

蓖麻籽提取液对福寿螺毒杀效果及作用机制

王蝉娟 徐成龙 马俊 那定勋 张饮江

TOXICITY OF *RICINUS COMMUNIS* SEED EXTRACT AND ITS MECHANISM ON *POMACEA CANALICULATA*

WANG Chan-Juan, XU Cheng-Long, MA Jun, NA Ding-Xun, ZHANG Yin-Jiang

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.7541/2021.2020.055>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

长江中游干流鱼类群落构建机制分析

MECHANISM OF FISH COMMUNITY ASSEMBLY IN MIDDLE REACHES OF THE YANGTZE RIVER

水生生物学报. 2020, 44(5): 1045–1054 <https://doi.org/10.7541/2020.121>

基于叶绿素荧光探讨链霉素对念珠藻生长及光合毒性效应

THE TOXIC EFFECT OF STREPTOMYCIN ON THE GROWTH AND PHOTOSYNTHESIS OF *NOSTOC* USING THE CHLOROPHYLL FLUORESCENCE ANALYSIS

水生生物学报. 2019, 43(3): 664–669 <https://doi.org/10.7541/2019.079>

五种诱食剂对中华绒螯蟹诱食效果的研究

EFFECTS OF FIVE ATTRACTANTS ON CHINESE MITTEN CRAB, *ERIOCHER SINENSIS*

水生生物学报. 2019, 43(2): 395–401 <https://doi.org/10.7541/2019.049>

不同生物促生剂添加量对垂直流人工湿地水质净化效果的影响

THE IMPACT OF DIFFERENT AMOUNT BIOSTIMULANTS SUPPLEMENT ON THE PERFORMANCE OF WATER PURIFICATION IN VERTICAL FLOW CONSTRUCTED WETLAND

水生生物学报. 2019, 43(2): 431–438 <https://doi.org/10.7541/2019.053>

中国米虾***bursicon***基因的功能及作用机制

THE FUNCTION AND MECHANISM OF *BURSICON* GENE IN *CARIDINA*

水生生物学报. 2018, 42(3): 503–511 <https://doi.org/10.7541/2018.063>

水飞蓟素抑制草鱼肝细胞脂质蓄积的作用及其机制研究

INHIBITORY EFFECT OF SILYMARIN ON OLEIC ACID-INDUCED LIPID ACCUMULATION IN GRASS CARP (*CTENOPHARYNGODON IDELLUS*) HEPATOCYTES IN VITRO

水生生物学报. 2017, 41(6): 1301–1310 <https://doi.org/10.7541/2017.161>



关注微信公众号，获得更多资讯信息

doi: 10.7541/2021.2020.055

蓖麻籽提取液对福寿螺毒杀效果及作用机制

王蝉娟¹ 徐成龙^{1,2} 马俊¹ 那定勋¹ 张饮江^{1,2}

(1. 上海海洋大学海洋生态与环境学院, 上海 201306; 2. 水域环境生态上海高校工程研究中心, 上海 201306)

摘要: 采用生物浸泡法, 以草本植物蓖麻籽提取液制备植物源毒杀剂, 研究不同提取液浓度(0、0.5、1.5、3.0、4.5、6.0 g/L)对福寿螺(*Pomacea canaliculata* Lam)毒杀作用效果, 并通过福寿螺在亚致死浓度1.58 (LC_{25})、3.82 (LC_{50})和6.05 g/L (LC_{75}) 处理条件下的肝脏组织生理生化指标及其相关性, 进一步分析其毒杀作用机制。结果表明: 在提取液处理48h后, 福寿螺死亡率随着时间延长和浓度的增加而增加, 且各浓度处理下福寿螺死亡率差异显著($P < 0.05$)。福寿螺在亚致死浓度处理48h后, 其肝胰腺组织中蛋白质含量(TP)、丙二醛(MDA)含量和过氧化氢酶(CAT)活性与对照组均存在差异, 过氧化氢酶(CAT)活性与丙二醛(MDA)含量呈显著负相关关系($P < 0.05$)。蓖麻籽提取液通过影响福寿螺肝脏组织中蛋白质含量(TP)和丙二醛(MDA)含量, 及过氧化氢酶(CAT)活性, 导致螺肝脏组织损伤, 机体代谢紊乱, 从而达到毒杀效果。

关键词: 蓖麻; 福寿螺; 植物源毒杀剂; 毒杀效果; 毒杀机制

中图分类号: X171.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3207(2021)02-0284-08



福寿螺(*Pomacea canaliculata* Lam)别名大瓶螺、苹果螺, 属于中腹足目瓶螺科。原产南美洲亚马逊河流域, 因其蛋白质含量丰富, 营养成分高, 20世纪80年代被作为一种水生经济动物引入我国南方^[1], 后因过度盲目养殖, 腥味太浓、食味不佳等原因被大量弃于田野, 并通过水渠河道迅速扩散到稻田等水生环境。由于其繁殖力、适应性和抗逆性强, 食性杂, 缺乏天敌等多个原因, 现今福寿螺已在我国南方许多地区暴发成灾, 对入侵地的生物多样性、生态系统、农作物及多种水生植物构成重大威胁^[2]。此外, 福寿螺是引起人类嗜酸性脑膜炎的广州管圆线虫的中间宿主^[3], 对人类的健康具有间接的潜在危害。2000年IUCN外来入侵物种专家委员会将福寿螺列为世界100种恶性外来入侵物种之一^[4], 2003年3月, 国家环保总局将福寿螺列入首批入侵中国的16种外来物种“黑名单”^[5]。目前, 福寿螺防治方法主要包括化学防治、农业防治和生物防治等^[6], 不同方法各存有不足, 其中生物控制技术因具有长效、经济、对非靶细胞更生态安全等

