

扣蟹有机水产养殖环境评价研究

李廷友^{1,2}, 林振山¹, 谢 标¹

(1.江苏省环境演变与生态建设重点实验室,南京师范大学,江苏 南京 210046; 2.连云港市应用生物技术重点实验室,连云港师范高等专科学校,江苏 连云港 222006)

摘 要:养殖环境的优劣是能否进行有机水产养殖的先决条件。2004年5月—11月以宋庄扣蟹养殖基地为例,对基地的水环境、底质环境及扣蟹品质进行了环境质量现状评价,并将有机养殖对养殖水环境和养殖品质的影响与常规养殖进行了比较。结果表明,养殖基地水质、底质环境符合《有机蟹产地环境要求》(DB32/T 609.1—2003);生产的有机扣蟹体内重金属和药物残留均符合《有机蟹卫生质量要求》(DB32/T 609.3—2003)标准;有机养殖污染物排放量小于常规养殖,有机扣蟹品质优于常规扣蟹。

关键词:水产养殖;有机食品;环境评价;水环境

中图分类号:X824 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-2043(2008)04-1681-05

Environment Assessment of Organic Larval Crab Aquaculture

LI Ting-you^{1,2}, LIN Zhen-shan¹, XIE Biao¹

(1.Jiangsu Key Laboratory of Environment Change and Ecological Construction, Nanjing Normal University, Nanjing 210046, China; 2. Lianyungang Key Laboratory of Application Biotechnology, Lianyungang Teacher' College, Lianyungang 222006, China)

Abstract: Twenty pond water and nine pond deposit quality variables as well as the larval Crab quality were measured at intervals in organic and conventional larval Crab ponds during the production cycle (May – November 2004) located within Songzhuang larval Crab Farming Site, Lianyungang City of Jiangsu Province. These variables were pH, Cu, Zn, Pb, Cd, Cr, Hg, As, volatile phenol, sulphide, total cyanide, fluoride, petroleum fuel, dimethoate, malathion, parathionmethyl, hexachlorocyclohexane, DDT, total coliforms, color and smell for measuring water quality; Cu, Zn, Pb, Cd, Cr, As, Hg, hexachlorocyclohexane and DDT for pond deposit; and As, Hg, Pb, Cd, Cr, fluorine, nitrite, hexachlorocyclohexane, DDT, oxytetracycliny, abricycline, chloramphenicol, sulfonamides, furazolidone, diethystilbestrolum, paralytic shellfish poison (PSP), diarrhetic shellfish poisoning (DSP) as well as protein and total necessary amino acid contents for the larval Crab quality. The results showed that the aquafarm water quality and pond deposit quality were in compliance with the requirements of “Environment Standard of Organic Crab Production Site”(DB32/T 609.1—2003). Heavy metal content and pesticide residue in the farmed organic larval crab were coincided with “Sanitation Quality Standard of Organic Crab”(DB32/T609.3—2003). For protein and total necessary amino acid contents, the organic group was 55.43% and 48.07%, and the conventional group was 46.55% and 40.64% respectively. The discharge of chemical oxygen demand (COD, 13.8 kg), inorganic nitrogen (0.34 kg), inorganic phosphorus (0.26 kg) and sulphide (0.029 kg) from the organic ponds were lower than those from the conventional counterparts (15.0, 0.48, 0.29 and 0.052 kg, respectively).

Keywords: aquaculture; organic food; environmental assessment; water environment

水产养殖业在世界范围内受到广泛重视,已成为世界上增加蛋白质来源最迅速、最可靠的方式^[1]。2004

年中国水产养殖产量为 4.902×10^7 t, 占全国水产品总量的 66%^[2]。但是,由于经济利益的驱动,片面追求养殖产量,却忽视了养殖水域的生态平衡和环境保护,致使水产养殖业在发展过程中不断受到资源匮乏、环境污染、病害等因素的困扰和制约,难以持续而高品质的发展^[3,4]。一些从事生态和环境保护的科技人员以及农民,开展了在生态上合理的一种可持续生产方式,即有机农业(包括有机水产养殖)^[5]。关于有机农业

