

饵料、温度对香螺摄食的影响

李华煜^{1,2}, 王元宁^{1,2}, 孟良^{1,2}, 李金泽^{1,2}, 董诗雨^{1,2}, 李永仁¹, 郭永军¹,
张涛²

(1. 天津农学院 水产学院 天津市水产生态及养殖重点实验室, 天津 300384; 2. 中国科学院海洋研究所 海洋生态与环境科学重点实验室, 山东 青岛 266071)

摘要: 采用实验生态学方法, 通过分析摄食喜好系数、平均个体摄食量等参数, 研究香螺(*Neptunea arthritica cumingii*)摄食选择性, 以及温度、饵料状态对香螺摄食量的影响。结果表明, 香螺成螺对不同的饵料具有明显的摄食选择性, 喜食程度的顺序依次为缢蛭(*Sinonovacula constricta*)、菲律宾蛤仔(*Ruditapes philippinarum*)和毛蚶(*Scapharca subcrenata*)。随着温度的升高, 不同规格香螺摄食量先升高后降低, 摄食高峰出现在 15 °C, 香螺对于已开壳饵料的摄食量显著高于未开壳饵料。

关键词: 香螺(*Neptunea arthritica cumingii*); 饵料; 温度; 摄食选择

中图分类号: S968.31 文献标识码: A 文章编号: 1000-3096(2023)8-0017-06

DOI: 10.11759/hyxx20220920002

香螺(*Neptunea arthritica cumingii* Crosse)属软体动物门(Mollusca)腹足纲(Gastropoda)新腹足目(Neogastropoda)蛾螺科(Buccinidae), 是一种温带海水大型肉食性螺类^[1], 自然分布于中国、朝鲜和日本北部等海域^[2]。其肉质肥美味道鲜美, 具体有很高的经济和营养价值^[3]。目前, 我国香螺的市场供应主要依靠野生资源的捕获, 但近几年对香螺无节制地捕捞, 导致香螺野生资源逐渐减少, 所以人工养殖业亟待发展。而影响香螺人工养殖产业发展停滞不前的重要因素之一就是饵料, 因此进行香螺饵料研究对香螺人工苗种繁育、增养殖和野生资源恢复等研究工作具有重要意义。

目前, 贝类摄食在国内外均被广泛研究, 包括, 脉红螺、瘤荔枝螺、管角螺、方斑东方螺、大黄晶凤凰螺等等, 相关研究主要集中在摄食选择性、摄食行为、摄食的生理生态等方面, 包括宋军鹏等^[4]研究了脉红螺的摄食选择性, 潘洋等^[5]根据动物性饵料探究了对脉红螺幼体的吸引力作用, 黄继等^[6]研究了瘤荔枝螺对饵料的摄食选择性, 张林林^[7]研究了管角螺的摄食、生长及能量收支, 魏永杰^[8]研究了方斑东风螺幼体摄食的生理生态, Supratman 等^[9]研究了大黄晶凤凰螺的行为以及摄食选择性。但目前香螺摄食相关研究较少, 饵料、温度对香螺的影响了解不够全面。

对于香螺的研究主要集中于其繁殖生物学、行为学以及生理生态学等方面。高岩等研究了香螺雄性

生殖系统、卵母细胞营养方式以及卵子发育超微结构^[10-12]; Miranda 等^[13]和 Lombardo 等^[14]研究了香螺在交配过程中对于配偶的选择行为, Yu 等^[15]研究了香螺稚螺的聚集行为; 邵林等^[16]研究了香螺壳的性状显微鉴别; Zhang 等^[17]从行为学、组织学、酶动力学和转录组学研究了温度对香螺的影响, 郝振林等^[18]对香螺的肌肉成分进行了分析研究, 张旭峰等^[19]研究了温度、盐度对香螺幼螺耗氧率和排氨率的影响; 而对于香螺摄食相关研究较少, 香螺人工饵料研发工作亟待开展。

