

三疣梭子蟹“科甬 1 号”生长速率、 形态特征和对溶藻弧菌的耐受性

陈 晨, 母昌考, 宋微微, 李荣华, 王春琳*

(宁波大学海洋学院, 浙江 宁波 315211)

摘要: 为探究三疣梭子蟹“科甬 1 号”新品种(简称“科甬 1 号”)和普通海捕野生三疣梭子蟹子 1 代(简称“普通蟹”)在生长速率、形态特征和对溶藻弧菌耐受性上的差异,通过对相同生长条件下“科甬 1 号”和普通蟹的 30、60、90、120 和 150 日龄 5 个时间点进行体质量和形态指标测量,并在 60、90、120 和 150 日龄 4 个时间点,用浓度为 1.14×10^7 cfu/mL 溶藻弧菌按 $10 \mu\text{L/g}$ (体质量)剂量进行体腔注射攻毒并统计死亡率。对数据进行 ANOVA 检验表明,在全部 5 个测量时间点,“科甬 1 号”体质量均极显著大于普通蟹体质量;“科甬 1 号”和普通蟹各形态特征差异均不显著;在 60 和 90 日龄 2 个攻毒时间点,“科甬 1 号”溶藻弧菌耐受性均极显著强于普通蟹,在 120 和 150 日龄 2 个攻毒时间点,“科甬 1 号”溶藻弧菌耐受性均显著强于普通蟹。LSD 检验分析表明,在 60~150 日龄期间“科甬 1 号”对溶藻弧菌的耐受性较稳定,不随生长时间不同而存在显著差异,此外也表明相同浓度溶藻弧菌对相同品种 60~150 日龄的三疣梭子蟹根据体质量按 $10 \mu\text{L/g}$ 剂量进行体腔注射攻毒具有相对稳定的致死率。

关键词: 三疣梭子蟹; 体质量; 形态特征; 溶藻弧菌耐受性

中图分类号: S 968.2

文献标志码: A

三疣梭子蟹(*Portunus trituberculatus*)隶属于节肢动物门(Arthropoda),软甲纲(Malacostraca),十足目(Decapoda),梭子蟹科(Portunidae),梭子蟹属(*Portunus*),是一种重要的大型海产经济蟹类,北起我国辽东半岛、山东半岛,南至广东、广西各海域均有分布,是我国重要的渔业捕捞及海水养殖对象。

近年来,随着我国增殖放流政策的制定与实施,三疣梭子蟹自然资源虽然得到一定恢复^[1-2],但冬季三疣梭子蟹捕捞量仍较少,不足以满足市场需求。在市场经济刺激下,三疣梭子蟹养殖业蓬勃发展。然而,自 2005 年暴发三疣梭子蟹溶藻弧菌(*Vibrio alginolyticus*)病以来,三疣梭子蟹养殖业一直受到较大制约^[3],主要原因是三疣梭子蟹养殖所用苗种基本属于未经驯化的野生苗种,致使其生长速率和抗逆性不足。三疣梭子蟹的良种问题已经成为制约我国三疣梭子蟹养殖业健康

发展的“瓶颈”之一。宁波大学等以三疣梭子蟹的生长速度和溶藻弧菌感染耐受性为选育目标,进行了多年的人工选育,获得三疣梭子蟹“科甬 1 号”新品种^[4]。本实验以普通三疣梭子蟹为对照,对“科甬 1 号”新品种的生长性状及溶藻弧菌耐受性进行研究,为评价三疣梭子蟹“科甬 1 号”新品种提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料

本实验所用三疣梭子蟹“科甬 1 号”(后文简称“科甬 1 号”)和普通海捕野生三疣梭子蟹子 1 代(后文简称“普通蟹”)幼蟹 I 期苗种均来自宁波兢业水产养殖有限公司育苗厂,并在育苗过程中均采用标准化培育,始终保持“科甬 1 号”育苗池与普通蟹育苗池在育苗过程中的饵料投喂、温度控制、加水

收稿日期:2014-12-19 修回日期:2015-03-08

资助项目:国家“863”高技术研究发展计划(2012AA10A409);浙江省农业新品种选育重大专项(2012C12907-3);宁波市重大科技攻关计划(2013C11017);国家农业科技成果转化专项(2014GB2C220151);宁波市创新创业项目(2012C92010)

