲜,公方强,等. 沼泽型水牛发情期血清生殖激素的变化规律研究[J]. 中国畜牧杂志, 2008, 44(5): 18-21.

[27] 王金富,冷青文,邓湘泉. 中国美利奴羊星型细毛羊正常发情周期内血清孕酮含量的变化[J]. 四川畜牧兽医, 2000(11): 22-25.

养殖桶进行育苗试验,添加一种复合中草药(芪参散)与草分枝杆菌菌粉在饵料中,旨在探究2种添加物对凡纳滨对虾育苗效果的影响,并对虾苗的生长性状、抗逆能力做一个初步探究,同时还对本次试验培育的虾苗养殖性能做一个跟踪,为中草药和草分枝杆菌微生物制剂在对虾育苗产业中的推广应用提供理论依据,也为培育高健康优质凡纳滨对虾虾苗提供一定的实践依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

1.1.1 无节幼体 2次育苗试验所用的无节幼体来源于公司种虾场培育的同一批进口SPF凡纳滨对虾亲虾的F<sub>1</sub>代SPF无节幼体,经公司独立的检测机构检测后,幼体各项检测指标均合格,符合出场标准。

1.1.2 2种添加物 复合中草药(芪参散)与草分枝杆菌菌粉皆来自于湖南圣雅凯生物科技有限公司所生产的产品,芪参散为灰白色或灰黄色的粉末,其处方为黄芪300 g、人参200 g及甘草200 g,经粉碎、过筛、混匀后得到;草分枝杆菌菌粉来自草分枝杆菌(*Mycobacterium plei* Sq-1)在蔗糖无机盐培养液内首先产生胞壁酰二肽(MDP)、草分枝杆菌多糖(MPS)、CGP免疫调节序列等构形物,其次是黄酮、胡萝卜素、维生素酶多种微量元素,发酵液离心收集菌体,在108~112℃烘干、收干,得到一种草分枝杆菌Sq-1的菌体。

### 1.2 方法

1.2.1 育苗准备工作 2018年8月16日对室内玻璃钢养殖桶、各项育苗工具以及整个车间清洗消毒,安装好气管、气石,投幼体前一天准备好比重为1.020经公司十重水处理流程过后的海水放入室内蓄水池中,调整海水总碱度140~160,pH值8.0~8.4,投入10 mg/L EDTA-2Na,充分打均匀后,停气沉淀24 h,温度为海水自然温度31~32℃。

1.2.2 转水及幼体投放 8月7日上午开始第1次育苗试验,首先从蓄水池中过棉花棒转水到育苗桶(1 m<sup>3</sup>)中,水位70 cm,进好21个桶的水后,检测余氯为0,下午开始投放幼体,放幼体前投入1.0~1.5 mg/L的维生素C到各育苗桶中,总量250万尾无节幼体,均分投放在21个桶内,密度约11.9万尾/桶,同时,取放幼体前的水样涂弧菌板检测得到黄弧菌、绿弧菌数量为0。

1.2.3 试验设计 将21个育苗桶分成7个组,1个对照组和6个试验组,每个组设置3个重复组,编号为A、B、C、D、E、F和G,按照表1处理方法进行投喂,其中在基础饵料中添加芪参散及草分枝杆菌菌粉的频次为4次/d,另外,每个育苗桶中放置1个500 W的自动恒温棒,根据虾苗不同发育阶段设置所需温度。

表1 各育苗桶中对照组和试验组的投喂方法

组别	处理方法
A	基础饵料
B	基础饵料+0.1%芪参散
C	基础饵料+1.0%芪参散
D	基础饵料+2.0%芪参散
E	基础饵料+0.1%草分枝杆菌菌粉
F	基础饵料+0.5%草分枝杆菌菌粉
G	基础饵料+1.0%草分枝杆菌菌粉

