

接种密度和面包酵母投喂量对蒙古裸腹溞种群变动和生产量的影响

李 蕾¹, 王 岩¹, 楼 宝²

(1. 上海水产大学 生命科学与技术学院, 上海 200090; 2. 浙江省海洋水产研究所, 浙江 舟山 316000)

摘要:在室内水槽中进行蒙古裸腹溞(*Moina mongolica*)的大量培养,研究不同接种密度和面包酵母投喂水平对该种群变动和生产量的影响。所用蒙古裸腹溞为20世纪90年代采自山西省晋南半咸水湖,在海水中长期培养保存下的种群。实验1中,接种密度分别设为338 ind/L、145 ind/L和88 ind/L 3个水平,面包酵母投喂量为5 mg/L,每天4次,各设3个重复。实验2中,面包酵母投喂量分别为30 mg/(L·d)、20 mg/(L·d)和10 mg/(L·d) 3个水平,蒙古裸腹溞接种密度为900 ind/L,各设3个重复。实验结果表明:(1)在一定范围内蒙古裸腹溞培养产量随接种密度增加而增加,当接种密度低于88 ind/L时,接种的蒙古裸腹溞较难形成稳定的种群。(2)当使用面包酵母(*Baker yeast*)作为培养蒙古裸腹溞的唯一食物时,食物需要量随种群密度的变化而变化。当溞密度低于1 500 ind/L时,适宜的面包酵母投喂水平为20 mg/(L·d);当溞密度超过5 000 ind/L时为30 mg/(L·d)。上述结果显示,接种密度和面包酵母投喂量对蒙古裸腹溞种群变动和生产量具有重要影响。建议在蒙古裸腹溞培养生产中接种密度高于150 ind/L,面包酵母投喂量为 $0.8 \times 10^{-3} \sim 1.3 \times 10^{-3}$ g/(ind·d)。

关键词:蒙古裸腹溞;接种密度;面包酵母;种群变动;生产量

中图分类号:S863.21 **文献标识码:**A **文章编号:**1005-8737-(2005)03-0252-08

蒙古裸腹溞(*Moina mongolica*)是一种内陆盐生枝角类,1988年首次在中国报道^[1],并被驯化至海水中培养^[2]。该溞个体大小适合海水稚鱼摄食^[3],其蛋白质含量高且氨基酸组成平衡,富含高度不饱和脂肪酸^[3],生态幅广^[4-6],繁殖力强,在人工培养条件下容易迅速形成较高的种群密度。有关蒙古裸腹溞的生态学、营养组成和培养方法,何志辉等已做过系统研究^[4-11],该溞在海水鱼类人工育苗中的培养和利用也有实验报道^[12-14],但关于该溞在人工培养条件下种群动态和生产量方面的资料尚不多见。本研究探讨不同接种密度和面包酵母(*Baker yeast*)投喂水平对蒙古裸腹溞种群变动及生产力的影响,旨在为优化蒙古裸腹溞培养模式提供科学依据。

1 材料与方 法

1.1 实验动物和培养条件

蒙古裸腹溞培养实验在浙江省舟山市西冈岛浙江省海洋水产研究所实验基地育苗室内进行。所用的蒙古裸腹溞为20世纪90年代采自山西省晋南半咸水湖,在海水中长期培养保存下的溞种。实验前

将溞种逐级培养扩大形成实验种群。培养容器为圆柱形玻璃钢水槽(直径100 cm,高150 cm),实验水体体积为1.0 m³。所用海水经过砂滤处理,盐度为30。实验期间每天24 h连续充气以保证培养水体表层和底层水充分交换,溶氧不缺乏,但温度和光照未进行人工控制。

1.2 实验设计和实验过程

1.2.1 按不同接种密度(实验1) 蒙古裸腹溞接种密度设高(D₁)、中(D₂)、低(D₃)3个水平,其中D₁组接种密度为338 ind/L, D₂组为145 ind/L, D₃组为88 ind/L。每个接种密度设3个重复,共使用9个培养水槽。为了使不同处理的光照条件尽可能一致,将不同处理组的实验水槽交错摆放。实验期间每天分4次(每次投喂量为5 mg/L)向实验水槽投喂梅山牌面包酵母。酵母投喂前先用海水化开,并通过200目筛网。不定期投喂海水小球藻以弥补酵母营养的不足^[11]。每天将实验水槽内30%的水滤出并补入等量的砂滤海水。每天上午8:00测量实验水体水温(海水表面温度计)、pH(B-4 pH计)和盐度(Asone IS/Mill-E盐度计)以及培养室内照度(ZIS