通信作者:王春琳, E-mail: wangchunlin@nbu.edu.cn

换水等育苗池管理措施的一致性。“科甬1号”幼蟹I期苗种与普通蟹幼蟹I期苗种分别放养于宁波鑫亿鲜活水产有限公司两个条件相同的养殖塘,两池塘水体相通并用密网隔开,单个池塘面积666.7 m²,水深1.5 m,放苗密度22尾/m³,为达到同步对照效果,在后续养殖过程中两池塘始终保持管理措施的一致性。根据实验要求,分别于30、60、90、120和150日龄随机挑选“科甬1号”和普通蟹各60只(雄雌各半)进行体质量和形态指标测定;分别于60、90、120和150日龄随机挑选体质量较为一致的“科甬1号”和普通蟹各30只(雄雌各半)进行溶藻弧菌体腔注射攻毒实验。

1.2 生长指标测定

采用游标卡尺进行甲宽(A)、全甲宽(B)、甲长(C)、体高(D)、大螯长节长(E)、大螯掌节长(F)和第一步足长节长(G)共7项指标的测量,测量精确到0.1 mm;采用电子天平测量其体质量(W),精确到0.1 g,具体方法参照高保全等^[5]。

1.3 溶藻弧菌攻毒实验

采用本实验室保种的溶藻弧菌菌株培养获得溶藻弧菌菌原液,并用灭菌生理盐水稀释成 1.14×10^7 cfu/mL注射菌液。实验水温26℃,根据注射对象体质量,按照10 μL/g剂量(预实验时,对于普通三疣梭子蟹72 h的半致死浓度约为此浓度剂量)在60、90、120和150日龄分别对“科甬1号”和普通蟹进行体腔注射攻毒。每次攻毒,2个品种实验对象均设立3个平行组,每个平行组10个个体,每次攻毒后记录72 h各组存活情况,并最终统计72 h存活率。

1.4 数据处理

运用Excel对“科甬1号”和普通蟹各日龄的生长性指标和攻毒结果数据进行均值处理。运用SPSS 19.0进行组间单因素方差分析、ANOVA和LSD检验分析等。

参照高保全等^[6]的方法,把所获得“科甬1号”和普通蟹的7项形态指标数据通过转化获得6项形态比例参数:A/B、C/B、D/B、E/B、F/B和G/B,借以消除因所获实验样本大小规格不同所带来形态参数不一致的影响。

2 结果与分析

2.1 生长速率比较

“科甬1号”和普通蟹的体质量在30、60、90、

120和150日龄5个时间点,组间差异极显著($P < 0.01$,表1)。同时在以上5个时间点,“科甬1号”和普通蟹的体质量均值比值均维持在1.147~1.163这个相对较小的区间,由此可认为“科甬1号”的生长速率极显著高于普通蟹,并在实验期间内快速生长优势性状不随着养殖时间的增加而产生较大改变。

表1 “科甬1号”和普通蟹不同日龄体质量单因素方差分析结果

Tab.1 The body weight ANOVA results of “Keyong 1” and common crab at different time ($n = 60$)

| 时间点/d days | 品种 breed | W 均值/g weight mean | 均值比值 mean ratio | 组间 P 值 P |
|---------------|-----------------|-----------------------|--------------------|-------------|
| 30 | 科甬1号 “Keyong 1” | 10.17 ± 2.47 | 1.159 | 0.001 ** |
| | 普通蟹 common crab | 8.80 ± 1.59 | | |
| 60 | 科甬1号 “Keyong 1” | 51.81 ± 11.93 | 1.151 | 0.001 ** |
| | 普通蟹 common crab | 45.04 ± 10.39 | | |
| 90 | 科甬1号 “Keyong 1” | 97.15 ± 14.26 | 1.163 | 0.000 ** |
| | 普通蟹 common crab | 83.62 ± 10.85 | | |
| 120 | 科甬1号 “Keyong 1” | 109.22 ± 16.86 | 1.147 | 0.000 ** |
| | 普通蟹 common crab | 95.19 ± 17.75 | | |
| 150 | 科甬1号 “Keyong 1” | 206.67 ± 29.82 | 1.159 | 0.000 ** |
| | 普通蟹 common crab | 178.27 ± 25.33 | | |

注:表格中肩标“*”代表相同时期组间差异显著($P < 0.05$),“**”代表相同时期组间差异极显著($P < 0.01$),下同
Notes: values with “*” means significant difference ($P < 0.05$), “**” means extremely significant difference ($P < 0.01$), the same as the following