注:基础饵料主要包括单细胞藻类、丰年虫无节幼体、人工虾片以及复合维生素,中草药和草分枝杆菌已在人工虾片中按比例拌好。

1.2.4 日常投喂 虾苗日常投喂按照表1的方法,虾苗发育各时期的具体投喂详细情况见表2。

1.2.5 日常加换水 幼体发育到Z2后期开始加水,每天2~5 cm淡水和3~5 cm海水,虾苗发育到PL1开始排水,每天排水20 cm,到PL4后,每天排水30 cm,海水和淡水对半加,排水后加入1.0~1.5 mg/L的维生素C,降低虾苗的应激,每次加完水后,投入5~8 mg/L的NaHCO<sub>3</sub>,稳定水质。

1.2.6 育苗试验 第1次育苗试验的育苗周期为2018年8月7—30日,总计24 d,虾苗发育阶段为PL16;第2次育苗试验的育苗周期为2018年9月9日至10月2日,总计24 d,虾苗发育阶段为PL16,育苗试验保持统一的操作方法,无节幼体为同一批次亲虾所生产,2次育苗试验的各环节操作、环境均保持一致,主要目的是做一个重复性验证。

1.2.7 育苗生长指标测定 糠虾成活率测定方法:用1 L的采水器分别在桶的4个角落的上层和底层以及桶的中心取9个点,统计1 L水中糠虾幼体数量的平均值,重复3次,计算出育苗桶中糠虾幼体的数量(N<sub>M</sub>)。育苗成活率测定方法:在试验结束时,分别将每个桶中的虾苗收集在捞网中,称取质量(W<sub>1</sub>,精确至0.001 g),再从其中随机取100 ind虾苗,称取其质量(W<sub>2</sub>),计算每个育苗桶内虾苗存活总数。虾苗全长测定:测量对虾的额剑尖端至对虾尾节末端的长度,要将对虾尽量伸直,然后测量,在

表 2 凡纳滨对虾育苗期间饵料投喂

发育阶段	饵料投喂	投喂频率	网目	充气量	环境控制	温度 (°C)
N2 ~ N5 阶段	不投喂, 利用自身卵黄营养生长			微波状态	封闭、暗光	31
N5 ~ Z3 阶段	维持水中角毛藻 8 万 ~ 12 万 cell/mL, Z2 后期投喂 0.5 ~ 1.0 mg/L 的江口罐装虾片 + 0.3 mg/L 的虾元, Z3 后期投喂烫虫 50 ~ 70 g/100 万幼体	藻类 3 ~ 4 次/d, 虾片 6 次/d, 丰年虫 4 次/d	200 目	微沸腾状态	封闭、遮光	32
ZM ~ M3 阶段	停止藻类投喂, 英伟微囊料 ZM + 江口罐装虾片 + 0.3 mg/L 的虾元 + 烫虫 120 g/100 万尾苗	微囊料 2 次/d, 虾片 4 次/d, 丰年虫 4 次/d	150 目	沸腾状态	封闭、自然光照	32
MP ~ PL3 阶段	投喂八卦桶装虾片 + 0.3 mg/L 的虾元 + 活虫 150 g/100 万尾苗	虾片 6 次/d, 丰年虫 3 次/d	80 目	强沸腾状态	通风、自然光照	30
PL4 ~ PL16 阶段	投喂八卦桶装虾片 + 0.3 mg/L 的虾元 + 活虫 150 g/100 万尾苗	虾片 6 次/d, 丰年虫 2 次/d	直接搅水投喂	爆沸腾状态	通风、自然光照	29 ~ 30

注: 虾片的投喂量要依据虾苗的整体摄食情况、桶内水质清爽程度来确定, 基本原则是保证虾苗充足营养、每个育苗桶的投喂情况保持一致。

PL3、PL8 及 PL16 阶段分别随机取各组 50 ind 虾苗进行全长测量。

相关计算公式如下:

$$\text{糠虾成活率 } SR = N_M / N \times 100\% ;$$

$$\text{育苗成活率 } SR = [(W_1 / W_2) / 100] / N \times 100\% ;$$

$$\text{生长速率 } L_{GR} (\text{cm/d}) = (L_1 - L_0) / (t_1 - t_0)。$$

其中  $N$  为无节幼体数量,  $L_0$  和  $L_1$  为前一次取样的虾苗全长和后一次取样时的全长,  $t_0$  和  $t_1$  分别为前一次采样时间和后一次采样时的时间。