收稿日期:2004-04-16; 修订日期:2004-09-03。

基金项目:国家自然科学基金资助项目(30070584);浙江省科技计划项目(011103990)。

作者简介:李 蕾(1980-),女,硕士研究生,从事水域生态学研究。E-mail:ll6@stmail.shfu.edu.cn

通讯作者:王 岩。E-mail:wangyan@shfu.edu.cn

10W-2D照度计),随后取样定量各实验水槽中蒙古裸腹蚤密度。

1.2.2 按不同水平投喂面包酵母(实验2) 面包酵母投喂量设高(R_1)、中(R_2)、低(R_3)3个投喂水平,其中 R_1 组酵母投喂量为 $30\text{ mg}/(\text{L}\cdot\text{d})$, R_2 组为 $20\text{ mg}/(\text{L}\cdot\text{d})$, R_3 组为 $10\text{ mg}/(\text{L}\cdot\text{d})$ 。每个投喂水平设3个重复。蒙古裸腹蚤接种密度为 $900\text{ ind}/\text{L}$ 。实验期间根据投喂水平,每天分5次(8:00、11:00、14:00、17:00、20:00)按比例向水槽内投喂梅山牌面包酵母。实验水槽摆放位置、面包酵母投喂方法、换水量与换水方法,培养环境的水温、pH、盐度和照度监测方法以及蒙古裸腹蚤取样和定量方法同实验1。

1.3 数据计算和统计

实验期间蒙古裸腹蚤每天种群增长率 $r = (\ln N_2 - \ln N_1)/t$,其中 N_2 和 N_1 分别为前、后两次定量时蚤的种群数量(ind), t 为时间(d)。生产量 $P = (N_1 - N_0) \cdot V$,其中 N_1 和 N_0 分别为实验过程中蒙古裸腹蚤达到最大种群密度时蚤的数量和接种时蚤的数量, V 为培养水体容积(L)。每日产量 $P_d = P/T$,其中 T 为实验过程中蒙古裸腹蚤达到最大种群密度时的培养天数。用单因素方差分析方法分析不同接种密度或不同面包酵母投喂水平对蒙古裸腹蚤密度、种群增长率和生产量的影响,各处理水平之间差异用Duncan方法检验,取 $P < 0.05$ 作为差异显著性标准。

2 结果与分析

2.1 接种密度对蒙古裸腹蚤种群增长和生产量的影响

实验期间水温和光照强度变化较大。实验前13d,水温在 $24\sim 27\text{ }^\circ\text{C}$ 间变动,随后快速下降(图1)。实验后期照度也明显低于前期(图2)。

实验期间 D_1 、 D_2 和 D_3 组每天蚤的种群增长率变动在 $-0.72\sim 0.65$,平均值分别为 0.06 、 0.15 和 0.06 , D_2 组种群增长率高于 D_1 组和 D_3 组(图3)。接种后的1~5d蒙古裸腹蚤种群增长缓慢。第6天开始 D_1 组和 D_2 组蚤密度随时间推移稳定增长,第12天 D_1 组的蚤密度达到 $2\,303\text{ ind}/\text{L}$, D_2 组为 $2\,221\text{ ind}/\text{L}$,随后的4d中 D_1 组和 D_2 组蚤密度不再继续增长,维持在 $2\,000\text{ ind}/\text{L}$ 左右(图4)。与 D_1 组和 D_2 组不同, D_3 组从第6天起蚤密度开始下降,到实验结束时种群密度低于 $10\text{ ind}/\text{L}$ 。方差分析表明实验期间 D_1 组和

D_2 组种群密度无显著差异,但二者种群密度均明显高于 D_3 组($P < 0.05$)。

蒙古裸腹蚤培养产量随接种密度的增加而增加。实验期间 D_1 、 D_2 和 D_3 组培养产量分别平均为 $210\,516\text{ ind}/(\text{m}^3\cdot\text{d})$ 、 $205\,764\text{ ind}/(\text{m}^3\cdot\text{d})$ 和 $15\,917\text{ ind}/(\text{m}^3\cdot\text{d})$ 。方差分析表明, D_1 组和 D_2 组培养产量无显著差异,二者均明显高于 D_3 组($P < 0.05$)(图5)。

2.2 不同面包酵母投喂水平对蒙古裸腹蚤种群增长和生产量的影响

实验前期水温逐渐增加,第5天后开始下降,第8天后水温一直低于 $20\text{ }^\circ\text{C}$ (图6)。与水温相比,实验期间光照强度经常剧烈波动(图7)。培养水体pH相对稳定(图8)。