本文通过常见的双壳贝类、蓝点马鲛等生物探究香螺的摄食偏好, 以不同状态饵料对香螺摄食量的影响以及温度对不同规格大小香螺摄食的影响,

收稿日期: 2022-09-20; 修回日期: 2022-10-20

基金项目: 十三五“蓝色粮仓科技创新”国家重点研发计划项目(2019YFD0900800); 现代农业产业技术体系专项资金资助(CARS-49); 国家自然科学基金委员会-山东省人民政府联合资助海洋科学研究中心项目(U1406403); 青岛海洋科学与技术试点国家实验室海洋生态与环境科学功能实验室创新团队项目(LMEES-CTSP-2018-1)

[Foundation: National Key R&D Program of China, No. 2019YFD0900800; The Earmarked Fund for CARS, No. CARS-49; NSFC-Shandong Joint Fund for Marine Science Research Centers, No. U1406403; Creative Team Project of the Laboratory for Marine Ecology and Environmental Science, Qingdao National Laboratory for Marine Science and Technology, No. LMEESCTSP-2018-1]

作者简介: 李华煜(1998—), 男, 四川广元人, 硕士研究生, 主要从事贝类遗传育种研究, E-mail: lihuayu6537@126.com; 张涛(1971—), 通信作者, 男, 山东青岛人, 研究员, 博士生导师, 主要从事贝类苗种繁育和增养殖、海洋牧场构建原理与技术研究, E-mail: tzhang@qdio.ac.cn

探讨了影响香螺摄食量的因素,为香螺人工养殖过程中适宜饵料的选择以及香螺替用饵料的研制提供理论依据,以提高香螺人工养殖技术。

1 材料与方 法

1.1 香螺的摄食选择性

1.1.1 实验材料

实验所用香螺在 2022 年 3 月捕捞于青岛市沙子口近海(120°57'N, 36°1'E),平均壳长(95.50±3.66) mm,平均湿重(96.12±16.60) g, 采捕时水温 8 °C, 清洗干净后分别取 30 只香螺随机放入 3 个养殖池(90 cm×60 cm×70 cm)中。养殖池的初始温度为 10 °C, 暂养 14 d, 暂养期间维持自然水温(10 °C), 为增强香螺在实验过程中的摄食活性, 以便反应其对于不同饵料的摄食选择性差异, 暂养结束后对水温进行人工升高, 每日上升 0.5 °C, 直至 14 °C 停止升温。暂养期间选择菲律宾蛤仔作为饵料, 并每日全量换水一次, 每日更换新鲜饵料。

摄食选择性实验选用缢蛭(*Sinonovacula constricta*)、菲律宾蛤仔(*Ruditapes philippinarum*)、栉孔扇贝(*Chlamys farreri*)、紫贻贝(*Mytilus galloprovincialis*)、毛蚶(*Scapharca subcrenata*)、长牡蛎(*Crassostrea gigas*)、蓝点马鲛(*Scomberomorus niphonius*)以及牛角江珧蛤(*Atrina pectinata*)的内脏团部分作为饵料。缢蛭、毛蚶壳长 4~5 cm、菲律宾蛤仔壳长 3~4 cm、栉孔扇贝 5~6 cm、紫贻贝壳长 6~8 cm, 长牡蛎壳高 8~14 cm。

1.1.2 实验方法

在摄食选择性实验中, 将所有香螺进行饥饿处理 5 d。为减轻饵料规格、饵料状态不同影响香螺对不同饵料的摄食量, 所有饵料均使用鲜活饵料并进行开壳处理, 开壳方法为: 将缢蛭、菲律宾蛤仔、栉孔扇贝、紫贻贝、分别剥去半个贝壳, 暴露软体部分, 蓝点马鲛随机切成 30~40 g 的块状处理, 牛角江珧蛤使用去除闭壳肌后的内脏团部分。每种饵料称重(湿质量)后充分混匀, 随机投入实验池中, 每种饵料过量投喂, 以避免饵料不足影响香螺摄食量。该实验周期为 24 h, 24 h 后取出池底的剩余饵料并分别称取湿重, 前后湿重相减即为该实验组香螺的对该种饵料的当日摄食量(湿质量)。该实验设置 3 组生物学重复。