收稿日期:2007-08-14

基金课题:江苏省科技攻关项目(BE2003310);江苏省“青蓝工程”优秀骨干教师项目;连云港市科技攻关项目(CN0646)

作者简介:李廷友(1968—),男,江苏连云港人,副研究员,博士,南京师范大学自然地理学博士后,研究方向为水生态与渔业生态。

通讯作者:林振山 E-mail:linzhenshan@njsu.edu.cn

和常规农业比较研究的文献报道很多^[6-11]。

有机水产养殖最初由国际有机农业认证机构 Naturland 联合会提出,国际有机农业运动联合会(I-FOAM)于2005年制定了有机水产养殖标准^[12],使常规水产养殖向有机水产养殖的转变有了依据。但对有机水产养殖的研究与应用尚处于起步阶段,有机水产品的开发远远落后于其他有机农产品的发展^[13,14]。

本文以河蟹大规模苗种(俗称“扣蟹”)有机培育技术研究为例,于2004年5月—11月对海州湾连云港市赣榆县宋庄扣蟹养殖基地的水环境、底质环境及扣蟹品质进行环境质量现状评价,并给出了有机养殖与常规养殖对养殖水环境和养殖品质的影响比较,以期有机水产养殖提供借鉴意义。

1 材料与方法

1.1 扣蟹有机养殖方法

申报有机扣蟹养殖面积 0.66 hm²。大眼幼体选择健康、无病、肢体健全和抱卵量大的亲蟹繁殖的无公害苗种,养殖周期为7个月(5月—11月),投放密度为270尾·m⁻³;饵料为自行研制的有机饵料^[15];根据《OFDC 有机认证标准》,结合扣蟹的生长特点制定管理技术规范进行管理。

试验设有机养殖试验2组,常规养殖1组,每组2个平行试验。常规养殖,用常规饵料喂养;有机养殖一组采用有机合成饵料;另一组采用有机合成饵料加0.5%中药添加剂。

1.2 检测项目与数据分析

委托连云港市环境检测中心站对养殖环境进行了抽样检测,抽取水质样品4个,底泥样品4个,水质监测项目包括pH值、铜、锌、铅、铬、镉、汞、砷、挥发酚、硫化物、总氰化物、氟化物、石油类、乐果、马拉硫磷、甲基对硫磷、六六六、滴滴涕、总大肠菌群、色臭味共20项。底质检测项目包括铜、锌、铅、镉、铬、砷、总汞、六六六、滴滴涕共9项。

2004年11月,于每组随机抽取扣蟹10只,每只重约10g,委托江苏省生产力促进中心进行检测,检测项目包括砷、总汞、铅、镉、铬、氟、亚硝酸盐、六六六、滴滴涕、土霉素、四环素、氯霉素、磺胺类、呋喃唑酮、己烯雌酚、麻痹性贝类毒素(PSP)、腹泻性贝类毒素(DSP)共17项。

各项检测数据取其平均数进行分析,有机养殖与常规养殖环境及扣蟹品质数据进行相关统计分析。

1.3 检测方法

养殖用水水质按《渔业水质标准》(GB 11607—89)的指标和方法进行监测;底质按《土壤环境质量标准》(GB/15618—1995)进行采样和分析;扣蟹体内重金属和药残暂按《有机蟹 第3部分 卫生质量要求》(DB32/T609.3—2003)的方法进行检测。扣蟹体内氨基酸含量使用日立835-50型氨基酸分析仪对进行测定,粗蛋白含量用凯氏定氮法(GB 12309—90)进行分析。

1.4 评价方法

1.4.1 渔业水环境现状评价

以江苏省地方标准《有机蟹 第1部分 产地环境要求》(DB32/T609.1—2003)为评价标准,采用单因子污染指数法进行评价,并对照《地面水环境质量标准》(GB 3838—2002)确定水质等级。