2.2 形态参数比较

在A/B、C/B、D/B、E/B、F/B和G/B 6项形态比例参数方面,“科甬1号”和普通蟹差异不显著($P > 0.05$)。表明“科甬1号”虽然经过多年人工定向选育,成为新品种,但在形态方面与普通蟹相比并未产生显著差异,说明物种的形态特征具有较强的稳定性(表2,3)。

2.3 攻毒结果比较

根据72 h各养殖时间点攻毒的成活率,进行“科甬1号”和普通蟹不同日龄溶藻弧菌攻毒72 h成活情况单因素方差分析。在60、90、120和150日龄4个时间点,72 h成活情况单因素方差分析中,60和90日龄的组间P值均为0.004(表4),表示在这2个时间点,“科甬1号”组和普通蟹组组间差异极显著;120和150日龄的组间P值均为0.014,表示在这2个时间点,“科甬1号”组和普通蟹组组间差异显著,说明在60~150日龄期间,“科甬1号”与普通蟹相比,均具有显著的溶藻弧菌感染耐受性。

表2 “科甬1号”和普通蟹不同时间点形态比例参数统计结果
Tab.2 The statistical results of “Keyong 1” and common crab at different time in phenotype scale parameter (n = 60)

| 时间点/ d days | A/B | | C/B | | D/B | | E/B | | F/B | | G/B | |
|-------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|
| | 科甬1号 “Keyong 1” | 普通蟹 common crab | 科甬1号 “Keyong 1” | 普通蟹 common crab | 科甬1号 “Keyong 1” | 普通蟹 common crab | 科甬1号 “Keyong 1” | 普通蟹 common crab | 科甬1号 “Keyong 1” | 普通蟹 common crab | 科甬1号 “Keyong 1” | 普通蟹 common crab |
| 30 | 0.775 6 | 0.783 5 | 0.511 6 | 0.518 9 | 0.262 0 | 0.264 9 | 0.320 8 | 0.316 0 | 0.493 9 | 0.477 0 | 0.218 4 | 0.216 1 |
| 60 | 0.770 3 | 0.776 5 | 0.492 7 | 0.517 7 | 0.233 5 | 0.247 6 | 0.311 0 | 0.312 8 | 0.489 6 | 0.482 4 | 0.200 2 | 0.204 3 |
| 90 | 0.780 1 | 0.780 1 | 0.512 4 | 0.511 8 | 0.258 7 | 0.262 8 | 0.347 1 | 0.327 1 | 0.521 6 | 0.500 3 | 0.223 5 | 0.219 6 |
| 120 | 0.787 8 | 0.776 8 | 0.512 6 | 0.509 1 | 0.259 2 | 0.267 2 | 0.346 1 | 0.335 4 | 0.518 5 | 0.507 1 | 0.225 4 | 0.227 4 |
| 150 | 0.773 3 | 0.774 2 | 0.511 3 | 0.506 2 | 0.259 5 | 0.254 8 | 0.354 0 | 0.361 6 | 0.519 6 | 0.535 3 | 0.221 2 | 0.225 8 |

表3 “科甬1号”和普通蟹形态比例参数
单因素方差分析结果

Tab.3 The ANOVA results of “Keyong 1” and common crab at different time in phenotype scale parameter (n = 60)

| 比例参数 scale parameter | 品种 breed | 平均值 average | 组间 P 值 P |
|-------------------------|-----------------|-------------------|-------------|
| A/B | 科甬1号 “Keyong 1” | 0.777 4 ± 0.006 8 | 0.823 |
| | 普通蟹 common crab | 0.778 2 ± 0.003 6 | |
| C/B | 科甬1号 “Keyong 1” | 0.508 1 ± 0.008 6 | 0.342 |
| | 普通蟹 common crab | 0.512 7 ± 0.005 5 | |
| D/B | 科甬1号 “Keyong 1” | 0.254 6 ± 0.011 9 | 0.469 |
| | 普通蟹 common crab | 0.259 5 ± 0.008 1 | |
| E/B | 科甬1号 “Keyong 1” | 0.335 8 ± 0.018 7 | 0.678 |
| | 普通蟹 common crab | 0.330 6 ± 0.019 5 | |
| F/B | 科甬1号 “Keyong 1” | 0.508 6 ± 0.015 5 | 0.528 |
| | 普通蟹 common crab | 0.500 4 ± 0.023 1 | |
| G/B | 科甬1号 “Keyong 1” | 0.217 7 ± 0.010 1 | 0.877 |
| | 普通蟹 common crab | 0.218 6 ± 0.009 2 | |