优点, 成为当前控螺领域的研究热点, 但有关植物源毒杀剂的提取制备和针对福寿螺的毒杀效果研究相对较少, 且未能深入探讨其毒杀作用机制^[7, 8]。

研究表明蓖麻籽具有剧毒, 主要有毒成分为蓖麻碱和蓖麻毒素即是“蓖麻毒蛋白”^[9]。其中, 蓖麻毒蛋白是毒性最强的植物毒蛋白之一, 具有很强的杀虫、杀菌作用, 进入动物体内会被动物体自身所分解, 不会在生物链中富集, 且不会产生耐药性^[9, 10]。蓖麻碱是一种毒性较低的生物碱, 能引起呕吐和各种毒性反应, 可导致肝脏和肾脏损伤、惊厥、低血压和死亡等^[11]。高倩圆等^[12]研究蓖麻提取物对南方根结线虫活动影响时, 发现蓖麻水提液(蓖麻毒蛋白和蓖麻碱)对线虫具有较强毒杀能力, 目前关于蓖麻提取液对福寿螺毒杀作用的研究尚未见报道。

本文以入侵物种福寿螺为研究对象, 探究不同浓度梯度(0、0.5、1.5、3.0、4.5和6.0 g/L)蓖麻籽提取液对其灭杀效果, 并通过测定分析福寿螺肝脏组织生理生化指标变化, 探究蓖麻籽提取液对其毒杀作用机制, 旨在为现有的福寿螺生物防治, 提供

收稿日期: 2020-03-25; **修订日期:** 2020-07-15

基金项目: 国家水体污染控制与治理科技重大专项(2013ZX07101014-004); 重庆市教育委员会科学技术研究项目(KJQN201803811); 大学生创新创业训练计划项目(S201910264062)资助 [Supported by the National Water Pollution Control and Treatment Science (2013ZX07101014-004); Technology Major Project Science (KJQN201803811); Technology Research Project of Chongqing Education Commission Innovation and Entrepreneurship Training Program for College Students (S201910264062)]

作者简介: 王蝉娟(1996—), 女, 主要研究方向为水域环境生态修复。E-mail: 18706055016@163.com

通信作者: 张饮江(1961—), 男, 教授, 博士生导师; 主要研究方向为水域环境生态修复、水污染治理。E-mail: yjzhang@shou.edu.cn

一种创新高效和生态安全的生物控制技术。

1 材料与方法

1.1 实验材料

实验所用的福寿螺采集自上海海洋大学镜湖, 为避免福寿螺对实验条件产生应激反应, 采集的福寿螺在玻璃缸(60 cm×40 cm×45 cm)中以湖水和去氯自来水(1:1配比)驯养72h, 以小白菜(1 kg)作为食物来源。在驯养后, 从玻璃缸中选择行为表现最佳的福寿螺若干, 作为实验螺。

1.2 实验方法

在塑料饲养缸(17.2 cm×13.5 cm×12.5 cm)中开展实验, 每个实验组及对照组分别放置10只实验螺。实验所用蓖麻籽采购于亳州康美大药行。

蓖麻籽提取液制备 本实验采用生物浸泡法^[13], 蓖麻籽烘干, 粉碎机粉碎得蓖麻粉, 称取6.0 g 蓖麻粉, 于1 L去氯水中, 人工搅拌混匀, 在室温下静置24h, 用两层纱布过滤3次, 得蓖麻籽粗提取液, 4℃冰箱保存, 备用。

福寿螺浸杀试验 实验每组塑料饲养缸设置同等水量为1 L, 蓖麻籽粉粗提取液分别稀释成0.5、1.5、3.0、4.5和6.0 g/L的浓度梯度, 以去氯水作空白对照组, 随机挑选前期驯养的10只福寿螺(2.12±0.18) g放入不同浓度梯度的塑料饲养缸中, 塑料饲养缸上放置打孔盖, 防止螺沿内壁爬出, 每组处理设置3个平行, 实验在室温(25±2)℃条件下进行。采用腹水法和针刺法(不锈钢针)^[14, 15], 分别在24h、48h、72h、96h和120h鉴定实验组和对照组中福寿螺的死亡情况, 为避免水体污染, 及时清除排泄物和死螺。

1.3 生理指标测定

生理生化指标过氧化氢(CAT)、蛋白定量(TP)和丙二醛(MDA)试剂盒购自南京建成生物工程研究所, 所用试剂均为分析纯, 用水为去氯自来水, 实验在室温(25±2)℃条件下进行。

采用浸螺方法进行毒力测定, 用Origin8.6软件建立毒力回归方程, 估算福寿螺在72h的 LC_{25} 、 LC_{50} 、 LC_{75} 提取液浓度值, 实验条件和实验方法同上。随机选取8只福寿螺置于亚致死浓度1.58(LC_{25})、3.82(LC_{50})和6.05 g/L(LC_{75})下48h, 对照组在相同条件下保持在等量的去氯水中, 每组实验设置3个平行。

实验组和对照组中随机选取5只福寿螺, 用去氯水反复冲洗螺体数次, 后快速取出其肝脏组织, 用4℃生理盐水(0.9%)冲洗3次, 滤纸干燥, 称取1.5 g, 冰水浴条件下置于研钵中, 按质量(g): 体积(mL)=

1:9的比例加入匀浆介质(0.9%生理盐水), 手动研磨制成10%匀浆液, 转速2500 r/min下离心15min, 取上清液置4℃冰箱, 用于肝胰腺组织生理指标的测定。