1.2 温度变化对香螺摄食量的影响

1.2.1 实验材料

实验所用香螺于 2022 年 3 月采捕于青岛市沙子

口近海, 海底水温 8 °C, 清洗干净后入池暂养。实验开始之前, 按壳长分为 <50 mm 组平均壳长(45.78±3.00) mm, 平均湿重(10.98±2.18) g; 50~70 mm 组平均壳长(59.43±6.12) mm, 平均湿重(23.58±7.87) g; 70~90 mm 组平均壳长(81.49±5.80) mm, 平均湿重(64.57±17.07) g; >90 mm 组平均壳长(95.50±3.66) mm, 平均湿重(96.12±16.60) g, 每个实验组均放入 30 只活体。养殖池的初始温度为 10 °C, 暂养 14 d, 暂养期间维持自然水温(10 °C), 每日清底并全量换水 1 次, 投喂菲律宾蛤仔作为饵料。

1.2.2 实验方法

温度变化对不同规格香螺摄食量影响实验开始于 4 月 28 日, 初始水温为 10 °C, 为避免人工升温过快导致香螺大规模死亡, 故设置每天升温 0.5 °C。

每日投喂过量新鲜菲律宾蛤仔(为减少饵料状态对摄食量的影响, 所有饵料均采取开壳处理, 将菲律宾蛤仔剥去半个贝壳, 暴露软体部分), 投喂前称取每组饵料的湿重, 24 h 后取出池底的剩余饵料并称取湿重, 前后湿重相减即为香螺的当日摄食量(湿质量)。本实验不同壳长的香螺均设置 3 组生物学重复。

1.3 不同饵料状态对香螺摄食量的影响

1.3.1 实验材料

不同饵料状态对香螺摄食量影响实验所用香螺规格及实验条件同 1.2.1。

1.3.2 实验方法

不同饵料状态对香螺摄食量的影响实验, 分为同时投喂和单独投喂。首先将鲜活的菲律宾蛤仔一部分做开壳处理(开壳处理方法同 1.2.2), 另一部分不处理, 并且同时投喂开壳和不开壳饵料, 分别计算每组香螺对于不同状态饵料平均个体摄食量。其次单独投喂某种状态的饵料, 计算其平均个体摄食量。

饥饿处理 5 d 后, 将开壳处理和未开壳处理菲律宾蛤仔分别称重(湿质量)分别单独投喂在实验组中。24 h 后取出每组剩余饵料并称取湿重。每种饵料湿重差即为该实验组香螺对该种状态饵料的摄食量。本实验不同壳长的香螺均设置 3 组生物学重复。

1.4 数据处理

假设 n 为香螺可选择的饵料种类, 香螺对第 j 种饵料的喜好用摄食喜好系数 γ_j 表示^[4]:

$$\gamma_j = A_j / N_j \quad (1)$$

式中, A_j 为第 j 种饵料在香螺摄取的所有饵料中所占的比例, N_j 为第 j 种饵料在所有投喂饵料中所占的比

例。 $\gamma_j > 1$, 代表香螺喜好摄食该种饵料 ($\gamma_j > 1$ 时, γ_j 越大香螺对该种饵料的摄食选择越强烈); $\gamma_j = 1$, 代表香螺对该种饵料无明显选择性; $\gamma_j < 1$, 代表香螺不喜摄食该种饵料。(当某种饵料的摄食量为零, 代表该饵料未吃则 $\gamma_j = 0$)。

为比较不同组香螺的摄食量, 以每组香螺每天的平均个体摄食量 (G) 作为指标。

$$G = W_n / T_n \quad (2)$$

式中 W_n 为某组香螺第 n 日的摄食量, T_n 为某组香螺第 n 日的存活个数。(当某组香螺的摄食量为零, 代表该组香螺未摄食, $G = 0$)。

运用 Excel 和 GraphPad Prism 8 进行数据统计分析和制图, 用 One-Way ANOVA 和 Two-Way ANOVA 方法进行方差分析。