单因子污染指数的计算公式为:

$$P_i = \frac{C_i}{S_i}$$

式中: P_i 为污染物*i*的污染指数, C_i 为实测值, S_i 为标准值。

1.4.2 基地底质评价

采用单项污染指数法和内梅罗综合污染指数法分别评价底质环境^[7],评价标准及单项污染指数的计算公式同1.4.1。内梅罗污染指数的计算公式为:

$$P = \sqrt{\frac{(\max \frac{C_i}{S_i})^2 + (\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{S_i})^2}{2}}$$

式中: P 为内梅罗综合污染指数, C_i 为实测值, S_i 为标准值。

1.4.3 扣蟹的质量评价

目前评价有机蟹的标准为《有机蟹 第3部分 卫生质量要求》(DB32/T609.3—2003)。采用单项逐项比较标准值的方法进行评价。

2 结果

2.1 养殖水体水质监测结果与评价

水质检测结果、标准值和水质单项污染指数见表1和续表1。

养殖水体的各项指标均达标,符合《有机蟹 第1部分 产地环境要求》的养殖用水标准,并且优于《地表水环境质量标准》(GB3838—2002)Ⅲ类水标准。

2.2 基地底质检测结果与评价

单项污染指数值见表2。

计算得内梅罗综合污染指数 P 为 0.705,对照底

表 1 养殖用水水质监测结果、标准值和单项污染指数

Table 1 Monitoring results, standard values and pollution index for aqua-farm water

指标	pH	铜	铅	镉	锌	铬	砷	汞	挥发酚	硫化物
检测结果	7.6	0.000 7	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	0.000 48	0.003	未检出
标准值	6.5~8.5	0.01	0.05	0.005	0.1	0.1	0.05	0.000 5	0.005	0.2
污染指数		0.07	—	—	—	—	—	0.96	0.6	—
评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标

指标	总氰化物	氟化物	石油类	乐果	甲基对硫磷	马拉硫磷	六六六	DDT	总大肠菌群/个·L ⁻¹	色臭味
检测结果	未检出	0.95	0.02	未检出	未检出	0.0004 8	未检出	未检出	<20	无
标准值	0.005	1	0.05	0.1	0.000 5	0.005	0.002	0.001	≤5 000	不得使蟹异色、 异臭、异味
污染指数	—	0.95	0.4	—	—	0.096	—	—	0.004	—
评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标

注:除 pH、总大肠菌群外,其余单位均为 mg·L⁻¹。

表 2 养殖池底质重金属和药残含量情况(mg·kg⁻¹)

Table 2 Heavy metal contents and pesticide residues in aquafarm pond deposit

指标	铜	铅	镉	锌	铬	砷	总汞	六六六	DDT
本底值	16.4	10.5	0.10	67.8	49.3	8.10	0.03	0.004 9	未检出
标准值	30	50	0.5	150	50	20	0.2	0.5	0.02
单项污染指数	0.55	0.21	0.2	0.452	0.986	0.405	0.15	0.01	—
评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标

表 3 底质污染状况分级表^[6]

Table 3 Pollution grade of pond deposit

底质污染指数值	污染程度分级
<1.0	清洁
1.0~2.0	轻污染
>2	污染

质污染状况分级表(见表 3),底质环境属于清洁级。因此,基地底质环境情况良好,符合有机蟹产地环境要求。

2.3 扣蟹体内重金属和药残检测结果与质量评价

扣蟹是养殖基地的最终产品,其品质的优劣是申报有机水产品最重要的因素,进行有机水产养殖的最终目的就是向社会提供合格的有机产品。通过检测,扣蟹体内重金属和药残含量见表 4。

通过以上评价,扣蟹体内各项有毒有害物质的含量均未超出标准允许范围,符合有机蟹卫生质量安全要求。

2.4 有机养殖与常规养殖对水环境的影响比较

根据养殖过程中的养殖用水换水量和水质指标的监测数据,以 400 m³ 养殖池估算了两种养殖方式的污染物排放情况,见表 5。

研究表明,有机养殖组与常规养殖组排放量比

表 4 扣蟹体内重金属和药残含量比较(mg·kg⁻¹)