蛋白质含量(TP) 蛋白质含量用考马斯亮蓝法测定^[16]。取前期制备的10%肝胰腺离心上清液, 用生理盐水稀释成浓度为1%的肝胰腺匀浆液, 按照蛋白质定量测试盒说明书, 分别在空白管、标准管和测定管中加入相应样品及试剂, 混匀, 静置10min, 波长595 nm, 光径1 cm, 双蒸水调零, 测定各管吸光度值。结果按照公式(1)进行计算, 数值以g prot/L表示。

$$\text{蛋白浓度(g prot/L)} = \frac{A_{\text{样品}} - A_{\text{空白}}}{A_{\text{标准}} - A_{\text{空白}}} \times \quad (1)$$

$$\text{标准品浓度(g prot/L)} \times \text{稀释倍数}$$

丙二醛(MDA)含量 丙二醛含量用TBA法测定^[17]。取前期制备的10%肝胰腺离心上清液, 按照丙二醛测试盒说明书分别在空白管、标准管和测定管中加入相应样品及试剂, 混匀, 离心管盖上盖, 用针在盖上扎一小孔, 95℃水浴40min, 取出后流水冷却, 然后3500 r/min离心10min, 取上清液, 532 nm处, 1 cm光径, 蒸馏水调零, 测定各管吸光度值。结果按照公式(2)进行计算, 数值以nmol/mL表示。

$$\text{MDA含量(nmol/mg prot)} = \frac{A_{\text{样品}} - A_{\text{对照}}}{A_{\text{标准}} - A_{\text{空白}}} \times \frac{\text{标准品浓度} 10 \text{ nmol/mL}}{\text{样本蛋白浓度(mg prot/mL)}} \quad (2)$$

过氧化氢酶(CAT)含量 过氧化氢酶含量用可见光法测定^[18]。取前期制备的10%肝胰腺离心上清液, 用生理盐水稀释成浓度为1%的肝胰腺匀浆液, 按照过氧化氢酶测试盒说明书, 分别在对照管和测定管中加入相应样品及试剂, 混匀, 波长405 nm, 光径0.5 cm, 双蒸水调零, 测定各管吸光度值。结果按照公式(3)进行计算, 数值以U/mg prot表示。

$$\text{CAT活力} = \frac{(A_{\text{对照}} - A_{\text{样品}}) \times 271^*}{60 \times \text{取样量} \times \text{待测样本蛋白浓度(mg prot/mL)}} \quad (3)$$

式中, 271*为斜率的倒数。

1.4 数据处理

采用Microsoft Excel进行实验数据预处理, 在SPSS 23.0软件中进行单因素方差分析(One-way ANOVA), 比较不同浓度处理对福寿螺毒杀效果的差异性, $P < 0.05$ 表明具有显著差异, 并进行不同生

理生化指标间相关性分析。

2 结果

2.1 福寿螺浸杀效果

如图1所示,实验进行24h,在5个浓度梯度下实验组与对照组福寿螺均无死亡现象;在48h后,蓖麻籽提取液浓度为6 g/L的处理组中福寿螺出现死亡现象,死亡率为11%;在72h后,与对照组相比,各实验组福寿螺死亡率明显增加,除0.5和1.5 g/L蓖麻籽提取液浓度下死亡率相同外,其他各组存在明显差异($P<0.05$);在96h后,各实验组福寿螺死亡率差异显著($P<0.05$),且4.5和6 g/L蓖麻籽提取液浓度下的死亡率均达到最高为100%;在120h后,对照组福寿螺开始死亡,死亡率为10%,蓖麻籽提取液浓度为0.5、1.5、3.0和4.5 g/L的实验组,福寿螺死亡率较96h明显增大,死亡率最低达到80%。总体而言,蓖麻籽提取液的灭螺活性,在24h后表现为随着时间的延长,福寿螺死亡率呈逐渐上升趋势,死亡率与浓度呈正相关,且在蓖麻籽提取液灭螺72h时,呈现极显著相关性($P<0.01$)。

2.2 福寿螺肝胰腺组织中生理指标变化

蛋白定量(TP) 如图2所示,福寿螺在亚致死浓度1.58(LC_{25})、3.82(LC_{50})和6.05 g/L(LC_{75})条件下,相比对照组,可溶性蛋白分别降低了49.24%、53.78%和28.40%。在 LC_{25} 和 LC_{50} 处理条件下肝胰腺组织中可溶性蛋白含量随蓖麻籽提取液浓度变化而变化,两者之间降低量在0.05水平上差异显

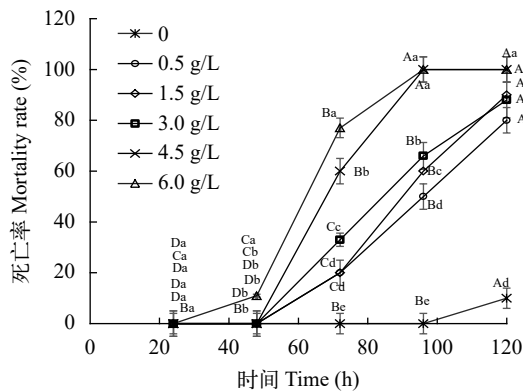


图1 不同浓度提取液处理下福寿螺随时间的死亡情况

Fig. 1 Mortality of snails with different concentrations of extract over time

不同大写字母表示同一处理不同时间之间差异显著($P<0.05$);不同小写字母表示同一时间不同处理之间差异显著($P<0.05$);下同

Different capital letters indicate significant differences between different times of the same treatment ($P<0.05$); different lowercase letters indicate significant differences between different treatments at the same time ($P<0.05$). The same applies below

著。 LC_{75} 相比 LC_{25} 和 LC_{50} 条件处理下,可溶性蛋白含量反而增加,且差异显著($P<0.05$)。

过氧化氢酶(CAT) 如图3所示,福寿螺肝脏内CAT活性总体表现为先上升后下降的趋势。在提取液浓度为 LC_{25} (1.58 g/L)时,福寿螺肝脏CAT酶活性增加了61.2%,与对照组相比差异显著($P<0.05$);而在提取液浓度为 LC_{50} (3.82 g/L)时,CAT酶活性降低了1.66%,与对照组无明显性差异($P>0.05$);在 LC_{75} (6.05 g/L)时CAT酶活性降低幅度最大达到87.53%,与对照组相比差异显著($P<0.05$)。