2 结果

2.1 成螺的摄食选择性

香螺平均壳长 (95.50 ± 3.66) mm, 平均湿重 (96.12 ± 16.60) g 在 24 h 的实验周期内对于 8 种饵料具有强烈的摄食选择性, 如图 1 所示。其摄食选择依次为缢蛭、菲律宾蛤仔、毛蚶、长牡蛎、紫贻贝、栉孔扇贝、蓝点马鲛以及牛角江珧蛤的内脏团部分。其中, 对缢蛭、菲律宾蛤仔和毛蚶的摄食喜好系数 $\gamma_j > 1$, 说明香螺此摄食条件下对这 3 种双壳贝类具有摄食选择性, 其中对缢蛭的摄食喜好显著大于菲律宾蛤仔和毛蚶 ($P < 0.01$); 对于剩余其他 5 种 $\gamma_j < 1$ 的饵料, 香螺的摄食喜好较弱, 并且在此摄食条件下未见香螺有摄食蓝点马鲛

和牛角江珧蛤的内脏团部分。

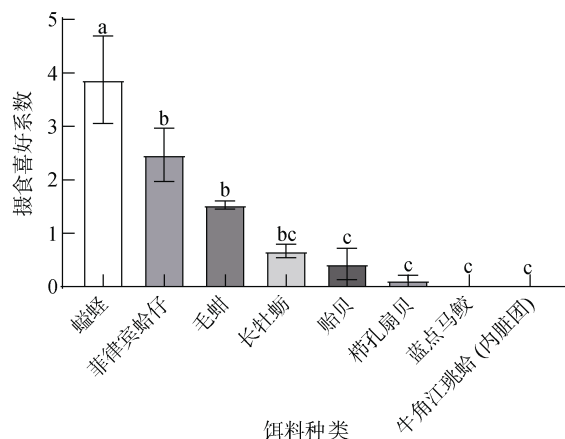


图 1 香螺对于 8 种饵料的摄食喜好系数

Fig. 1 Feeding preference coefficients of *N. arthritica cumingii* for eight types of baits

注: 无相同字母代表显著差异 ($P < 0.05$)

2.2 温度变化对香螺摄食量的影响

温度对香螺 (平均壳长 70.55 ± 19.89 mm, 平均湿重 48.81 ± 36.09 g) 摄食量影响, 如图 2 所示。 >90 mm 实验组在水温 $14 \sim 15$ °C 时达到摄食高峰, 随后摄食量随温度的上升而下降, 并在 23 °C 时几乎不摄食; 70~90 mm 实验组在水温 14 °C 时达到摄食高峰, 随后摄食量随温度的上升而下降, 并在 24 °C 时几乎不摄食; 50~70 mm 实验组与 <50 mm 实验组的摄食高峰出现在 15 °C, 随后摄食量随温度上升波动下降, 并在 24 °C 时几乎不摄食。

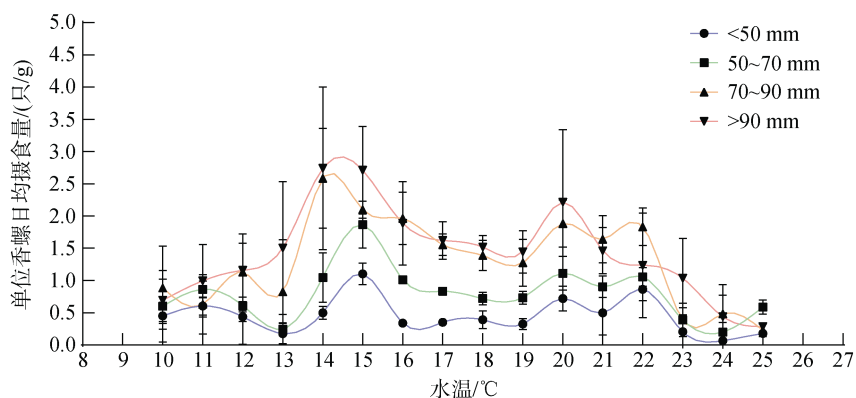


图 2 不同壳长香螺摄食量随温度的变化趋势

Fig. 2 Changes in the trend of food intake of *N. arthritica cumingii* with distinct shell lengths at different temperatures