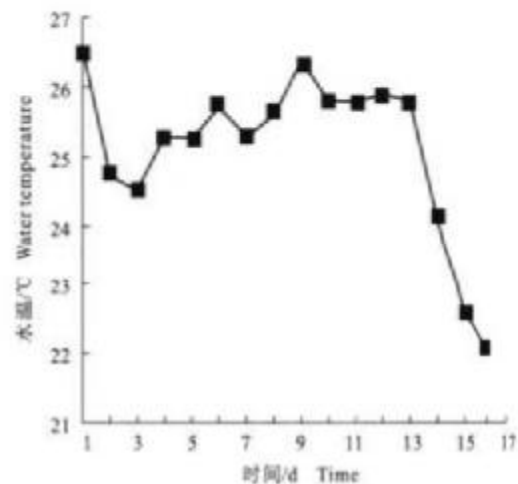


图1 实验1期间水温变化

Fig.1 Water temperature during Experiment 1

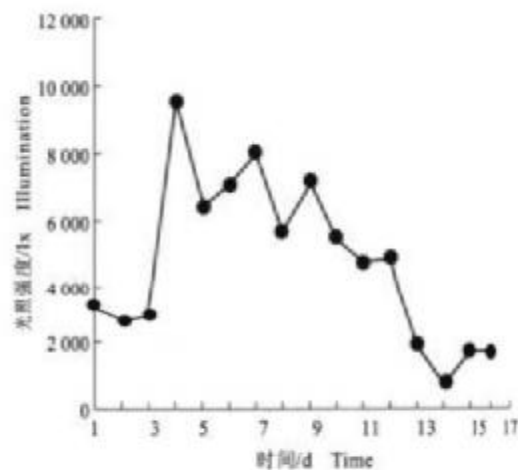


图2 实验1期间光照强度变化

Fig.2 Illumination during Experiment 1

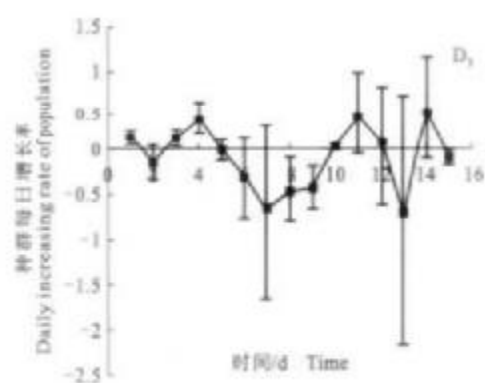
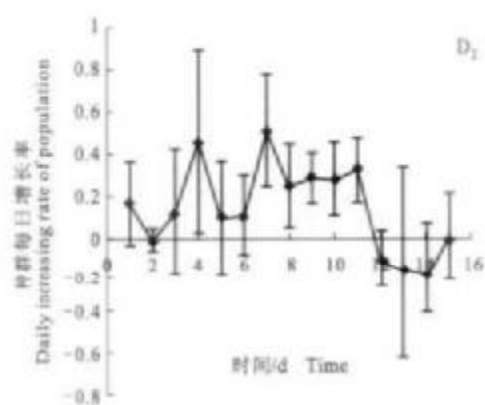
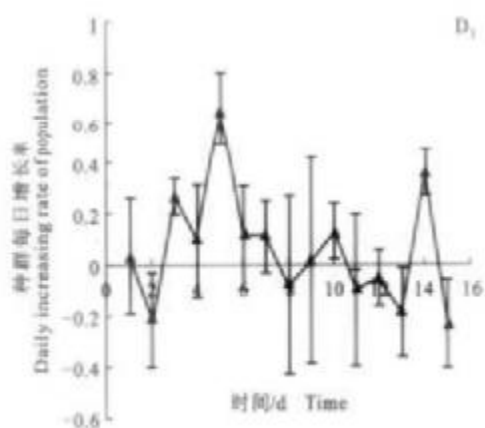


图3 实验1期间蒙古裸腹溞种群增长率
接种密度 D_1 : 338 ind/L, D_2 : 145 ind/L, D_3 : 88 ind/L.

Fig.3 Daily increasing rate of *M. mongolica* during Experiment 1

Inoculated density D_1 : 338 ind/L, D_2 : 145 ind/L,
 D_3 : 88 ind/L.

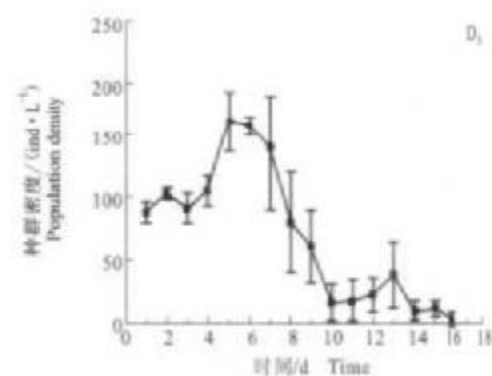
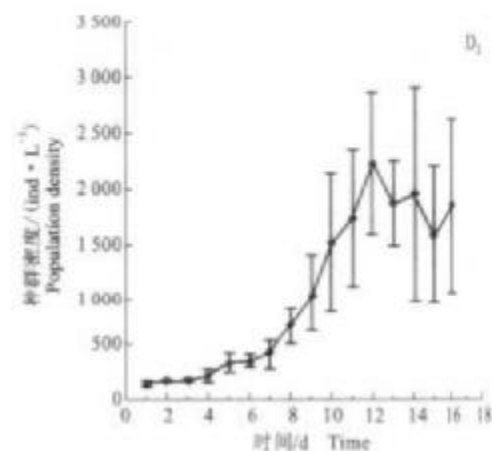
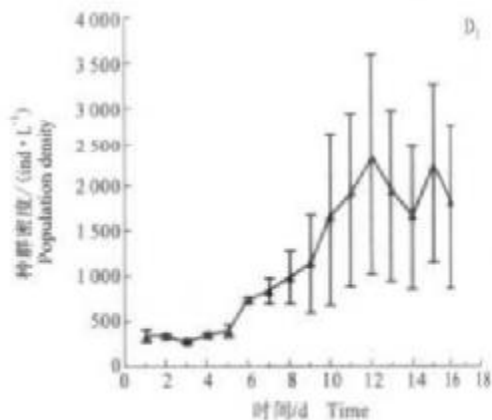