Table 4 Heavy metal contents and pesticide residues in larval crab body

项 目	指 标	检测结果	单项判定
砷(以 As 计)/mg·kg ⁻¹	≤0.5	0.39	合格
汞(以 Hg 计)/mg·kg ⁻¹	≤0.3	0.004	合格
铅(以 Pb 计)/mg·kg ⁻¹	≤0.5	0.098	合格
镉(以 Cd 计)/mg·kg ⁻¹	≤0.1	0.023	合格
铬(以 Cr 计)/mg·kg ⁻¹	≤1.0	0.82	合格
氟(以 F 计)/mg·kg ⁻¹	≤2.0	0.56	合格
亚硝酸盐(以 NaNO ₂ 计)/mg·kg ⁻¹	≤3	未检出	合格
氯霉素	不得检出	未检出	合格
土霉素	不得检出	未检出	合格
四环素	不得检出	未检出	合格
磺胺类	不得检出	未检出	合格
呋喃唑酮	不得检出	未检出	合格
乙烯雌酚	不得检出	未检出	合格
六六六	不得检出	未检出	合格
滴滴涕	不得检出	未检出	合格
麻痹性贝类毒素(PSP)/μg·kg ⁻¹	不得检出	未检出	合格
腹泻性贝类毒素(DSP)/μg·kg ⁻¹	不得检出	未检出	合格

注:六六六为 4 种(α-666、β-666、γ-666、δ-666)异构体总量。

较,COD 分别为 13.8、15.0 kg;无机氮为 0.34、0.48 kg;无机磷为 0.26、0.29 kg;硫化物为 0.029、0.052 kg。有

机养殖组与常规养殖组排放的 COD、无机氮、硫化物差异显著($P<0.05$),无机磷无明显差异。有机养殖技术体现了良好的环境效益。表明有机扣蟹养殖在水体生态环境保护方面比常规养殖模式优越。

2.5 有机养殖与常规养殖对扣蟹品质的影响比较

扣蟹虽然不是最终的渔产品,但其体内的营养物质、重金属和药残含量情况能够反映成体河蟹的品质。表 6 列出了养殖后期扣蟹体内的氨基酸和粗蛋白含量的测定结果;扣蟹体内重金属与药残含量情况分析见表 4。

扣蟹体内粗蛋白含量、必需氨基酸含量中,有机养殖组为 55.43%、48.07%, 常规养殖组为 46.55%、40.64%,有机养殖组与常规养殖组差异显著($P<0.05$);常规饵料养殖组扣蟹的氨基酸含量明显低于有机饵料养殖组,8 种必须氨基酸含量, 常规养殖组均低于有机养殖组。

3 讨论

(1)有机河蟹养殖尚无国家标准以资借鉴,目前江苏省制定了《有机蟹》地方标准(DB32/T 609.1-3),从“产地环境、养殖技术规范、卫生要求”3 个方面对有机河蟹养殖进行了规范,其指标值均严于无公害河蟹养殖的国家标准,本研究参照了该标准进行评价。从评价结果看,连云港市赣榆县宋庄扣蟹养殖基地环境质量保持较好,符合进行有机水产养殖的环境要求,可以发展有机水产养殖。

(2)池塘是一个小型半封闭生态系统,其水质的变化受外界环境的影响比较大,比如气候、换水、投饵、养殖密度等。有机水产养殖对产地环境做了严格规定,产地环境必须符合标准才能进行有机水产品的生产和认证;同时,建立了严格的养殖管理制度和技

表 6 扣蟹体内氨基酸、粗蛋白含量比较($\text{g}\cdot 100\text{ g}^{-1}$ 干重)

Table 6 Amino acid content and coarse protein for larval crab (dry weight $\text{g}\cdot 100\text{ g}^{-1}$)