2.3 不同饵料状态对于香螺摄食量的影响

在同时投喂开壳和不开壳菲律宾蛤仔饵料时, 饵料对香螺摄食量的影响如图 3 所示, 香螺对开壳饵料和

未开壳饵料的摄食量存在显著性差异 ($P < 0.05$), 在同时投喂开壳和不开壳饵料时, 香螺倾向于摄食开壳饵料, 值得注意的是未开壳饵料也有少量摄入, 并非不摄入。

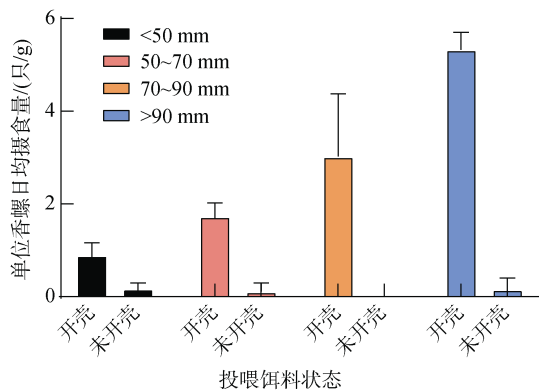


图 3 香螺同时投喂不同状态饵料时摄食量的比较

Fig. 3 Changes in the food intake of *N. arthritica cumingii* fed with different bait states at the same time

在分开单独投喂开壳和不开壳菲律宾蛤仔饵料时, 饵料对香螺摄食量的影响如图 4 所示, 在单独投喂开壳饵料和不开壳饵料时, 摄食量存在显著性差异 ($P < 0.05$), 这表明在分开投喂时, 开壳饵料更容易被摄入, 所以摄食量多, 并且在短期投喂中, 饵料状态影响香螺的总摄食量。

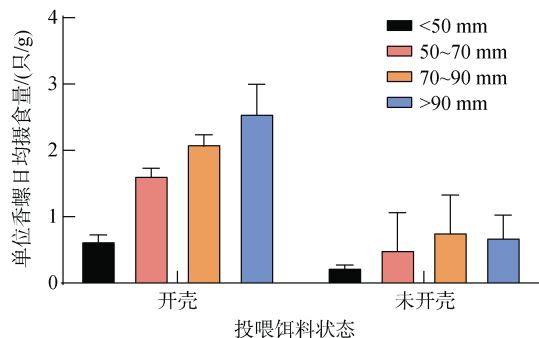


图 4 香螺分开单独投喂不同状态饵料时摄食量的比较

Fig. 4 Differences in the food intake of *N. arthritica cumingii* fed with different state feeds at different times

3 讨论

3.1 香螺的摄食选择性

香螺的摄食选择性受到多重因素的影响, 香螺个体大小以及饵料的个体大小、生物种类都成为影响其摄食选择性的因素。香螺[平均壳长(95.50 ± 3.66) mm, 平均湿重(96.12 ± 16.60) g]对不同的饵料具有较强的摄食选择性, 在 8 种饵料中香螺的摄食喜好缢蛭>菲律宾蛤仔>毛蚶>长牡蛎>紫贻贝>栉孔扇贝>蓝点马鲛、牛角江珧蛤(内脏团部分), 这与郑珂等^[20]在香螺饵料喜好性实验的结果(栉孔扇贝>菲律宾蛤仔>红娘鱼>太平洋

牡蛎)不同, 可能是因为实验周期不同以及实验所用饵料的状态有所不同(本实验所投喂饵料均做开壳处理), 导致香螺在本实验条件下更喜食缢蛭、菲律宾蛤仔以及毛蚶。从摄食能量效率的角度, 香螺对于不同种类的饵料倾向于选择更加容易获得的饵料, 以至于使其能够在较短的时间内以较低的能量消耗获得较高的能量产出。香螺更倾向于选择缢蛭、菲律宾蛤仔、毛蚶, 这可能是因为选择的饵料其较小, 且肉质肥厚, 相较于其他贝类摄食缢蛭、菲律宾蛤仔和毛蚶所消耗的时间短, 获得的能量更高。Yang 等^[21]利用营养标志物(稳定同位素和 FA)评估了獐子岛附近腹足类动物的食性组成时发现, 香螺相较于脉红螺更喜食腐质的食物。