1.2.8 低盐耐受性检测 随机取各组育苗桶内 PL16 阶段虾苗 100 ind, 放入淡水中 30 min, 然后将虾苗全部转移到原海水(盐度 32‰)中 30 min, 最后统计虾苗的存活率。

1.2.9 无特定病原携带检测 利用公司引进的荧光定量 PCR 及巢式 PCR 等检测手段对各组虾苗进行 AHPND(急性肝胰腺坏死病)及 EHP(虾肝肠胞虫)等病原携带检测, 检测合格后进行标粗及养殖效果的跟踪。

1.2.10 标粗成活率及养殖效果表现 标粗及养成过程不再投喂芪参散和草分枝杆菌, 分别将各组的虾苗集中后转移到遂溪草潭镇养殖基地编号 A ~ G 的 7 个水泥池中进行正常标粗, 跟踪各组虾苗的标粗成活率; 当虾苗全长规格达到 2.5 cm 时, 进行分池, 开展水泥池工厂化养殖, 并对各组虾苗养殖效果进行定性跟踪。

1.2.11 数据分析 采用 SPSS 19.0 分析软件对试验数据进行单因素方差分析 (ANOVA), 并使用

Duncan 法进行多重比较, 检验处理间的差异显著性水平设为 0.05; 试验数据采用平均值 ± 标准差表示。

## 2 结果与分析

2.1 中草药与草分枝杆菌对凡纳滨对虾育苗过程生长性状的影响

由表 3、图 1 可知, 通过 2 次试验数据的分析, D、G 两组在虾苗全长、生长速率、糠虾成活率及育苗成活率相比其他组别均表现出差异显著 ( $P < 0.05$ ), 而 B、C、E 及 F 4 组相比对照组则表现生长性状差异不显著 ( $P > 0.05$ )。

2.2 中草药与草分枝杆菌对凡纳滨对虾育苗低盐耐受性的影响

由图 2 可知, C、D、F 和 G 4 组虾苗的存活率相比其余 3 组存在显著差异 ( $P < 0.05$ ), 但 4 组内没有显著差异 ( $P > 0.05$ ), 其中存活率最高的是第 2 次试验中的 G 组, 达到 94.5%; B、E 组的存活率相比对照组没有显著差异 ( $P > 0.05$ ), 其中存活率最低的是第 1 次试验中的对照组, 仅为 54.3%。

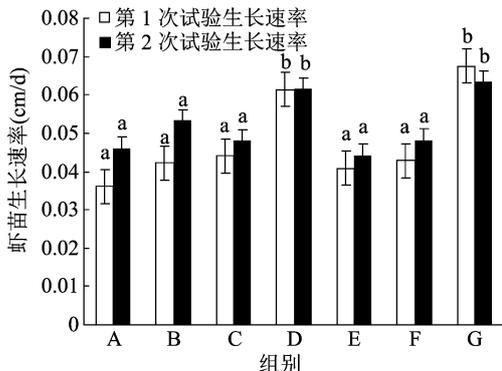
2.3 2 次凡纳滨对虾育苗试验虾苗标粗效果与养殖效果的跟踪

通过对 2 次育苗试验虾苗后续的 7 d 标粗效果及 60 d 养殖效果的定性跟踪, 由表 4 中的基本情况可知, C、D、F 和 G 组虾苗表现最为显著, 其标粗成活率、养殖生长速度、养殖成活率及成功率都得到了肯定。这一方面是因为室内水泥池工厂化养殖的先天条件, 另外一方面也是因为苗种质量的保障。

表 3 中草药与草分枝杆菌对凡纳滨对虾育苗过程全长和成活率的影响(2 次试验)