项目	常规养殖组	有机养殖组
氨基酸		
天门冬氨酸(Asp)	4.03	4.64
谷氨酸(Glu)	6.21	7.32
丝氨酸(Ser)	1.59	1.82
组氨酸(His)	0.96	1.08
甘氨酸(Gly)	2.89	3.70
脯氨酸(Pro)	2.07	2.18
精氨酸(Arg)	3.08	3.96
丙氨酸(Ala)	2.98	3.55
酪氨酸(Tyr)	1.29	1.59
胱氨酸(Cys-cys)	0.47	0.58
缬氨酸(Val)#	2.25	2.68
蛋氨酸(Met)#	1.01	1.30
苯丙氨酸(Phe)#	2.05	2.36
异亮氨酸(Ile)#	2.40	2.60
亮氨酸(Leu)#	3.33	3.76
赖氨酸(Lys)#	2.17	2.79
苏氨酸(Thr)#	1.75	1.93
色氨酸(Trp)#	0.20	0.23
氨基酸总量	40.64	48.07
粗蛋白含量	46.55	55.43

注:# 为必需氨基酸。

术规范,如,投入的饵料必须是有机饵料^[15],允许使用天然的矿物质添加剂、维生素和微量元素,禁止使用化学合成的添加剂、人粪尿和直接使用动物粪肥;同时与常规养殖之间必须设立隔离带等^[19]。通过这些措施,有效地改善环境质量和产品品质。本研究结果证明了有机养殖的优越性,所养殖的扣蟹顺利通过国家环境保护总局有机食品发展中心的有机认证。

表 5 常规养殖与有机养殖体系 COD、无机氮、无机磷和硫化物排放量估算(排放浓度: $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)

Table 5 COD, inorganic nitrogen, inorganic phosphorus and sulphide emission in discharged water from organic and conventional farming system ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)

项目	有机养殖组				常规养殖组			
	COD	无机氮	无机磷	硫化物	COD	无机氮	无机磷	硫化物
6月	3.5	0.235	0.11	0.002	3.8	0.235	0.11	0.002
7月	6.7	0.222	0.19	0.015	9.1	0.455	0.23	0.047
8月	9.6	0.142	0.14	0.011	8.0	0.152	0.13	0.017
9月	7.8	0.08	0.07	0.028	9.1	0.110	0.08	0.039
合计	27.6	0.679	0.51	0.057	30	0.952	0.55	0.105
总排水量/ m^3	500				500			
污染物排放量/kg	13.8	0.34	0.26	0.029	15.0	0.48	0.29	0.052

注:无机氮=氨氮+亚硝酸盐氮+硝酸盐氮。

(3)本研究中养殖环境有的单项指标已近临界值,如养殖水体中的汞污染指数达到 0.96,氟化物达到 0.95;养殖底质中铬的污染指数达到 0.986;而扣蟹体内重金属铬的含量为 0.82,虽逼近标准值(1.0),但均没有累积超标问题。

COD 和无机氮、磷是衡量水质肥瘦和是否污染的主要指标,是了解池塘有机物多少最简便的手段。过高,则水体中溶解氧含量变低,大量有机物分解,从而抑制扣蟹的生长;过低,水体中的营养盐缺乏,浮游生物繁殖不好,池塘微生态系统平衡受到影响,同样也会影响扣蟹的生长。陈四清等认为,要维持养殖对虾的正常生长,COD 值一般必须维持在 $2\sim 6\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ^[17]。邹景忠等根据我国颁布的渔业水质标准为基础,并参考国外有关文献,提出无机氮 $0.2\sim 0.3\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 、无机磷 $0.04\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$,作为近海外排水使海水富营养化的阈值^[18]。本文中有机养殖和常规养殖中的 COD 和无机氮、磷月平均浓度值均超过标准,但有机养殖的排放量明显低于常规养殖,表明有机养殖的管理方式更有利于降低对环境的污染。有关维持扣蟹正常生长的 COD 值及无机氮、磷含量还有待进一步研究。