图4 实验1期间蒙古裸腹溞种群变动
接种密度 D_1 : 338 ind/L, D_2 : 145 ind/L, D_3 : 88 ind/L.

Fig.4 Population dynamics of *M. mongolica* during Experiment 1

Inoculated density D_1 : 338 ind/L, D_2 : 145 ind/L,
 D_3 : 88 ind/L.

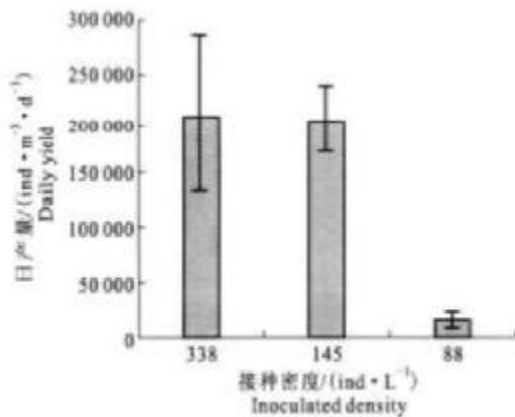


图5 实验1期间蒙古裸腹蚤的日产量
Fig.5 Daily yield of *M. mongolica* during Experiment 1

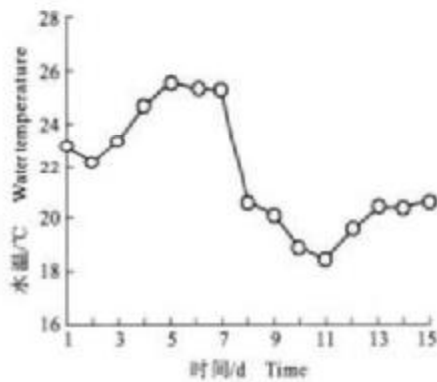


图6 实验2期间水温变化
Fig.6 Water temperature during Experiment 2

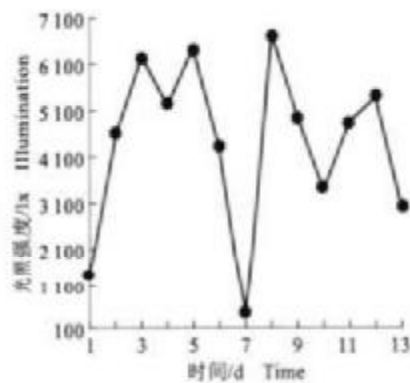


图7 实验2期间照度变化
Fig.7 Illumination during Experiment 2

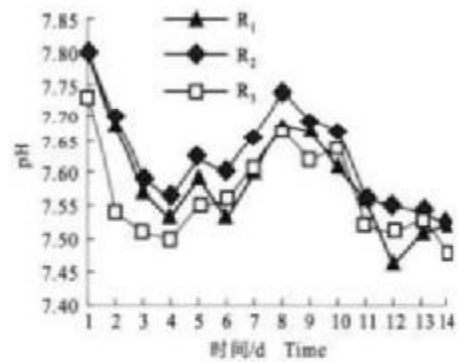


图8 实验2期间 pH 值变化
投喂水平 $R_1: 30 \text{ mg}/(\text{L} \cdot \text{d})$, $R_2: 20 \text{ mg}/(\text{L} \cdot \text{d})$, $R_3: 10 \text{ mg}/(\text{L} \cdot \text{d})$
Fig.8 pH during Experiment 2
Ratio $R_1: 30 \text{ mg}/(\text{L} \cdot \text{d})$, $R_2: 20 \text{ mg}/(\text{L} \cdot \text{d})$, $R_3: 10 \text{ mg}/(\text{L} \cdot \text{d})$

实验期间蒙古裸腹蚤的种群增长率变动在 $-0.65 \sim 0.78$,不同面包酵母投喂水平下种群增长率平均值分别为 $0.05, 0.10$ 和 0.06 。接种后第2~5天,各组的种群增长率都出现下降趋势,前6天 R_2 组种群每日增长率略高于 R_1 组(图9)。实验前4天不同面包酵母投喂水平下蒙古裸腹蚤的种群密度差别不明显,第5天起投喂水平对种群密度的影响开始显现,第6天和第8~15天内 R_1 组和 R_2 组种群密度明显高于 R_3 组。第7天各组种群密度突然下降。 R_1 组、 R_2 组和 R_3 组密度分别在第12、14、9天达到最高值,分别为 $4\ 376.7 \text{ ind}/\text{L}$ 、 $2\ 733.3 \text{ ind}/\text{L}$ 和 $1\ 753.3 \text{ ind}/\text{L}$ (图10)。