组别	PL3 全长(cm)		PL8 全长(cm)		PL16 全长(cm)		糠虾成活率(%)		育苗成活率(%)	
	第 1 次	第 2 次	第 1 次	第 2 次	第 1 次	第 2 次	第 1 次	第 2 次	第 1 次	第 2 次
A	0.498 ± 0.033a	0.513 ± 0.045a	0.703 ± 0.086a	0.712 ± 0.080a	0.967 ± 0.094a	1.112 ± 0.093a	70.7a	65.5a	51.6a	45.6a
B	0.505 ± 0.046ab	0.521 ± 0.039a	0.711 ± 0.078a	0.723 ± 0.091a	1.053 ± 0.108a	1.213 ± 0.116a	74.0a	62.7ab	56.7a	47.8a
C	0.530 ± 0.041bc	0.518 ± 0.041a	0.734 ± 0.053a	0.733 ± 0.092a	1.103 ± 0.166a	1.144 ± 0.136a	74.3a	68.3ab	62.0a	50.4a
D	0.535 ± 0.051bc	0.551 ± 0.047b	0.781 ± 0.077b	0.777 ± 0.081b	1.332 ± 0.089b	1.351 ± 0.095b	86.0b	81.2b	79.3b	70.3b
E	0.530 ± 0.053bc	0.533 ± 0.040b	0.724 ± 0.088a	0.728 ± 0.096a	1.060 ± 0.082a	1.108 ± 0.113a	73.7a	66.8a	60.3a	55.7a
F	0.514 ± 0.031ab	0.528 ± 0.039ab	0.718 ± 0.075a	0.722 ± 0.087a	1.070 ± 0.103a	1.155 ± 0.102a	72.7a	67.2a	62.3a	48.8a
G	0.554 ± 0.042c	0.565 ± 0.051b	0.799 ± 0.086b	0.787 ± 0.099b	1.432 ± 0.137b	1.388 ± 0.128b	83.6b	80.7b	80.0b	73.5b

注: 同列数据后标有不同小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ )。



柱上不同小写字母表示处理间差异显著( $P < 0.05$ )。图 2 同  
图 1 中草药与草分枝杆菌对凡纳滨对虾育苗过程  
生长速率的影响(2 次试验)

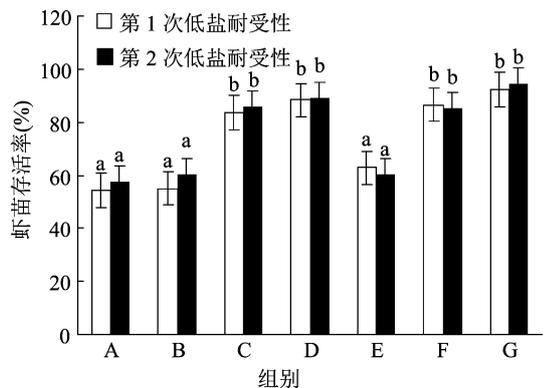


图 2 中草药与草分枝杆菌对凡纳滨对虾育苗  
低盐耐受性的影响(2 次试验)

表 4 2 次育苗试验虾苗标粗效果与养殖效果的跟踪

组别	7d 标粗效果		60d 养殖效果	
	第 1 次	第 2 次	第 1 次	第 2 次
A	虾苗成活率约 75%, 平均全长约 2.4 cm	虾苗成活率约 70%, 平均全长约 2.5 cm	少许偷死, 出现个别池排苗, 成功率 70%	水温下降, 吃料、长速明显偏慢
B	虾苗成活率约 80%, 平均全长约 2.6 cm	虾苗成活率约 80%, 平均全长约 2.5 cm	个别池偷死, 上料偏慢, 经调整后恢复正常	摄食偏慢, 个别池出现偷死现象
C	虾苗成活率约 85%, 平均全长约 2.5 cm	虾苗成活率约 85%, 平均全长约 2.6 cm	上料迅速, 养殖成功率达到 90%	摄食较快, 长速正常, 受温度影响少
D	虾苗成活率超 90%, 平均全长约 2.7 cm	虾苗成活率约 90%, 平均全长约 2.7 cm	吃料快, 摄食猛, 长速喜人, 养殖过程平稳	吃料快, 虾个体明显大于其余组的虾
E	虾苗成活率约 85%, 平均全长约 2.6 cm	虾苗成活率约 80%, 平均全长约 2.6 cm	上料正常, 养殖过程个别池出现过软身现象	摄食正常, 长速一般, 暂未发生病害
F	虾苗成活率约 90%, 平均全长约 2.4 cm	虾苗成活率超 90%, 平均全长约 2.4 cm	养殖未出现异常损耗, 估算成活率超过 80%	摄食正常, 长速正常, 暂未发生病害
Gv	虾苗成活率超 95%, 平均全长约 2.7 cm	虾苗成活率约 85%, 平均全长约 2.7 cm	长速最快, 养殖过程也最为顺利	摄食较快, 长势喜人, 成活率高