(4)有机水产养殖的目的是为人类提供健康、环保的安全食品,同时保护养殖水域和周围水体的生物多样性,保证水域生态系统的持续健康发展,是 21 世纪水产养殖可持续发展的主要模式^[20]。因此产品质量问题已经成为开展常规和有机食品比较研究的主要议题^[21]。但是,由于动物食品生产涉及的因素多(如养殖环境、饵料、养殖密度等),给出有机食品和常规食品之间具体差异性还是比较困难的^[11]。本研究恰恰在这方面首先做了尝试,对于建立和完善河蟹有机产品环境和品质评价体系将发挥借鉴作用。

参考文献:

- [1] 李 诺.论水产养殖发展中的问题和今后研究的重点[J].齐鲁渔业, 1995, 5:18-20.
- [2] 中华人民共和国农业部渔业局.中国渔业统计年鉴(2005)[Z].北京:农业部渔业局,2005.
- [3] Phillips M J. Tropical mariculture and coastal environmental integrity [A]. In: De Silva, S.(Ed.). Tropical Mariculture[C]. Academic Press, London: 1998.17-69.
- [4] Paez-Osuna F P. The environmental impact of shrimp aquaculture: a global perspective[J]. *Environmental Pollution*, 2001, 112:229-231.
- [5] International Federation of Organic Agriculture Movements(IFOAM), Basic Standards for Organic Production and Processing, Wendel, Germany, 2005.
- [6] Haas G, et al. Comparing intensive, extensified and organic grassland farming in southern Germany by process life cycle assessment [J]. *Agriculture ecosystems & Environment*, 2001, 83: 43-53.
- [7] Cederberg C, Mattsson B. Life cycle assessment of milk production - a comparison of conventional and organic farming[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2000, 8: 49-60.
- [8] Dalgaard T, Halberg N, Porter J. A model for fossil energy use in Danish agriculture used to compare organic and conventional farming [J]. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 2001, 87: 51-65.
- [9] Reganold J P, Jerry D, Preston K, et al. Sustainability of three apple production systems[J]. *Nature*, 2001, 410: 926-929.
- [10] O'Riordan T, Cobb D. Assessing the consequences of converting to organic agriculture[J]. *Journal of Agricultural Economics*, 2001, 52:22-35.
- [11] Sundrum A. Organic livestock farming: A critical review [J]. *Livestock Production Science*, 2000, 67:207-215.
- [12] Bergleiter S. Organic shrimp production[J]. *Ecology and Farming*, 2001, 5:22-23.
- [13] Bergleiter S. Organic products as high quality niche products: background and prospects for organic freshwater aquaculture in Europe. Paper presented at the ad hoc EIFAC/EU Working Party on Market Perspectives for European Freshwater Aquaculture, Brussels (Belgium), 2001. 12-14.
- [14] Brister D, Kapuscinski A. Global rise of aquaculture: A trigger for organic and eco-labelling standards for aquatic animals [J]. *The Organic Standard*, 2001, 3: 7-11.
- [15] 李廷友,谢 标,阎斌伦,等.有机饵料常规饵料对扣蟹品质的比较研究[J].海洋湖沼通报,2006,2:82-87.
- [16] 张 从.环境评价教程[M].北京:中国环境科学出版社,2002.
- [17] 陈四清,李晓川,李兆新,等.中国对虾配合饲料入水后营养成分的流失及其对水环境的影响[J].中国水产科学, 1995, 2(4): 40-47.
- [18] 邹景忠,董丽萍,秦保平.渤海湾富营养化和赤潮问题的初步探讨[J].海洋环境科学,1983,3(2):41-53.
- [19] 国家环保总局有机食品发展中心. OFDC 有机认证标准 [S]. 2003, 32-34.
- [20] 谢 标. 全球有机水产养殖现状及问题[J].世界农业, 2005(2):45-47.
- [21] Woese K, Dirk L, Christian B, et al. A comparison of organically and conventionally grown foods - Results of a review of the relevant literature[J]. *J Sci Food Agric*, 1997, 74:281-293.