目前制约香螺人工养殖产业发展的原因之一就是饵料问题^[22]。因此探明香螺的摄食选择性对于香螺饵料研究有积极作用。并且利用香螺食腐的特点, 研制规格合理, 营养搭配丰富, 价格低廉的人工饵料, 对发展香螺的养殖产业具有重要的意义。

3.2 温度对香螺摄食量的影响

水温对于水生动物的运动、摄食、繁殖和行为具有很大的影响。宋军鹏等^[4]发现脉红螺的摄食量, 随着养殖温度的增高, 先增加后减少。在本项研究中发现水温从 10 °C 开始升高, 香螺的摄食量随着温度的升高先上升再下降, 不同壳长的香螺摄食高峰略有差别, 但也都集中在 14~15 °C (>90 mm 组、50~70 mm 组、<50 mm 组的摄食高峰出现在 15 °C, 70~90 mm 组摄食高峰出现在 14 °C), 并且在水温 24 °C 时减弱至几乎不摄食, 这与 Zhang 等^[17]发现香螺摄食量在温度 16 °C 达到峰值基本一致。研究表明温度对香螺的耗氧率和排氨率影响显著, 随着温度的升高, 动物体内酶的活性逐渐增强, 体内物质的生化反应速率得到加强, 导致耗氧率增加, 而一旦超过某一温度, 酶活将受到抑制, 导致生物体内生理功能紊乱^[19]。所以, 香螺摄食能力从 20 °C 开始减弱是因为较高的温度导致香螺体内的酶活增强, 耗氧率增加, 以至于水中溶解氧浓度降低, 这导致香螺用更多的能量来维持静息代谢, 而不是用于进行食物消化。而 24 °C 几乎不摄食, 则是酶活受到抑制, 导致香螺体内生理功能紊乱。从繁殖发育的角度来看, 温度上升可能会促进香螺的性腺发育, 导致香螺大量摄食以积累营养。但是关于温度对香螺性腺刺激发育的相关文章较少, 因此香螺摄食量与性腺发育之间的关系仍需进一步研究讨论。

3.3 饵料状态对香螺摄食量的影响

香螺个体大小, 饵料状态, 均影响香螺的摄食选择性摄食量。本研究结果显示, 对于开壳饵料和未开壳饵料, 香螺倾向于选择已经开壳的饵料, 这可能是开壳饵料相较于未开壳饵料, 更容易直接捕获, 能够在短时间内以较低的能量消耗获得较高能量产出的原因。并且在分开单独投喂时, 香螺摄食开壳饵料显著高于未开壳饵料, 这可能是摄食未开壳饵料需要更长时间的原因。较小的香螺通常使用在贝壳上钻孔的方式以获取食物, 而较大规格的香螺在捕食过程中通过包裹住食物, 并通过分泌黏液, 从而快速杀死双壳贝类的方式来获取食物。Yang 等^[21]发现香螺喜食腐质的食物, 但是在本次研究中发现各个规格的香螺有摄食未开壳饵料的情况, 因此香螺是否只吃腐质饵料, 吃何种腐质程度的饵料, 仍需要进一步研究, 这对于研制香螺人工饵料, 发展香螺与其他物种混养的模式具有重要意义。

参考文献:

[1] 蔡英亚, 张英, 魏若飞. 贝类学概论(修订版)[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1995: 162-183.
CAI Yingya, ZHANG Ying, WEI Ruofei. Introduction to shellfish science (revised edition)[M]. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 1995: 162-183.

[2] 周学家, 张玉玺, 刘信艺, 等. 山东近海香螺资源的分布研究[J]. 齐鲁渔业, 1995, 12(1): 8-10.
ZHOU Xuejia, ZHANG Yuxi, LIU Xinyi, et al. On distributing characteristics of *Neptunea arthritica cumingii* in Shandong coastal waerts[J]. Shandong Fisheries, 1995, 12(1): 8-10.