实验期间 R_1 组、 R_2 组和 R_3 组平均日产量分别为 $294\ 040 \text{ ind}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ 、 $107\ 698 \text{ ind}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ 和 $104\ 012 \text{ ind}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ 。面包酵母投喂水平对蒙古裸腹蚤的培养产量具有显著影响($P < 0.05$), R_1 组产量明显高于 R_2 和 R_3 组($P < 0.05$)(图11)。

3 讨论

根据 Allee 规律,适度的群居对生物有利^[15]。本实验结果表明,一定的初始种群密度是蒙古裸腹蚤适应新环境并形成稳定种群所必需的。有关接种密度与浮游动物培养的稳定性之间关系的报道目前尚不多见,早期研究发现当蒙古裸腹蚤接种密度过低($3 \text{ ind}/\text{L}$)时较难形成稳定的种群^[16],本实验证实了这一现象。蒙古裸腹蚤在正常环境(温度和食物)条件下以孤雌生殖的方式繁殖后代,接种操作造成

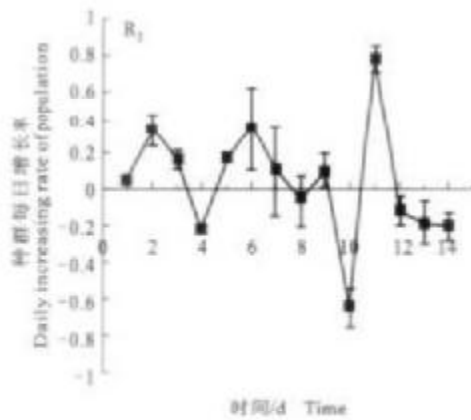
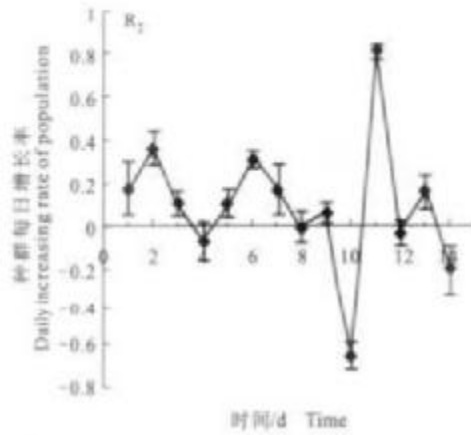
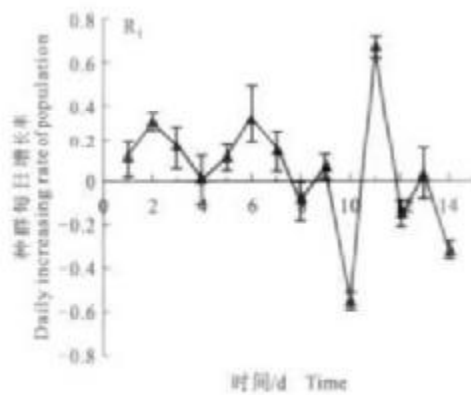


图9 实验2期间蒙古裸腹蚤种群增长率
投喂水平 $R_1: 30 \text{ mg}/(\text{L}\cdot\text{d})$, $R_2: 20 \text{ mg}/(\text{L}\cdot\text{d})$,
 $R_3: 10 \text{ mg}/(\text{L}\cdot\text{d})$

Fig.9 Daily increasing rate of *M. mongolica* population during Experiment 2

Ration: $R_1: 30 \text{ mg}/(\text{L}\cdot\text{d})$, $R_2: 20 \text{ mg}/(\text{L}\cdot\text{d})$,
 $R_3: 10 \text{ mg}/(\text{L}\cdot\text{d})$