表4 “科甬1号”和普通蟹不同日龄溶藻弧菌
攻毒 72 h 存活情况单因素方差分析结果

Tab.4 The 72 h survival ANOVA results of “Keyong 1” and common crab at different time injected with *V. alginolyticus* (n = 30)

| 时间点/d days | 品种 breed | 平均存活率/% the average of survival | 组间 P 值 P |
|---------------|-----------------|---------------------------------------|-------------|
| 60 | 科甬1号 “Keyong 1” | 63.33 ± 5.77 | 0.004 ** |
| | 普通蟹 common crab | 43.33 ± 5.77 | |
| 90 | 科甬1号 “Keyong 1” | 66.67 ± 5.77 | 0.004 ** |
| | 普通蟹 common crab | 46.67 ± 11.5 | |
| 120 | 科甬1号 “Keyong 1” | 63.33 ± 5.77 | 0.014 * |
| | 普通蟹 common crab | 46.67 ± 5.77 | |
| 150 | 科甬1号 “Keyong 1” | 70.00 ± 10.00 | 0.014 * |
| | 普通蟹 common crab | 53.33 ± 5.77 | |

在 60 ~ 150 日龄期间,不同时间点相同品种的三疣梭子蟹溶藻弧菌感染存活率差异不显著(表 5),

表5 “科甬1号”和普通蟹不同日龄组溶藻弧菌攻毒 72 h 存活情况 LSD 分析结果

Tab.5 The 72 h survival LSD results of “Keyong 1” and common crab at different time injected with *V. alginolyticus* (n = 30)

| P | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|
| 1 | | 0.004 ** | 0.587 | 0.014 * | 1.000 | 0.014 * | 0.284 | 0.116 |
| 2 | 0.004 ** | | 0.001 ** | 0.587 | 0.004 ** | 0.587 | 0.000 ** | 0.116 |
| 3 | 0.587 | 0.001 ** | | 0.004 ** | 0.587 | 0.004 ** | 0.587 | 0.041 * |
| 4 | 0.014 * | 0.587 | 0.004 ** | | 0.014 * | 1.000 | 0.001 ** | 0.284 |
| 5 | 1.000 | 0.004 ** | 0.587 | 0.014 * | | 0.014 * | 0.014 * | 0.284 |
| 6 | 0.014 * | 0.587 | 0.004 ** | 1.000 | 0.014 * | | 0.001 ** | 0.284 |
| 7 | 0.284 | 0.000 ** | 0.587 | 0.001 ** | 0.014 * | 0.001 ** | | 0.014 * |
| 8 | 0.116 | 0.116 | 0.041 * | 0.284 | 0.284 | 0.284 | 0.014 * | |

注:1 代表“科甬1号”60日龄组;2 代表普通蟹 60日龄组;3 代表“科甬1号”90日龄组;4 代表普通蟹 90日龄组;5 代表“科甬1号”120日龄组;6 代表普通蟹 120日龄组;7 代表“科甬1号”150日龄组;8 代表普通蟹 150日龄组

Notes:1 means the group of “Keyong 1” at the 60th day;2 means the group of common crab at the 60th day;3 means the group of “Keyong 1” at the 90th day;4 means the group of common crab at the 90th day;5 means the group of “Keyong 1” at the 120th day;6 means the group of common crab at the 120th day;7 means the group of “Keyong 1” at the 150th day;8 means the group of common crab at the 150th day

说明三疣梭子蟹对溶藻弧菌的耐受性较为稳定,不随着实验期内生长时间点的不同存在显著差异;同时也表明相同浓度溶藻弧菌菌液对相同品种60~150日龄的三疣梭子蟹按10 μL/g剂量进行体腔注射攻毒具有相对稳定的致死率。

3 讨论

在经济动植物选育过程中,生长性状和抗逆性状一直是国内外科学家研究的热点。美国国家农业部(USDA)和美国夏威夷海洋研究所从自己构建的500对凡纳滨对虾(*Litopenaeus vannamei* Boone)家系中选育出既生长快、又抗TSV的对虾种群^[7-8]。在国内,中国水产科学研究院黄海水产研究所成功选育出生长速率快、抗病力强的“黄海1号”^[9]和“黄海2号”^[10]两个中国明对虾(*Fenneropenaeus chinensis*)新品种;李健等^[11]、隋延鸣等^[12]报道的三疣梭子蟹“黄选1号”新品种同时具备了生长速率快和抗逆性强的优良特性。