丙二醛(MDA) 如图4所示,与对照组相比较,福寿螺在1.58 g/L浓度组处理下,丙二醛含量低于对照组,这表明机体内的抗氧化机制被激活,机体内的酶活性开始发挥作用保护组织免受自由基攻击。在浓度组3.82和6.05 g/L处理下,丙二醛含量高于对照组,且浓度6.05 g/L处理下丙二醛含量显著高于对照组($P<0.05$)。

2.3 理化指标相关性分析

生命体基本的过程通过生理生化活动实现,通过测定肝脏组织生理生化指标揭示福寿螺受到外界环境胁迫时机体内部应激反应,为进一步探究生

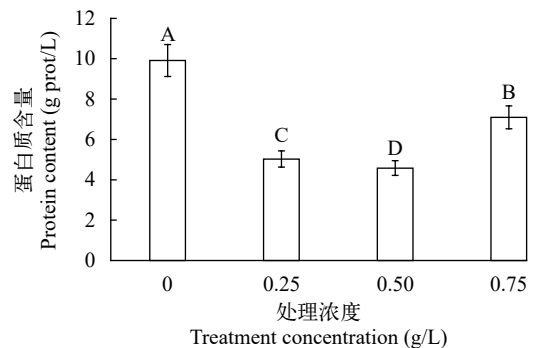


图2 不同提取液致死浓度处理下蛋白质含量变化

Fig. 2 Protein content of different lethal concentration of extract

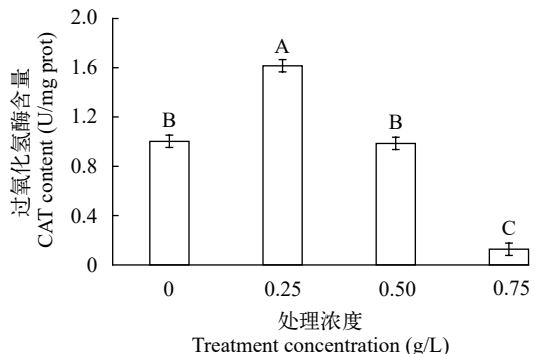


图3 不同提取液致死浓度处理下CAT活性含量变化

Fig. 3 CAT activity content under different lethal concentration of extract

理生化指标间关系, 深入了解蓖麻籽提取液灭螺机理, 对肝脏理生化指标进行了相关性分析。由表 1 可知, 蛋白质含量与CAT活性呈负相关关系, 但相关性并不显著($P>0.05$); 蛋白质含量与MDA含量呈正相关, 相关性也不明显($P>0.05$); CAT酶活性与MDA呈显著负相关关系($P<0.05$)。

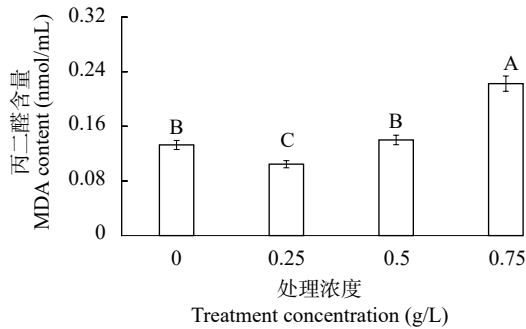


图 4 不同提取液致死浓度处理下MDA含量变化

Fig. 4 MDA content in different lethal concentration of extract

表 1 生理生化指标相关性分析

Tab. 1 The correlation analysis of physiological and biochemical indexes

理化指标Physical and chemical criterion	蛋白质Protein	CAT	MDA
蛋白质Protein	1	—	—
CAT	-0.308	1	—
MDA	0.182	-0.982*	1

注: * 在0.05级别(双尾), 相关性显著

Note: * In the 0.05 level (double tail), the correlation is significant

3 讨论

3.1 福寿螺浸杀效果

福寿螺由于其具有的厚螺壳, 对自身起到良好的屏障作用, 能够有效帮助福寿螺躲避灾害^[19]。毒杀液不仅对福寿螺起到致死作用, 对其行为也会产生影响, 研究蓖麻籽提取液毒杀福寿螺效果, 当福寿螺遇到胁迫环境时, 表现出逃避、紧闭螺魔等行为, 躲避药物浸入体内, 延缓药剂到达靶标部位时间^[20]。研究表现出, 在蓖麻籽提取液处理的前24h, 其各组福寿螺均未出现死亡现象, 很大程度上是由于福寿螺自身的调节功能, 及生物学特性对不良环境的反应所致。这与Xiao等^[3]研究加拿大一枝黄花对福寿螺的灭螺活性中福寿螺在石油醚提取物处理下死亡率变化曲线相似。