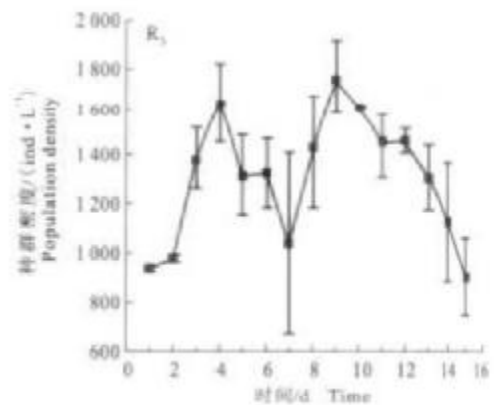
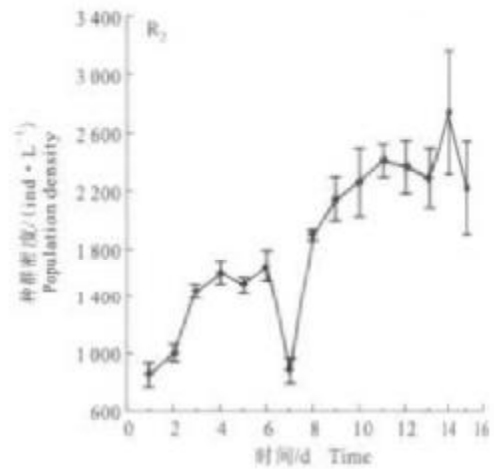
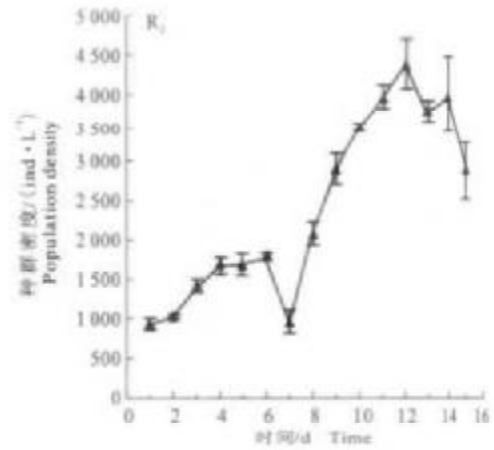


图10 实验2期间蒙古裸腹蚤种群变动
投喂水平 $R_1: 30 \text{ mg}/(\text{L}\cdot\text{d})$, $R_2: 20 \text{ mg}/(\text{L}\cdot\text{d})$,
 $R_3: 10 \text{ mg}/(\text{L}\cdot\text{d})$

Fig.10 Population dynamics of *M. mongolica* population during Experiment 2

Ration: $R_1: 30 \text{ mg}/(\text{L}\cdot\text{d})$, $R_2: 20 \text{ mg}/(\text{L}\cdot\text{d})$,
 $R_3: 10 \text{ mg}/(\text{L}\cdot\text{d})$

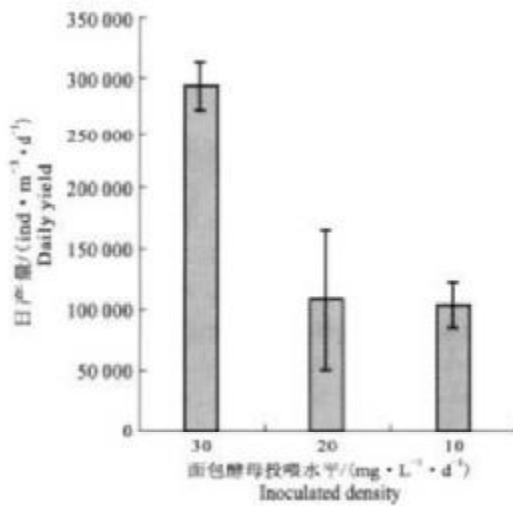


图 11 实验 2 期间蒙古裸腹蚤的日产量
Fig. 11 Daily yield of *M. mongolica* during Experiment 2

的机械损伤对于刚刚建立起较小的(低密度)种群和较大的(高密度)种群的繁殖不至于产生明显不同的影响,故接种后蒙古裸腹蚤种群都要经历一个恢复损伤和适应新环境的阶段,然后才会进入迅速增长期,两次培养实验接种后在 5 d 内,蒙古裸腹蚤种群密度均未表现出明显增长,证实了这一推测。初步分析低接种密度下蒙古裸腹蚤培养不稳定的主要原因是较小的种群在适应新的环境的过程中死亡率相对较高。因此,采用合适的接种密度是提高蒙古裸腹蚤培养稳定性的重要措施之一。结合早期研究结果^[16],作者认为在大量培养蒙古裸腹蚤生产中,蚤接种密度应在 150 ind/L 以上。本实验同时发现当接种密度较高时,蒙古裸腹蚤种群增长率相对较低。由于本实验中蒙古裸腹蚤的最高密度低于早期报道中该蚤所达到的密度^[13],可以基本排除实验中因蚤种群密度过大而限制其生长和繁殖的可能性,这种接种密度高导致种群增长率低的原因可能与实验种群在年龄结构方面的差异有关。

面包酵母常用做培养海水养殖饲料动物的食物^[3]。早期实验表明,使用海水小球藻(*Chlorella* sp.)作为食物培养蒙古裸腹蚤的效果优于单独使用面包酵母^[11]。投喂面包酵母容易造成培养水体内氮氮之类的代谢物积累,使水质恶化,影响蚤的生长繁殖。本实验还表明,当蒙古裸腹蚤接种密度为 900 ind/L 时,前 7 天按 20 mg/(L·d) 投喂的蚤种群