[3] 蔡清海. 香螺的资源保护措施及加工方法[J]. 中国水产, 2001(10): 73.
CAI Qinghai. Resource protection measures and processing methods of *Neptunea Cuming Crosse*[J]. China Fisheries, 2001(10): 73.

[4] 宋军鹏, 房建兵, 宋浩, 等. 饵料、温度和个体规格对脉红螺摄食的影响[J]. 海洋科学, 2016, 40(1): 48-53.
SONG Junpeng, FANG Jianbing, SONG Hao, et al. Effect of feeding preferences, temperature, and size on food intake of *Rapana venosa*[J]. Marine Sciences, 2016, 40(1): 48-53.

[5] 潘洋, 张立斌, 张涛, 等. 动物性饵料对脉红螺(*Rapana venosa*)幼体的吸引性研究[J]. 海洋与湖沼, 2013, 44(6): 1578-1583.
PAN Yang, ZHANG Libin, ZHANG Tao, et al. Attraction of animal diets to the Larvae of *Rapana Venosa*[J]. Oceanologia et Limnologia Sinica, 2013, 44(6): 1578-

1583.

[6] 黄继, 顾忠旗, 王春琳, 等. 瘤荔枝螺对饵料的摄食选择性研究[J]. 中国农学通报, 2019, 35(15): 138-141.
HUANG Ji, GU Zhongqi, WANG Chunlin, et al. Bait selection of *Thais bronni*[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2019, 35(15): 138-141.

[7] 张林林. 管角螺摄食、生长及能量收支研究[D]. 宁波: 宁波大学, 2012.
ZHANG Linlin. Study on the feeding, growth and energy budget of *Hemifusus tuba* Gmelin[D]. Ningbo: Ningbo University, 2012.

[8] 魏永杰. 方斑东风螺幼体摄食的生理生态研究[D]. 厦门: 厦门大学, 2007.
WEI Yongjie. Studies on larval feeding ecophysiology of ivory shell, *Babylonia areolate* Link[D]. Xiamen: Xiamen University, 2007.

[9] SUPRATMAN O, SYAMSUDIN T S. Behavior and feeding habit of dog conch (*Strombus turturella*) in South Bangka regency, Bangka Belitung Islands Province[J]. Jurnal Biologi El-Hayah, 2016, 6(1): 15-21.

[10] 高岩, 侯林. 香螺雄性生殖系统的显微结构研究[J]. 水产科学, 2004, 23(1): 10-13.
GAO Yan, HOU Lin. Morphology of male reproductive system in *Naptunea Cumingi* Crosse[J]. Fisheries Science, 2004, 23(1): 10-13.

[11] 高岩, 侯林, 周革. 香螺卵母细胞营养方式的研究[J]. 安徽农学通报, 2008, 14(11): 36-38.
GAO Yan, HOU Lin, ZHOU Ge. Study on nutritional mode of Oogenesis in *Neptunea arthritica cumingii* (Gastropoda: Prosobranchia)[J]. Anhui Agricultural Science Bulletin, 2008, 14(11): 36-38.

[12] 高岩. 香螺卵子发育超微结构的研究[J]. 吉林师范大学学报(自然科学版), 2008(2): 102-104.
GAO Yan. The study on the ultrastructure of Oogenesis on *Naptunea Cumingi* crosse (Gastropoda: Prosobranchia)[J]. Jilin Normal University Journal (Natural Science Edition), 2008(2): 102-104.

[13] MIRANDA R M, LOMBARDO R C, et al. Copulation behaviour of *Neptunea arthritica*: baseline considerations on broodstocks as the first step for seed production technology development[J]. Aquaculture Research, 2008, 39(3): 283-290.

[14] LOMBARDO R C, GOSHIMA S. Female copulatory status and male mate choice in *Neptunea arthritica* (Gastropoda: Buccinidae)[J]. Journal of Molluscan Studies, 2010, 76(4): 317-322.

[15] YU Z L, HU Z, SONG H, et al. Aggregation behavior of juvenile *Neptunea cumingii* and effects on seed production[J]. Journal of Oceanology and Limnology, 2020, 38(5): 1590-1598.