3.2 福寿螺肝胰腺组织中生理指标变化

肝胰腺是消化和解毒器官, 在许多代谢过程和动物能量消耗中起主要作用, 这种组织是敏感的, 容易受到杀虫剂和水中污染物的伤害, 因此, 器官

经常被用来监测毒物。本研究对蓖麻籽提取液处理下福寿螺肝胰腺组织的蛋白质总量、CAT酶活性和MDA含量变化进行了测定。

蛋白质是有机体结构和功能的重要组成部分, 由于碳水化合物在福寿螺体内的含量是有限的, 当福寿螺抵抗外界胁迫环境, 体内供给能量不足时, 蛋白质可作为能量需求的替代能源, 肝脏将蛋白质转化为葡萄糖, 以确保体内恒定的葡萄糖供应^[21]。对比对照组, 福寿螺体内蛋白质含量显著降低($P<0.05$), 这与Shen等^[3]研究的加拿大一枝黄花提取物对福寿螺灭螺活性研究结果一致, 其研究表明随着石油醚提取物剂量的增加, 肝脏组织中可溶性蛋白逐渐降低, 另外, 结果的差异性存在于: 本研究结果发现在6.05 g/L(LC_{75})处理下, 虽然蛋白质含量相比对照组明显降低, 但随蓖麻籽提取液浓度增大蛋白质含量呈现先减后增的趋势, 相比 LC_{25} 和 LC_{50} 处理, 蛋白质含量反而增加, 这可能是由于蓖麻籽中主要有毒成分蓖麻毒蛋白进入螺体, 导致测试蛋白质含量增加所致。蓖麻毒蛋白是一种植物性的蛋白, 其结构由A(效应链)和B(效应链)两条肽链组成, B链可以与细胞膜表面的糖蛋白相结合, 帮助游离的链或整个蓖麻毒蛋白分子进入到细胞内部, 与核蛋白体60-S亚基发生作用, 抑制氨基酸t-RNA与核蛋白酶的结合作用, 使得核酸的延伸因子减少, 从而使得核糖核酸发生失活, 抑制蛋白质的合成, 导致靶细胞死亡, 在进入动物体内后被动物体自身机体分解^[9], 因此, 蓖麻毒蛋白有可能是导致蛋白质含量增加及螺死亡的主要原因, 进一步地, 将进行相关性的研究。

过氧化氢酶(CAT)是一种在动植物体内广泛存在的末端氧化酶, 它的功能是对体内过氧化氢进行催化, 防止膜质过氧化等, 其中最重要的功能是参与活性氧化代谢过程^[22]。在活性氧化过程中, CAT酶可以使 H_2O_2 发生歧化生成水和氧分子。在环境胁迫情况下, 生物体内活性氧大量增加, 从而导致体内自由基增多, 使细胞膜产生过氧化过程, 破坏细胞膜, CAT酶参与生物体内活性氧防御系统, 在清除超氧自由基、 H_2O_2 、过氧化物以及阻止或减少羟基自由基形成等方面发挥重要作用。国内外大量研究表明, CAT酶活性受毒物剂量的影响, 当浓度较低时, 毒物对代谢具有一定的促进作用^[23]。在亚致死浓度组处理下, CAT酶的活性呈先上升后下降趋势, 这个结果和李燮阳等^[22]研究的阿维菌素胁迫下黄河鲤鳃组织中CAT酶的活性变化趋势一致, CAT酶的活性含量变化情况在一定程度上反映了机体的损害程度。

MDA是脂质过氧化物的降解产物,是反映有机体氧化损伤最具代表性的指标之一^[24],它能与DNA和蛋白质等分子发生反应,丙二醛含量的增加表示肝脏组织存在氧化损伤或生理损伤^[3]。由上可知,随着提取液浓度的增加,提取液中有毒成分破坏了机体内的抗氧化酶机制,降低了体内酶的活性,使得机体内的超氧自由基无法被清除,导致大量脂质过氧化物降解,从而使得机体内的丙二醛含量增加^[25]。这与王元春等^[25]研究X射线对仔鼠大脑枕叶皮层结构及大脑的影响中随着照射剂量的增大丙二醛含量一样。

3.3 理化指标相关性分析

如上所述,蛋白质作为一种替代供给能源,维持机体正常生理代谢,CAT酶作为清除自由基作用的抗氧化剂,当机体自由基的脂质过氧化增强时,会消耗大量的CAT酶,使得CAT酶含量下降。机体内蛋白质含量降低时意味着机体受到外界胁迫压力大,则作为酶防御系统的CAT酶活性会相应地降低,原理上蛋白质含量应该与CAT酶活性呈正相关关系,但实验结果相反呈负相关关系,这与上述的分析相对应,可能由于蓖麻籽提取液中蓖麻毒蛋白成分被福寿螺摄入,导致机体内蛋白质含量会随着提取液浓度的增加而增加,但受外界胁迫作用蛋白质总量会低于对照组。MDA作为脂质过氧化过程的代谢产物,机体中自由基的多少与MDA呈正相关,当福寿螺肝胰腺组织中CAT酶活性降低时,丙二醛含量则增加,二者呈负相关关系,这与赵虹等^[26]研究急性期脑梗死患者血浆丙二醛与过氧化氢酶活性检测临床对照实验结果一致,脑梗死急性期治疗前的MDA值升高,CAT酶活性降低,治疗后MDA值降低,CAT酶活性升高。本实验结果表明蛋白质和MDA呈正相关关系,这与罗丽琼等^[27]研究低纬高原地区UV-B辐射对报春花丙二醛、蛋白质含量的影响结果相反,丙二醛植物抵抗UV-B辐射损伤能力越弱,叶片丙二醛含量就越高,可溶性蛋白质含量也就越低,原因可能与蓖麻籽提取液中蓖麻毒蛋白成分有关,与本研究中的蛋白质含量变化相对应。

4 结论

(1)蓖麻籽提取液毒杀福寿螺起效慢,48h时最高浓度6 g/L处理组表现出11%的死亡率,72h后福寿螺的死亡率表现出随时间延长、浓度升高而增大,且每一浓度处理组下福寿螺死亡率随时间延长差异极显著($P<0.01$)。(2)福寿螺受外界环境胁迫时机体内的应答反应,表现出肝脏组织中蛋白质含