### 3 讨论与结论

#### 3.1 中草药与草分枝杆菌对凡纳滨对虾育苗过程生长性状的影响

中草药中含有维生素、氨基酸、多糖类等营养物质和一些未知的诱食因子,可以增强养殖动物的食欲,促进水产动物机体代谢和消化酶的分泌,提高饵料利用率,从而加速水产动物生长发育。在对虾养殖过程中,通过添加黄芪、板蓝根、甘草、白术、黄芩及大黄等常见中草药的水提取物、制剂及复合制剂到饵料中,可有效促进凡纳滨对虾及斑节对虾(*Penaeus monodon*)的生长速度、个体增重率、饵料系数和成活率等<sup>[16-18]</sup>。本研究通过2次重复育苗试验,在凡纳滨对虾育苗过程中添加3种浓度复合中草药(芪参散),虾苗生长速率及成活率均优于对照组,其中以2.0%的添加量效果最佳,生长速率分别达到0.061、0.062 cm/d,育苗成活率分别达到79.3%和70.3%,结果表明添加中草药在凡纳滨对虾育苗过程中可达到促进生长、提升成活率的效果。其原因可能是复方中草药中的某些成分,如黄芪多糖、甘草多糖、黄酮类化合物和葡萄糖氨基酸等已被证实有促生长作用<sup>[19]</sup>。

微生态制剂被广泛用于水产养殖中,在对虾生长的不同阶段使用芽胞杆菌(*bacillus*)、乳酸菌(*lactic acid bacteria*, LAB)以及酵母培养物(*Yeast Culture*)等具有促进消化、提高虾苗的体质量和成活率以及降低饵料系数的作用<sup>[20-22]</sup>。育苗阶段,光合细菌(*photosynthetic bacteria*, PSB)可提高虾苗的成活率、促进变态发育<sup>[23]</sup>。草分枝杆菌菌体组成成分复杂,其中包括糖类、脂肪、蛋白质、钙、磷、维生素和微量元素等50多种活性成分<sup>[24]</sup>,本试验添加的草分枝杆菌是经灭活制成的菌粉,适口性佳,虾苗可以摄食到多种活性物质,如胞壁酰二肽(MDP)对生长发育和成活率都有促进作用<sup>[25]</sup>,试验得到以1.0%的添加量育苗效果表现最优秀,育苗成活率达到80.0%和73.5%,因此草分枝杆菌也具有微生态制剂的效果,可作为养殖动物的饵料被其直接利用,从而促进养殖动物的生长以及提高养殖动物的消化机能和对饲料的利用率<sup>[26-27]</sup>,进而推测其可作为凡纳滨对虾养殖过程中一种新的微生态制剂。

#### 3.2 中草药与草分枝杆菌对凡纳滨对虾育苗低盐耐受性、标粗效果与养殖效果的影响

动物抗逆能力是指自身对外界不良因素、环境

抵抗的能力,包括抵抗化学性、物理性、生物性等逆境的能力,而低盐耐受性是检验动物抗逆能力强弱重要的方面。在对虾育苗期和养成期,添加一定量的中草药、微生态制剂以及复合中草药益生菌制剂能有效促进凡纳滨对虾抗逆能力的研究已有大量报道<sup>[8,12,16]</sup>。本育苗试验结果显示,添加1%和2%的中草药(芪参散)的虾苗对在盐度突变后的存活率达到85%以上,而添加0.1%的中草药和对照组没有促进作用,芪参散中含有黄芪多糖、甘草多糖、黄酮类以及生物碱等成分,能够提高凡纳滨对虾非特异性免疫相关机能及免疫因子活性<sup>[28-29]</sup>,有效调节机体功能,提高对虾机体免疫,从而改善机体内环境,提高了虾苗的低盐耐受性,因此,建议育苗过程中可添加1%或2%的中草药(芪参散),以提高虾苗的抗逆能力。