增长率高于按 30 mg/(L·d) 投喂的蚤,意味着此时 20 mg/(L·d) 面包酵母可满足蚤的摄食需求;第 8 天开始,当蚤密度超过 1 500 ind/L 后投喂 30 mg/(L·d) 面包酵母的种群增长率较高,其后蚤种群增长率随面包酵母投喂水平的增加而增加,说明种群密度增加往往伴随着摄食需求增加;第 12 天后按 30 mg/(L·d) 投喂的水槽内蚤种群数量显著下降,这是因为培养废物积累导致水质恶化所致,这一点可从实验后期 pH 值表现出下降趋势得到证实。因此,在培养蒙古裸腹蚤的生产中,大量投喂面包酵母固然有助于增加培养密度,但同时也增加了培养种群崩溃的风险。在海水轮虫培养中面包酵母投喂量为 $0.4 \times 10^{-6} \sim 1.2 \times 10^{-6}$ g/(ind·d)^[17-18] 或 80 mg/L^[19]。有关蒙古裸腹蚤培养中适宜的面包酵母投喂量尚未确定。根据本实验结果,假定当蚤密度为 1 500 ind/L 时面包酵母投喂量应为 20 mg/(L·d),而当蚤密度为 4 000 ind/L 时应为 30 mg/(L·d),推算得出适宜的面包酵母投喂量为 $0.8 \times 10^{-5} \sim 1.3 \times 10^{-5}$ g/(ind·d)。相比之下,培养蒙古裸腹蚤时酵母投喂量[一般不超过 60 mg/(L·d)]低于培养轮虫的投喂量。

早期研究表明,在 20~25 ℃ 温度和盐度 30 条件下蒙古裸腹蚤种群内禀增长率为 $0.3 \sim 0.5$ ^[6-7];在实验室内培养条件下该蚤最大密度可达到 10 520 ind/L,日产量为 618 ind/(L·d)^[14]。在生产性培养条件下,当接种密度为 690 ind/L 时,培养密度可达到 5 260 ind/L^[15]。本实验中,蒙古裸腹蚤种群增长率最高为 0.15,最大种群密度为 4 377 ind/L,最大日产量为 365 ind/(L·d),低于早期报道的结果。初步分析本实验中蒙古裸腹蚤培养密度和产量低的原因可能与培养过程中遭遇连续阴雨天气温度和光照强度较低有关。有研究表明,蒙古裸腹蚤在 25~30 ℃ 内种群内禀增长率最高^[7]。而在短光照周期和低温条件下,枝角类产生雄体和休眠卵的可能性较大^[20-21]。本实验中未控制温度和光照条件,实验后期水温和照度变化较大且较低,在此期间在显微镜下观察发现,各处理组实验种群中均出现大量雄蚤和携带休眠卵的雌蚤,这在一定程度上反映出温度和光照条件变化对蒙古裸腹蚤种群产生了不利影响。因此,在缺乏必要环境(温度、光照)控制条件的生产单位,培养期间突然遭遇剧烈天气变化,如骤然降温与连续阴雨天气,很可能导致蒙古裸腹蚤培养密度和产量的下降。

参考文献:

- [1] 何志辉, 秦建光, 王 岩. 蒙古裸腹溇在我国的发现与分布[J]. 大连水产学院学报, 1988, 10(2): 9-13.
- [2] 何志辉. 一种盐生枝角类的生物学和培养的研究. 全国鱼虾饲料学术讨论会论文集[C]. 北京: 学术期刊出版社, 1988. 188-192.
- [3] 董圣英, 林成辉, 王雪涛. 蒙古裸腹溇营养成分分析与评价[J]. 大连水产学院学报, 1988, 11(3-4): 29-35.
- [4] 何志辉, 蒋响生. 不同温度下蒙古裸腹溇对盐度变化的适应能力[J]. 大连水产学院学报, 1994, 5(2): 1-8.
- [5] 何志辉, 张雪亮, 阿依古丽. 蒙古裸腹溇在海水中的极限温度和最适温度[J]. 大连水产学院学报, 1994, 9(3): 1-7.
- [6] 何志辉, 刘治平, 韩 英. 盐度和温度对蒙古裸腹溇生长、生殖和内禀增长率(r_m)的影响[J]. 大连水产学院学报, 1988, 10(2): 1-8.
- [7] 王 岩, 何志辉. 温度和盐度对蒙古裸腹溇种群内禀增长能力的影响[J]. 应用生态学报, 2001, 12(1): 91-94.
- [8] 王 岩, 何志辉, 蔡 云. 温度和盐度对蒙古裸腹溇发育的影响[J]. 海洋与湖泊, 2000, 31(1): 8-14.
- [9] 王 岩, 何志辉. 温度和体长对蒙古裸腹溇摄食强度的影响[J]. 大连水产学院学报, 1997, 12(1): 1-7.
- [10] 卢芳野, 何志辉. 蒙古裸腹溇休眠卵萌发规律的研究[J]. 大连水产学院学报, 1999, 14(1): 1-8.
- [11] 何志辉, 周立元. 食物条件对蒙古裸腹溇生长、生殖和内禀增长率的影响[J]. 大连水产学院学报, 1988, 12(3-4): 21-26.
- [12] 徐长安. 蒙古裸腹溇生产性培育的初步研究[J]. 海洋科学, 1998(4): 12-13.
- [13] 何志辉, 王 岩, 崔 虹等. 海水中大量培养蒙古裸腹溇的研究[J]. 水产学报, 1998, 22(增刊): 17-23.
- [14] 徐立强, 何志辉. 模拟工厂化培养蒙古裸腹溇的试验研究——II. 培养技术和产量指标的研究[J]. 大连水产学院学报, 2003, 18(3): 158-163.
- [15] 孙佩德. 动物生态学原理[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 1988. 294-295.
- [16] 陈桃英, 王 岩, 黄长智, 等. 蒙古裸腹溇与刚铎臂尾轮虫的种间关系[J]. 应用生态学报, 2004, 12(7): 1253-1256.
- [17] Fulks W and Main K L. The design and operation of commercial scale live foods production systems[C]. Rotifer and Microalgae Culture Systems (Fulks W and Main K L eds)[C]. New York: Proceedings of US Asia Workshop, 1991. 1-52.
- [18] Orban M R, Johnson S R, Kent D B, et al. Practical approach to high density production of the rotifer, *Brachionus plicatilis* [C]. In: Rotifer and Microalgae Culture Systems (Fulks W and Main K L eds)[C]. New York: Proceedings of U S Asia Workshop, 1991. 73-78.
- [19] Snell T W. Improving the design of mass culture systems for the Rotifer, *Brachionus plicatilis* [C]. Rotifer and Microalgae Culture Systems (Fulks W and Main K L eds)[C]. New York: Proceedings of U S Asia Workshop, 1991. 61-72.
- [20] Strass R G. Photoperiod control of diapause in *Daphnia* II. Two-stimulus control of long-day, short-day induction [J]. Biol Bull, 1969, 137: 359-374.
- [21] Korpelainen H. The effects of temperature and photoperiod on life history parameters of *Daphnia magna* (Crustacea: Gasterom) [J]. Freshwater Biology, 1980, 16: 615-620.