量下降,低浓度提取液促进CAT酶活性,高浓度抑制其活性,MDA含量随肝脏组织脂质过氧化物的降解而增加。当然,进一步地将更加深入地研究蓖麻籽提取液对福寿螺的毒杀效果的主要作用成分。(3)生理生化指标相关性分析表明,MDA含量与CAT酶活性呈显著负相关($P<0.05$),蛋白质含量与MDA呈现正相关但不显著($P>0.05$),与CAT酶活性表现为负相关但不显著($P>0.05$),进一步揭示了福寿螺在外界环境胁迫时机体内部的应激反应。蓖麻籽材料来源广泛,作为生物源毒杀液表现出环境友好性,制备绿色生态的蓖麻籽提取液毒杀福寿螺,效果可行。

参考文献:

- [1] Sun Y F, Li Y K, Du J W. Guilin Guangxi: know-how to prevent and control alien species of *Pomacea canaliculata* [J]. *Rural Science and Technology in China*, 2016(7): 76-79. [孙玉芳,李垚奎,杜靖文.广西桂林:防控危害外来物种福寿螺有“诀窍”[J].*中国农村科技*,2016(7):76-79.]
- [2] Yang Y X, Hu Y C, Li X H, et al. Historical invasion, expansion process and harm investigation of *Pomacea canaliculata* in China [J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2010, 26(5): 245-250. [杨叶欣,胡隐昌,李小慧,等.福寿螺在中国的入侵历史、扩散规律和危害的调查分析[J].*中国农学通报*,2010,26(5):245-250.]
- [3] Shen X, Wang Z X, Liu L L, et al. Molluscicidal activity of *Solidago canadensis* L. extracts on the snail *Pomacea canaliculata* Lam [J]. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 2018(149): 104-112.
- [4] Lu Q G, Gan H Z. 100 of the world's worst invasive alien species [J]. *World Environment*, 2001(4): 42-43, 49. [陆庆光,干海珠.世界100种恶性外来入侵生物[J].*世界环境*,2001(4):42-43,49.]
- [5] Miao S Y, Li D M. Ecological damage and prevention strategy of invasive alien species in Guangdong [J]. *Journal of Guangzhou University*, 2003, 2(5): 414-418. [缪裕裕,李冬梅.广东外来入侵物种的生态危害与防治对策[J].*广州大学学报(自然科学版)*,2003,2(5):414-418.]
- [6] Liu Y, Zeng Y L, Suo S X, et al. The harm and control methods of the snails [J]. *Friends of Farmers*, 2018(15): 145. [刘阳,曾义玲,索绍霞,等.福寿螺的危害及防治方法[J].*农民致富之友*,2018(15):145.]
- [7] Singh A, Singh D K, Misra T N, et al. Molluscicides of plant origin [J]. *Biological Agriculture & Horticulture*, 1996, 13(3): 205-252.
- [8] Qian J L, Qin J H, Li H S. Research advances in green molluscicides of plant origin for control *Pomacea canaliculata* [J]. *Agrochemicals*, 2016, 55(10): 707-714. [钱久