2次育苗试验中,添加0.5%和1.0%的草分枝杆菌菌粉相比对照组可以显著提高虾苗盐度突变的存活率,添加0.1%的草分枝杆菌菌粉则没有提升作用,草分枝杆菌菌粉能提高虾苗的抗逆能力可能与其本身所含的MDP、MPS等多种活性物质以及在蔗糖无机盐培养基上发酵后产生的胡萝卜素、黄酮等物质有关,例如MDP可提高机体免疫功力及抗应激能力<sup>[25]</sup>,从而提高机体防御能力。在育苗过程中通过添加草分枝杆菌让虾苗摄食,与添加芽胞杆菌、乳酸杆菌及复合益生菌等活菌类微生态制剂增强凡纳滨对虾机体的免疫力和抗应激能力的机制不尽相同<sup>[30]</sup>,但菌体作为饵料被摄食,也可提高虾苗的抗逆能力。

虾苗质量的优劣直接影响标粗与养殖的成活率,而虾苗的低盐耐受性是体现其抗逆能力的重要的方面,直接影响其成活率,本试验通过2次虾苗标粗与养殖效果的定性跟踪,从侧面很好地说明了这一点。育苗过程的虾苗质量监控至关重要,通过添加中草药(芪参散)与草分枝杆菌的2次育苗试验及标粗、养殖效果的定性跟踪,发现二者之间存在较大关联性,可能原因是芪参散与草分枝杆菌中的某些活性物质让虾苗从小摄食后,完善和巩固了虾苗机体的免疫力、抗病力、抗应激能力等,达到扶正固本的作用,不但提高了育苗的效果,而且对标粗、养殖意义重大。至于2种添加物各自发挥作用的机制则有待进一步研究,以及二者配伍后在凡纳滨对虾育苗、养殖中的应用也需要进一步探究。

本研究发现凡纳滨对虾育苗过程中定期添加

一定量的中草药(芪参散)和草分枝杆菌能够提高虾苗的成活率及个体生长速度,以添加2.0%芪参散或1.0%草分枝杆菌效果显著;同时可增强虾苗的低盐耐受性能力,以添加1%、2%芪参散或0.5%、1%草分枝杆菌效果明显。因此,在凡纳滨对虾实际育苗过程中添加中草药(芪参散)和草分枝杆菌,对培育高健康优质虾苗具有重要意义。