三疣梭子蟹“科甬1号”是以生长速率快和溶藻弧菌耐受性强两特性为选育目标进行群体选育所得新品种。经过连续多代群体选育,所得“科甬1号”在生长速率和溶藻弧菌耐受性上均优于普通三疣梭子蟹。

3.1 “科甬1号”生长优势与形态特征的稳定性

生长方面,“科甬1号”在30、60、90、120和150日龄均快于普通蟹,并且生长速率优势维持在14.7%~16.3%之间,表明“科甬1号”与普通三疣梭子蟹相比,其生长速率在不同生长阶段都有明显的优势。这与罗坤等^[13]报道的中国对虾选育群体在实验期间生长速率均快于近交群体,并且生长优势在20、30、50和80日龄4个时间点稳定维持在12.40%~16.95%这个较小区间的结论相似;这也与张跃环等^[14]提出的不同群体的生长优势在生长早期就开始表现,并会在生长期稳定保持的观点相一致。在90~120日龄阶段,“科甬1号”和普通蟹生长速率均较慢的原因是因为在此段时间内,由于多日强降雨,造成养殖水环境变化,导致该段时间内三疣梭子蟹生长变缓。然而当养殖水体水质好转,“科甬1号”和普通蟹在120~150日龄期间,其生长速率明显加快,根据三疣梭子蟹断续蜕壳生长的特点,关于甲壳动物经过逆环境刺激后是否会出现类似于“补偿生长”的特性有待日后进一步研究。

形态方面,“科甬1号”和普通蟹在形态指标所测量的5个时间点中,A/B、C/B、D/B、E/B、F/B和G/B共6项转换所得形态比例参数差异均不显著,说明“科甬1号”在形态特征方面与普通蟹并没有显著差异,这与李建伟等^[15]所研究的结果相一致,表明“科甬1号”新品种形态特征具有较强的稳定性。

3.2 “科甬1号”强溶藻弧菌耐受性原因分析

甲壳动物因为缺少免疫球蛋白、T细胞受体以及组织相容性复合物等高度多样性分子,所以一直被认为不存在特异性免疫。虽然近年来有研究表明甲壳动物的免疫系统也有抗原与抗体反应的存在,但其抗原决定簇并不是唯一的,说明这种抗原与抗体的反应并没有特异性,因此甲壳动物的免疫系统是以非特异免疫为主的观点是现时大家公认的。张凌志^[16]认为,先天性非特异性免疫是机体长期与病原斗争过程中,逐步进化而建立起来对病原起防御作用的免疫功能,这种功能可遗传给下一代。因此对于“科甬1号”和普通蟹72h溶藻弧菌急性体腔注射攻毒实验中,“科甬1号”在4个不同生长时间点对溶藻弧菌的耐受性均显著强于普通蟹的原因,可认为在“科甬1号”多代群体选育过程中,每代留种均通过溶藻弧菌刺激淘汰了溶藻弧菌耐受性差个体,从而巩固了群体中强溶藻弧菌耐受性性状,并遗传给子代,最终表现为“科甬1号”群体对溶藻弧菌刺激的耐受性显著强于普通蟹,此结论与Evelyne^[17]研究对虾养殖业发展时所提出的“在对虾选择育种时,根据免疫性状对群体进行选育是提高选择群体抗病性与抗逆性的重要手段”的观点一致,而关于三疣梭子蟹“科甬1号”强溶藻弧菌感染耐受性的具体作用机制,目前仍在研究中。

“科甬1号”和普通蟹不同日龄溶藻弧菌攻毒72h存活情况LSD分析结果表明,在三疣梭子蟹60~150日龄期间,三疣梭子蟹在不同时间点对相同浓度的溶藻弧菌菌液根据三疣梭子蟹体质量10 μL/g剂量进行体腔注射的耐受性没有显著性差异,这与黄永春等^[18]在第4代凡纳滨对虾抗WSSV选育家系抗病实验中,先后对高抗、中抗、敏感群体及其代表家系个体根据其体质量,分别注射10³拷贝WSSV病毒量,发现其对应实验组死亡率统计并无明显差异的实验结果较为一致。

参考文献:

- [1] Xie Z Q, Qiu S R, Hou C W, *et al.* Recapture rates of swimming crabs (*Portunus trituberculatus*) released in the waters off southern Shandong Peninsula[J]. Journal of Fishery Sciences of China, 2014, 21(5): 1000 - 1009. [谢周全, 邱盛尧, 侯朝伟, 等. 山东半岛南部海域三疣梭子蟹增殖放流群体回捕率. 中国水产科学, 2014, 21(5): 1000 - 1009.]
- [2] Geng B L, Qiu S R. Contribution of seed production and releasing to stock quantity of *Portunus trituberculatus* in Jinghai Bay[J]. Journal of Yantai University: Natural Science and Engineering Edition, 2014, 27(1): 71 - 74. [耿宝龙, 邱盛尧. 靖海湾三疣梭子蟹增殖放流资源量贡献率的调查研究. 烟台大学学报: 自然科学与工程版, 2014, 27(1): 71 - 74.]
- [3] Wang G X, Huang Z R, Yuan M. Isolation and identification of the pathogen of milk disease cultured in swimming crab *Portunus trituberculatus* (portunidae) [J]. Journal of Northwest A & F University: Natural Science Edition, 2007, 35(6): 29 - 33. [王高学, 黄增荣, 袁明. 三疣梭子蟹牛奶病病原的分离鉴定. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2007, 35(6): 29 - 33.]
- [4] Wang Y F, Chen C, Bao X N, *et al.* Morphometric growth of *Portunus trituberculatus* “Zhongning No. 1” [J]. Journal of Fisheries of China, 2014, 38(2): 183 - 192. [王燕飞, 陈晨, 鲍雪宁, 等. 三疣梭子蟹“中宁 1 号”的形态性状增长规律. 水产学报, 2014, 38(2): 183 - 192.]
- [5] Gao B Q, Liu P, Li J, *et al.* The relationship between morphometric characters and body weight of *Portunus trituberculatus* [J]. Marine Fisheries Research, 2008, 29(1): 44 - 50. [高保全, 刘萍, 李健, 等. 三疣梭子蟹形态性状对体重影响的分析. 海洋水产研究, 2008, 29(1): 44 - 50.]
- [6] Gao B Q, Liu P, Li J, *et al.* Analysis of morphological variations among four wild populations of *Portunus trituberculatus* [J]. Journal of Fishery Sciences of China, 2007, 14(2): 223 - 228. [高保全, 刘萍, 李健, 等. 三疣梭子蟹 4 个野生群体形态差异分析. 中国水产科学, 2007, 14(2): 223 - 228.]
- [7] Lester L J. Difference in level growth among families of *Peneaus stylirostris* Stimpson and *P. vannamei* Boone [J]. Boone Aquacult Fish Manage, 1988, 19(3): 243 - 251.
- [8] Goyard E, Patrois J, Peignon J M, *et al.* Selection for better growth of *Peneaus stylirostris* in Tahiti and New Caledonia [J]. Aquaculture, 2002, 204(3 - 4): 461 - 468.
- [9] Li J, Liu P, He H Y, *et al.* Artificial selection in the new breed of *Fenneropenaeus chinensis* named “Yellow Sea 1” based on fast growth trait [J]. Journal of Fisheries of China, 2005, 29(1): 1 - 5. [李健, 刘萍, 何玉英, 等. 中国对虾快速生长新品种“黄海 1 号”的人工选育. 水产学报, 2005, 29(1): 1 - 5.]
- [10] Kong J, Luo K, Luan S, *et al.* The new variety of *Fenneropenaeus chinensis* “Huanghai No. 2” [J]. Journal of Fisheries of China, 2012, 36(12): 1854 - 1862. [孔杰, 罗坤, 栾生, 等. 中国对虾新品种“黄海 2 号”的培育. 水产学报, 2012, 36(12): 1854 - 1862.]
- [11] Li J, Liu P, Gao B Q, *et al.* The new variety of *Portunus trituberculatus* “Huang xuan No. 1” [J]. Progress in Fishery Sciences, 2013, 34(5): 51 - 57. [李健, 刘萍, 高保全, 等. 三疣梭子蟹新品种“黄选 1 号”的选育. 渔业科学进展, 2013, 34(5): 51 - 57.]
- [12] Sui Y M, Gao B Q, Liu P, *et al.* Preliminary studies on the salinity tolerance of “Huang xuan No. 1” *Portunus trituberculatus* [J]. Progress in Fishery Sciences, 2012, 33(2): 63 - 68. [隋延鸣, 高保全, 刘萍, 等. 三疣梭子蟹“黄选 1 号”盐度耐受性分析. 渔业科学进展, 2012, 33(2): 63 - 68.]
- [13] Luo K, Kong J, Luan S, *et al.* comparison of growth and survival between selected population and in breeding population at different growing stages in *Fenneropenaeus chinensis* [J]. Periodical of Ocean University of China: Natural Science Edition, 2014, 44(7): 51 - 57. [罗坤, 孔杰, 栾生, 等. 中国对虾选育群体与近交群体不同生长时期的生长性状和存活率的比较. 中国海洋大学学报: 自然科学版, 2014, 44(7): 51 - 57.]
- [14] Zhao Y H, Yan X W, Huo Z M, *et al.* Growth and development in different geographical populations of Manila clam *Ruditapes philippinarum* [J]. Journal of Dalian Fisheries University, 2009, 24(1): 34 - 39. [张跃环, 闫喜武, 霍忠明, 等. 不同地理群体菲律宾蛤仔生长发育的比较. 大连水产学院学报, 2009, 24(1): 34 - 39.]
- [15] Li J W, Liu S, Jin L B, *et al.* Comparative studies on *Portunus trituberculatus* resistant to *Vibrio alginolyticus* and the wild stock by 16s rRNA and