- 李, 秦俊豪, 黎华寿. 福寿螺植物源杀螺剂绿色农药的研究进展 [J]. 农药, 2016, **55**(10): 707-714.]
- [9] Nie W, Yin Q, Liu X H. Research progress in the role of ricin [J]. *Chinese Animal and Veterinary Abstracts*, 2016, **32**(10): 80. [聶伟, 殷切, 刘小华. 蓖麻毒蛋白作用的研究进展 [J]. 中国畜牧兽医文摘, 2016, **32**(10): 80.]
- [10] Wen Y M, Feng Y F, Zheng M Z. Extraction and content of the ricinine for different parts of *Ricinus communis* [J]. *Agrochemicals*, 2008(8): 584-585, 606. [温燕梅, 冯亚非, 郑明珠. 蓖麻不同部位杀虫活性成分蓖麻碱的提取及含量 [J]. 农药, 2008(8): 584-585, 606.]
- [11] Zhou Y Q. Studies on the biological pesticide from *Ricinus communis* extraction [D]. Guangzhou: Guangdong University of Technology, 2007: 3-5. [周勇强. 蓖麻提取物生物农药研究 [D]. 广州: 广东工业大学, 2007: 3-5.]
- [12] Gao Q Y, Hu F L, Zhu H H, et al. Control effects of *Ricinus communis* extracts on *Meloidogyne incognita* [J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2011, **22**(11): 3033-3038. [高倩圆, 胡飞龙, 祝红红, 等. 蓖麻提取物对南方根结线虫的防治作用 [J]. 应用生态学报, 2011, **22**(11): 3033-3038.]
- [13] Organization W H. Molluscicide screening and evaluation [J]. *Bulletin of the World Health Organization*, 1965, **33**(4): 567.
- [14] dos Santos José Augusto A, Tomassini T C B, Drummond X D C, et al. Molluscicidal activity of *Physalis angulata* L. extracts and fractions on *Biomphalaria tenagophila* (d'Orbigny, 1835) under laboratory conditions [J]. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 2003, **98**(3): 425-428.
- [15] Luo Y, Zeng X N, Ju J H, et al. Molluscicidal activity of the methanol extracts of 40 species of plants [J]. *Plant Protection*, 2005(1): 31-34. [骆悦, 曾鑫年, 居建华, 等. 40种植物甲醇提取物的杀螺活性研究 [J]. 植物保护, 2005(1): 31-34.]
- [16] Pei X Q. Determination of protein content by *Coomassie brilliant blue* staining [J]. *Research on Meat Products*, 1990(1): 36-37. [裴显庆. 用考马斯亮蓝染色方法测定蛋白质含量 [J]. 肉类研究, 1990(1): 36-37.]
- [17] Gao S N, Li Y, Chi Y Q, et al. Effects of resveratrol on oxidative stress and Nrf2 signal pathway expression in kidney of mice with diabetic nephropathy [J]. *Shandong Medical Journal*, 2019, **59**(11): 50-53, 58. [高丝娜, 李英, 迟雁青, 等. 白藜芦醇对糖尿病肾病小鼠肾脏氧化应激及肾组织Nrf2通路蛋白表达的影响 [J]. 山东医药, 2019, **59**(11): 50-53, 58.]
- [18] Zhou D D, Wu W W, Yang F L, et al. Comparison of two methods for determination of catalase activity [J]. *Acta Agriculturae Jiangxi*, 2009, **21**(1): 122-124. [周丹丹, 吴文卫, 杨逢乐, 等. 两种过氧化氢酶活性测定方法的比较 [J]. 江西农业学报, 2009, **21**(1): 122-124.]
- [19] Liu X M. Study on distinctions of pesticides resistance and its physiology biochemistry in different populations of *Pomacea canaliculata* [D]. Nanning: Guangxi University, 2011: 5-7. [刘晓漫. 福寿螺不同地理种群抗药性及其生理生化差异研究 [D]. 南宁: 广西大学, 2011: 5-7.]
- [20] Li X Y, Mu X D, Hu Y C, et al. Research on the molluscicide of apple snail *Pomacea canaliculata* [EB/OL]. 2015. <http://www.wendangku.net/doc/8d594560227916888486d7ff.html>. [李玺洋, 牟希东, 胡隐昌, 等. 福寿螺抗药性进展 [EB/OL]. 2015. <http://www.wendangku.net/doc/8d594560227916888486d7ff.html>.]
- [21] Tiwari S, Singh A. Alterations in carbohydrates and the protein metabolism of the harmful freshwater vector snail *Lymnaea acuminata* induced by the *Euphorbia tirucalli* latex extract [J]. *Environmental Research*, 2005, **99**(3): 378-386.
- [22] Li X Y. Study on the effects of avermectin to the antioxidant system and the $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ -ATPase activities of the yellow river carp [D]. Zhengzhou: Henan Agricultural University, 2009: 24-25. [李燮阳. 阿维菌素对黄河鲤抗氧化系统和 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ -ATPase活性影响的研究 [D]. 郑州: 河南农业大学, 2009: 24-25.]
- [23] Macnair M R. The genetics of metal tolerance in vascular plants [J]. *New Phytologist*, 1993, **124**(4): 541-559.
- [24] Wang Y C, Yu S Y, Wang Y, et al. Effects of X-ray on structure of cerebral occipital lobe cortex and activities of superoxide dismutase, catalase and content of malonaldehyde in cerebrum of filial mice [J]. *Acta Anatomica Sinica*, 2010, **41**(5): 641-648. [王元春, 俞诗源, 王昱, 等. X射线对仔鼠大脑枕叶皮层结构及大脑超氧化物歧化酶、过氧化氢酶活性及丙二醛含量的影响 [J]. 解剖学报, 2010, **41**(5): 641-648.]
- [25] Deng H P, Yu S Y, Chen Y Q, et al. Effects of X-ray on postnatal body weight, growth of skin and hair, activities and content of superoxide dismutase, catalase, and maleic dialdehyde in liver and kidney of mice [J]. *Acta Zoologica Sinica*, 2008, **54**(6): 1029-1037.
- [26] Zhao H, Zhang Q B, Nie H, et al. Clinical control study on the detection of plasma malondialdehyde and catalase activity in patients with acute cerebral infarction [J]. *Chinese Emergency Medicine*, 2000, **20**(2): 6. [赵虹, 张秋滨, 聂慧, 等. 急性期脑梗死患者血浆丙二醛与过氧化氢酶活性检测临床对照研究 [J]. 中国急救医学, 2000, **20**(2): 6.]
- [27] Luo L Q, Chen Z Y, Zhou P, et al. Effects of the low latitude and high elevation region's UV-B radiation on the content of MDA and soluble protein of the *Primula* [J]. *Guihaia*, 2008, **28**(1): 130-135. [罗丽琼, 陈宗瑜, 周平, 等. 低纬高原地区UV-B辐射对报春花丙二醛、蛋白质含量的影响 [J]. 广西植物, 2008, **28**(1): 130-135.]

TOXICITY OF *RICINUS COMMUNIS* SEED EXTRACT AND ITS MECHANISM ON *POMACEA CANALICULATA*

WANG Chan-Juan¹, XU Cheng-Long^{1,2}, MA Jun¹, NA Ding-Xun¹ and ZHANG Yin-Jiang^{1,2}

(1. College of Marine Ecology and Environment, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China; 2. Engineering Research Center for Water Environment Ecology in Shanghai, 201306, China)

Abstract: Biological invasion refers to the process that organisms invade into another new environment through natural or man-made way from the original habitat, causing economic losses or ecological disasters to biodiversity, agriculture, forestry, animal husbandry and fishery production and human health. Human activities and the development of global integration accelerate the occurrence of biological invasion, which poses a serious threat to the global biodiversity and economy. Since entering the 21st century, biological invasion has continued. *Pomacea canaliculata* Lam, native to the Amazon River Basin of South America, was introduced into southern China as an aquatic economic animal in the 1980s because of its rich protein content and high nutrient content. Later, it was abandoned in the fields due to excessive blind breeding, too strong fishy smell and poor taste, and spread to the aquatic environment such as rice fields through canals and rivers. Because of its strong fecundity, adaptability and stress resistance, miscellaneous food habits and lack of natural enemies, the snail has become a disaster in many areas of southern China, which poses a major threat to the biodiversity, ecosystem, crops and aquatic plants in the invaded areas. In addition, *Pomacea canaliculata* is the intermediate host of *Angiostrongylus cantonensis*, which causes eosinophilic meningitis, and has indirect potential harm to human health. In 2000, the IUCN Expert Committee on alien invasive species listed *Pomacea canaliculata* as one of the world's 100 malignant alien invasive species. In March 2003, the State Environmental Protection Administration listed the first batch of 16 alien species to invade China.