#### 参考文献:

- [1] 张伟权. 世界重要养殖品种——南美白对虾生物学简介[J]. 海洋科学,1990,14(3):69-73.
- [2] 梁华芳. 南美白对虾室外育苗的初步试验[J]. 水产科学,2003,22(2):27-29.
- [3] 路大鹏,何玉贵,杨明秋,等. 凡纳滨对虾室内生态育苗技术[J]. 现代农业科技,2015(10):256-257.
- [4] 王玉佩,肖培弘,孔玉敏,等. 臭氧在南美白对虾工厂化育苗生产中的应用[J]. 渔业现代化,2006(1):23-24.
- [5] 林更铭,杨清良,许章程. 对虾无公害生态育苗[J]. 海洋科学,2007,31(10):11-14.
- [6] 许章程. 益生菌在水产育苗中的应用研究[J]. 应用海洋学学报,2006,25(2):279-284.
- [7] 陈辉辉,涂晨凌,唐 杨,等. 复方中草药对凡纳滨对虾生长、消化酶和免疫因子活性及抗 WSSV 的影响[J]. 水产学报,2017,41(11):1766-1778.
- [8] 周歧存,罗从彦,韩兆红. 复合中草药制剂对凡纳滨对虾生长及抗病力的影响[J]. 饲料研究,2006(9):53-56.
- [9] 李 政,王国良,金 珊,等. 31种常见抗菌中药对 DPPH 自由基清除作用的分析[J]. 渔业科学进展,2005,26(1):38-40.
- [10] Kesarcodi - Watson A, Kaspar H, Lategan M J, et al. Probiotics in aquaculture: the need, principles and mechanisms of action and screening processes[J]. Aquaculture, 2008, 274(1):1-14.
- [11] Francesca G, Diana D G, Loredana B, et al. The role of protective and probiotic cultures in food and feed and their impact in food safety [J]. Trends in Food Science and Technology, 2011, 22(1):58-66.
- [12] Farzanfar A. The use of probiotics in shrimp aquaculture [J]. Pathogens & Disease, 2010, 48(2):149-158.
- [13] Verschuere L, Rombaut G, Sorgeloos P, et al. Probiotic bacteria as biological control agents in aquaculture [J]. Microbiology & Molecular Biology Reviews, 2000, 64(4):655-671.
- [14] Romero M, Gil F M, Orduz S. Complete genome sequence of *Mycobacterium phlei* type strain RIVM601174 [J]. Journal of Bacteriology, 2012, 194(12):2384-2385.
- [15] 张素琴. 从草分枝杆菌的医疗价值看微生物天然药物开发的前景[J]. 微生物学免疫学进展, 2001, 29(3):94-96.
- [16] 江 湧,王广军,余德光. 中草药添加剂对凡纳滨对虾 (*Litopenaeu svannamei*) 生长和抗病力影响的研究[J]. 渔业现代化, 2005(4):35-37.
- [17] 文国樑,林黑着,李卓佳,等. 饲料中添加复方中草药对凡纳滨对虾生长、消化酶和免疫相关酶活性的影响[J]. 南方水产科学, 2012, 8(2):58-63.
- [18] 李卓佳,林黑着,郭志勋,等. 中草药对斑节对虾生长、饲料利用和肌肉营养成分的影响[J]. 南方水产, 2007, 3(2):20-24.
- [19] 王 芸,李 健,刘 淇,等. 5种中草药对凡纳滨对虾生长及非特异性免疫功能的影响[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(26):8236-8239.
- [20] Ziaei - Nejad S, Rezaei M H, Takami G A, et al. The effect of *Bacillus* spp. bacteria used as probiotics on digestive enzyme activity, survival and growth in the Indian white shrimp *Fenneropenaeus indicus* [J]. Aquaculture, 2006, 252(2/3/4):516-524.
- [21] 胡 毅,谭北平,麦康森,等. 饲料中益生菌对凡纳滨对虾生长、肠道菌群及部分免疫指标的影响[J]. 中国水产科学, 2008, 15(2):243-251.
- [22] 刘 明,李文辉,郭 丹,等. 酵母培养物对南美白对虾生长性能、消化酶活性及非特异性免疫的影响[J]. 中国畜牧杂志, 2017, 53(4):108-111.
- [23] 崔竞进,丁美丽,孙文林,等. 光合细菌在对虾育苗生产中的应用[J]. 中国海洋大学学报(自然科学版), 1997(2):191-195.
- [24] 涂 威. 草分枝杆菌制剂在断奶仔猪日粮中的应用效果及其机理研究[D]. 长沙:湖南农业大学, 2012.
- [25] 程忠刚,丁发源. 动物常用的免疫增强剂及作用机理[J]. 兽医导刊, 2011(6):44-45.
- [26] 王金和,韩广浩,雷连成. 富锌益生菌对蛋鸡抗氧化机能及抗病能力的影响[J]. 河南农业科学, 2017, 46(11):133-137, 147.
- [27] 梁兴龙,杨晋青,张 洁,等. 仔猪保育料中添加益生菌和酶制剂的应用研究[J]. 山西农业科学, 2016, 44(11):1699-1701.
- [28] Qiao J, Du Z, Zhang Y, et al. Proteomic identification of the related immune - enhancing proteins in shrimp *Litopenaeus vannameis* stimulated with vitamin C and Chinese herbs[J]. Fish & Shellfish Immunology, 2011, 31(6):736-745.
- [29] 陈辉辉,涂晨凌,唐 杨,等. 复方中草药对凡纳滨对虾生长、消化酶和免疫因子活性及抗 WSSV 的影响[J]. 水产学报, 2017, 41(11):1766-1778.
- [30] Shen W Y, Fu L L, Li W F, et al. Effect of dietary supplementation with *Bacillus subtilis*, on the growth, performance, immune response and antioxidant activities of the shrimp (*Litopenaeu svannamei*) [J]. Aquaculture Research, 2010, 41(11):1691-1698.