[16] 邵林, 王中华, 郭庆梅, 等. 贝壳类药材海螺壳和香

- 螺壳的性状显微鉴别[J]. 中国海洋药物, 2017, 36(4): 18-24.
- SHAO Lin, WANG Zhonghua, GUO Qingmei, et al. Comparative study on morphology and microscopy of *Rapana Concha* and *Neotuneae Concha*[J]. Chinese Journal of Marine Drugs, 2017, 36(4): 18-24.
- [17] ZHANG D D, DONG X Y, ZHU J Y, et al. Effect of water temperature on the behavior of *Neptunea cumingii* and the histology, immune enzyme activity, and transcriptome of its gills and kidneys[J]. Invertebrate Survival Journal, 2022, 19: 1-12.
- [18] 郝振林, 王煜, 于洋洋, 等. 香螺肌肉营养成分分析及评价[J]. 大连大学学报, 2016, 37(6): 66-70.
- HAO Zhenlin, WANG Yu, YU Yangyang, et al. Analysis and evaluation of nutritive composition in the muscle of *Neptunea arthritica cumingii* Crosse (Gastropoda: Buccinidae)[J]. Journal of Dalian University, 2016, 37(6): 66-70.
- [19] 张旭峰, 杨大佐, 周一兵, 等. 温度、盐度对香螺幼螺耗氧率和排氨率的影响[J]. 大连海洋大学学报, 2014, 29(3): 251-255.
- ZHANG Xufeng, YANG Dazuo, ZHOU Yibing, et al. Impacts of temperature and salinity on oxygen consumption rate and ammonia excretion rate in juvenile whelk *Neptunea cumingii*[J]. Journal of Dalian University, 2014, 29(3): 251-255.
- [20] 郑珂, 董晓煜, 姚建平, 等. 香螺对饵料的喜好性试验[J]. 科学养鱼, 2015(8): 70.
- ZHENG Ke, DONG Xiaoyu, YAO Jianping, et al. Experiment on the taste of *Neptunea arthritica cumingii* for food[J]. Scientific Fish Farming, 2015(8): 70.
- [21] YANG M J, FENG J, YU Z L, et al. Comparative analysis of the feeding habits of *Rapana venosa* and *Neptunea arthritica cumingii* near Zhangzi Island, China, based on stable isotope ratios and fatty acid profiles. Aquaculture Research, 2021, 52(5): 1846-1854.
- [22] 于洋洋, 李靖, 吴薇, 等. 香螺繁殖生物学及人工繁育技术研究进展[J]. 河北渔业, 2019(4): 54-56.
- YU Yangyang, LIN Jing, WU Wei, et al. Research progress on reproductive biology and artificial breeding technology of *Neptunea arthritica* Crosse[J]. Hebei Fisheries, 2019(4): 54-56.

Effects of feeding preferences and temperature on *Neptunea arthritica cumingii*

LI Hua-yu^{1, 2}, WANG Yuan-ning^{1, 2}, MENG Liang^{1, 2}, LI Jin-ze^{1, 2}, DONG Shi-yu^{1, 2}, LI Yong-ren¹, GUO Yong-jun¹, ZHANG Tao²

(1. Tianjin Key Laboratory of Aqua-ecology and Aquaculture, Fisheries College, Tianjin Agricultural University, Tianjin 300384, China; 2. CAS Key Laboratory of Marine Ecology and Environmental Sciences, Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China)

Received: Sep. 20, 2022

Key words: *Neptunea arthritica cumingii*; bait; temperature; feeding options

Abstract: This study aimed to demonstrate feeding preferences and effects of temperature and bait state on the food intake of *Neptunea arthritica cumingii* using the feeding preferences coefficient, average individual food intake, and other parameters. The results indicated that *N. cumingii* was a remarkable species that was selective toward diverse baits, with a clear preference for *Sinonovacula constricta*, *Ruditapes philippinarum*, and *Scapharca subcrenata*. With increasing temperature, the food intake of *N. arthritica cumingii* having different sizes first increased and then decreased. The feeding peak was observed at approximately 15 °C. The food intake of *N. arthritica cumingii* was significantly higher than that of the unopened bait.

(本文编辑: 赵卫红)