The control methods of *Pomacea canaliculata* can be divided into four aspects. First of all, physical methods are used to collect snails and eggs manually. During the peak breeding period, human resources are concentrated to collect snails in fields, canals and other areas. During the spawning period, bamboo chips and wooden sticks are inserted in the rice fields to attract the snails to lay eggs and destroy the collected eggs. However, this method has the characteristics of high frequency spawning, strong sustainability of prevention and control, rapid spread with the current, and it is difficult to control. In addition, the artificial fishing cost is high and the timeliness cannot be met for the large area where the *Pomacea* snail occurs. The second is chemical control. Though the molluscicides, such as spiro-methane, tetraacetaldehyde and copper sulfate, are put in the rice fields, rice fields and channels at the same time. Although the effect is obvious, it is easy to cause serious environmental pollution if it is not used properly, and the snail is easy to produce drug resistance. The secondary biological method is to make use of the thin shell and meat of Fushou snail, which is high in protein, low in fat and has more in the areas where snails occur, ducks, fish and crabs are cultivated. However, in the process of biological control, it is necessary to strictly control the number of biological population to avoid animal feces polluting the water environment and damaging people's water sanitation. Finally, in order to prevent and control *Pomacea canaliculata* with camellia seed cake, saponins and other plant sources, it has become a hot spot in the field of snail control due to its long-term, economic and ecological safety to non target cells. However, there are few studies on the extraction and preparation of botanical toxicants and their toxic effects on *Pomacea canaliculata*.

The results showed that castor seed was highly toxic, and the main toxic components were ricinine and ricin. Among them, ricin was one of the most toxic plant toxin proteins, which has a strong insecticidal and bactericidal effect. When it entered the animal body, it would be decomposed by the object itself, and it would not accumulate in the biological chain and produce drug resistance. Ricinine is a kind of alkaloid with low toxicity, which can cause vomiting and various toxic reactions. It can lead to liver and kidney damage, convulsion, hypotension and death. At present, there is no report on the toxicity of castor oil extract to *Pomacea canaliculata*.

The biological soaking method was used to prepare the botanical toxicant from the extract of *Ricinus communis* L. seed. The toxic effects of different extract concentrations (0, 0.5, 1.5, 3.0, 4.5, 6.0 g/L) on the snails were studied. The

liver tissue physiological and biochemical indexes of the snails treated with sublethal concentrations of 1.58 (LC_{25}), 3.82 (LC_{50}) and 6.05 (LC_{75}) g/L and their correlation were further studied analysis of the mechanism of its toxic action. The results showed that after 48h treatment, the mortality of *Pomacea canaliculata* increased with the increase of time and concentration, and the mortality of *Pomacea canaliculata* was significantly different under different concentrations ($P<0.05$). The protein content (TP), malondialdehyde (MDA) content and catalase (CAT) activity in hepatopancreatic tissue were significantly different from those in the control group after 48h of sublethal concentration treatment. There was a significant negative correlation between catalase (CAT) activity and malondialdehyde (MDA) content ($P<0.05$). The extract of *Ricinus communis* L. seed can cause damage of liver tissue and disorder of metabolism by affecting the content of protein (TP), malondialdehyde (MDA) and the activity of catalase (CAT) in the liver tissue, so as to achieve the toxic effect. The results of molluscicidal test and physiological and biochemical indexes showed that castor seed had potential molluscicidal effect on *Pomacea canaliculata*.

Key words: *Ricinus communis* L.; *Pomacea canaliculata* Lam; Botanical toxicant; Toxic effect; Toxic mechanism

《水生生物学报》编辑委员会

EDITORIAL BOARD OF ACTA HYDROBIOLOGICA SINICA

主 编	桂建芳 (院 士)			
副主编	缪 炜 (研究员)	解绶启 (研究员)		
水生生物多样性与资源				
责任编辑	毕永红 (研究员)	刘焕章 (研究员)		
委 员	陈宜瑜 (院 士)	曹文宣 (院 士)	陈毅峰 (研究员)	陈勇生 (教 授)
	何舜平 (研究员)	Martin Reichard	宋立荣 (研究员)	王克雄 (研究员)
	吴小平 (教 授)	徐旭东 (研究员)	张承才 (研究员)	朱新平 (研究员)
	庄 平 (研究员)			
水生态与环境				
责任编辑	王洪铸 (研究员)	周巧红 (研究员)		
委 员	唐启升 (院 士)	Annette Janssen	陈宇顺 (研究员)	韩博平 (教 授)
	黄邦钦 (教 授)	刘家寿 (研究员)	Ralf Aben	吴辰熙 (研究员)
	吴庆龙 (研究员)	吴振斌 (研究员)	谢 平 (研究员)	杨 军 (研究员)
	张 黎 (研究员)	赵亚乾 (教 授)	周炳升 (研究员)	周集中 (教 授)
渔业与生物技术				
责任编辑	肖武汉 (研究员)	周 莉 (研究员)		
委 员	麦康森 (院 士)	包振民 (院 士)	刘少军 (院 士)	艾庆辉 (教 授)
	段存明 (教 授)	葛 伟 (教 授)	何建国 (教 授)	胡 炜 (研究员)
	李创举 (研究员)	李富花 (研究员)	鲁义善 (教 授)	梅 洁 (教 授)
	聂 品 (研究员)	秦启伟 (教 授)	石连玉 (研究员)	宋林生 (教 授)
	徐 跑 (研究员)	殷 战 (研究员)	张永安 (教 授)	周志刚 (研究员)
	邹 钧 (教 授)			
编辑部	杜新征 (副编审)	余 茜 (编 辑)	叶文娟 (编 辑)	