- CO I configuration parameters [J]. Transactions of Oceanology and Limnology, 2012, 32 (3) : 19 - 24. [李建伟, 刘帅, 靳立兵, 等. 三疣梭子蟹抗溶藻弧菌感染品系与野生蟹形态学、16S rRNA 和 CO I 比较研究. 海洋湖沼通报, 2012, 32(3):19-24.]
- [16] Zhang L Z. Several issues of non-specific immunity and specific immunity [J]. Bulletin of Biology, 1984, 19(3):29-31. [张凌志. 关于非特异性免疫和特异性免疫的几个问题. 生物学通报, 1984, 19(3):29-31.]
- [17] Evelyne B. Shrimp immunity and disease control [J]. Aquaculture, 2000, 191(1-3):3-11.
- [18] Huang Y C, Ai H S, Yin Z X, *et al.* Studies on WSSV-resistant and immune characteristics of the 4th generation selective breeding families for resistance to the white spot syndrome virus (WSSV) of *Litopenaeus vannamei* [J]. Journal of Fisheries of China, 2010, 34(10):1549-1558. [黄永春, 艾划水, 殷志新, 等. 第四代凡纳滨对虾抗 WSSV 选育家系的抗病及免疫特性研究. 水产学报, 2010, 34(10):1549-1558.]

The characteristics of *Portunus trituberculatus* “Keyong 1” in terms of growth rate, external characterization and resistance to *Vibrio alginolyticus*

CHEN Chen, MU Changkao, SONG Weiwei, LI Ronghua, WANG Chunlin*
(School of Marine Sciences, Ningbo University, Ningbo 315211, China)

Abstract: In order to explore the differences between *Portunus trituberculatus* “Keyong 1” (referred to as “Keyong 1”) and the 1st generation of wild crab (referred to as “common crab”) in terms of growth rate, external characterization and *Vibrio alginolyticus* resistance, “Keyong 1” and common crab living in the same growth conditions were measured for each morphological trait on the 30th, 60th, 90th, 120th, 150th days and according to the injection target body weight, injected into the body cavity with 1.14×10^7 cfu/mL bacteria of *V. alginolyticus* at 10 μ L/g dose on the 60th, 90th, 120th, 150th days. The results show that “Keyong 1” group was significantly greater than common crab group in body weight on the 60th, 90th, 120th, 150th days; The difference between “Keyong 1” group and common crab group is not significant in external characterization; “Keyong 1” group was significantly stronger than common crab group in resistance to *V. alginolyticus* on the 60th, 90th, 120th, 150th days. To the same breed *P. trituberculatus*, the same concentration of *V. alginolyticus* according to the injection target body weight was injected into the body cavity with 1.14×10^7 cfu/mL bacteria of *V. alginolyticus* at 10 μ L/g dose had a relatively stable mortality from the 60th to 150th days.

Key words: *Portunus trituberculatus*; body weight; external characterization; resistance to *Vibrio alginolyticus*

Corresponding author: WANG Chunlin. E-mail: wangchunlin@nbu.edu.cn