Effects of inoculated density and baker yeast ration on population dynamics and yield of *Moina mongolica*

LI Lei¹, WANG Yan¹, LOU Bao²

(1. College of Aquatic Life Science and Technology, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China; 2. Research Institute of Marine Fisheries of Zhejiang, Zhoushan 316000, China)

Abstract: Two indoor experiments were carried out in Marine Fish Hatchery Farm at Xishan Island, Zhejiang Province, to evaluate effects of inoculated density and baker yeast ration on population dynamics and yield of *Moina mongolica* cultured at commercial production scale. The mass culture of *M. mongolica* were performed in nine fiberglass tanks of 1 000 L, water temperature 21–27 °C and salinity 30. The tanks were randomly discarded in a room to make illumination similar. The sea water used in the experiments was treated with a sand filter. *M. mongolica* used in the experiments were progenies of the animals collected in 1990 from Xiaochi Lake, Shanxi Province, and maintained in seawater by parthenogenesis in laboratory of Dalian Fisheries College over 10 years. Prior to the experiments, *M. mongolica* derived from a laboratory strain were gradually expanded, with *Chlorella* sp. as food, until an experimental population formed. In the first experiment, three inoculated densities, 338 ind/L, 145 ind/L and 88 ind/L, were designed. In the second experiment, three baker yeast rations, 30 mg/(L·d), 20 mg/(L·d) and 10 mg/(L·d), were designed. Three replications were set for each density or ration treatment in the experiments. During the first experiment, *M. mongolica* were fed baker yeast four times per day at 20–40 mg/(L·d), according to the change of population density. *Chlorella* sp. was added to culture medium aperiodically, and 30% water in each tank was renewed every day. During the second experiment, *M. mongolica* were inoculated at 900 ind/L, and were fed baker yeast four times per day. Water temperature, salinity, pH, illumination and density of *M. mongolica* were monitored every day during the experiments. Population density and daily yield of *M. mongolica* increased with the increase of inoculated density, and the inoculated individuals failed to form a population when the inoculated density was lower than 88 ind/L. The effects of baker yeast ration on population size and daily yield of *M. mongolica* depended on the density of the animal. The *M. mongolica* fed 20 mg/(L·d) baker yeast grew faster when its density was lower than 1 500 ind/L, while the *M. mongolica* fed 30 mg/(L·d) baker yeast exhibited a higher population increasing rate and higher daily yield when its density was higher than 5 000 ind/L. The results indicated both inoculated density and baker yeast ration played important roles in regulating population increment and daily yield of *M. mongolica*, and suggested the inoculated density for success in commercial production of *M. mongolica* should be higher than 150 ind/L and baker yeast ration be $0.8 \times 10^{-5} - 1.3 \times 10^{-5}$ g/(ind·d).

Key words: *Moina mongolica*; inoculated density; baker yeast; population dynamics; yield

Corresponding author: WANG Yan. E-mail: wangyan@shfu.edu.cn