

文献著录格式: 戴杨鑫, 冯晓宇, 戴瑜来, 等. 罗非鱼适宜养殖的密度 [J]. 浙江农业科学, 2020, 61 (7): 1446-1449.
DOI: 10.16178/j.issn.0528-9017.20200757

罗非鱼适宜养殖的密度

戴杨鑫^{1,2}, 冯晓宇^{1,2}, 戴瑜来^{1,2}, 黄辉¹

(1. 杭州市农业科学研究院, 浙江 杭州 310024; 2. 国家大宗淡水鱼产业技术体系杭州综合试验站, 浙江 杭州 310024)

摘要: 罗非鱼是世界最为重要的水产养殖品种之一, 我国是世界最大罗非鱼养殖和出口国。针对罗非鱼在各养殖模式中的适宜放养密度国内外很多学者做出了相关研究, 成果报道于国内外各类水产养殖专业杂志。为了解目前罗非鱼养殖中的适宜养殖密度, 本文作者查阅了国内外罗非鱼的适宜养殖密度相关研究报道, 并对其成果进行综述, 以便日后进一步开展相关研究工作及合理指导养殖生产。

关键词: 罗非鱼; 适宜养殖密度; 综述

中图分类号: S917.4 文献标志码: B 文章编号: 0528-9017(2020)07-1446-04

罗非鱼原产于非洲, 又名非洲鲫鱼、南鲫、吴郭鱼、福寿鱼等, 具有生长快、产量高、食性杂、抗病性强、繁殖力强、环境适应能力强等特点^[1], 是联合国粮农组织 (FAO) 推荐的重要水产养殖品种之一。据全球水产养殖联盟 (GAA) 公布的最新统计数据, 2019 年全球罗非鱼产量约为 650 万 t。中国是世界上最大的罗非鱼养殖和出口国, 2018 年罗非鱼产量达 160 多万 t, 2019 年产量超过 165 万 t。为了促进罗非鱼产业的发展, 研究罗非鱼的适宜养殖密度, 本研究通过查阅国内外罗非鱼养殖的相关研究报道, 并对其成果进行整理, 旨在为日后进一步开展相关研究工作及合理指导养殖生产提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料

分别在 Web of Science、Springer Link、Science Direct、Google Scholar、中国知网、万方数据、维普资讯、百度学术等学术文献数据库搜索罗非鱼适宜养殖密度的文献资料, 共获得相关研究文献 82 篇。

1.2 方法

从 82 篇文献中, 选取 55 篇明确给出罗非鱼适宜养殖密度的文献作为研究对象。由于所获取的资料研究年代分散、地域分布广泛、养殖模式多样, 本研究将所有文献资料的罗非鱼养殖模式归纳为池

塘养殖、网箱养殖、养殖系统养殖等 3 种模式。若原文献研究结果推荐的适宜养殖密度为一区间, 则将数据求平均值后进行分析。分析不同文献发表年度罗非鱼养殖密度时, 将同一年度发表的文献数据做平均值处理。

2 结果与分析

2.1 罗非鱼主要养殖区域

罗非鱼主要养殖区域分布于赤道附近的热带及亚热带地区, 中国、巴西、印度、科威特、孟加拉、泰国等国是全球最主要的罗非鱼养殖区。55 篇文献中, 中国发表最多 (14 篇), 占总数的 25.45%; 其次为巴西, 发表 5 篇, 占总数的 9.09%; 再次为印度和科威特 (各 4 篇), 占总数的 7.27% (表 1)。分析发现, 文献的贡献量与 FAO 给出的罗非鱼主要生产及出口国排位顺序吻合。

表 1 各国罗非鱼的文献贡献比

国家	比例/%	国家	比例/%	国家	比例/%	国家	比例/%
阿联酋	1.82	贝宁	1.82	肯尼亚	1.82	尼日利亚	1.82
埃及	3.64	波多黎各	1.82	马来西亚	1.82	沙特阿拉伯	3.64
埃塞俄比亚	1.82	加纳	1.82	美国	3.64	泰国	5.45
巴哈马	1.82	科特迪瓦	1.82	孟加拉国	5.45	坦桑尼亚	1.82
巴西	9.09	科威特	7.27	墨西哥	1.82	乌干达	1.82
中国	25.45	印度尼西亚	1.82	英国	3.64	印度	7.27

2.2 罗非鱼主要养殖品种

收稿日期: 2020-05-12

基金项目: 杭州市科委农业科研自主申报项目 (20180432B26); 现代农业产业技术体系建设专项资金 (CARS-45)

作者简介: 戴杨鑫 (1985—), 男, 浙江桐乡人, 助理研究员, 硕士, 从事水域生态系统与水产养殖研究及推广工作, E-mail: daiyangxin@foxmail.com。

55 篇文献中, 共报道了尼罗罗非鱼、红罗非鱼、吉富罗非鱼、斯匹勒斯罗非鱼、杂交罗非鱼、单性罗非鱼和莫桑比克罗非鱼等 7 种罗非鱼。其中, 尼罗罗非鱼为最主要的养殖品种, 共有 32 篇文献研究了尼罗罗非鱼的适宜养殖密度, 占总文献数的 58.18%; 其次为红罗非鱼 (7 篇), 占总数的 12.73%; 再次为吉富罗非鱼 (6 篇), 占总数的 10.91% (图 1)。

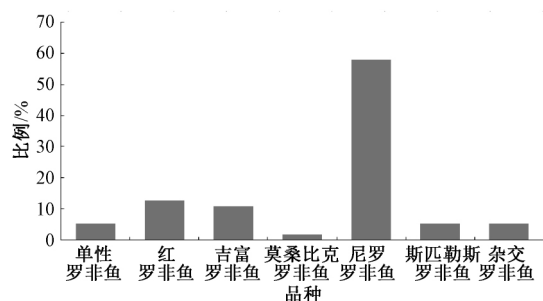


图 1 罗非鱼主要养殖品种的比例

2.3 各品种罗非鱼适宜养殖密度

各品种罗非鱼在不同养殖模式下的适宜养殖密度见表 2。如表所示, 尼罗罗非鱼、红罗非鱼和吉富罗非鱼主要使用池塘养殖和网箱养殖, 而斯匹勒斯罗非鱼、杂交罗非鱼、单性罗非鱼和莫桑比克罗非鱼主要使用网箱养殖和养殖系统养殖。目前, 我国主要养殖的罗非鱼品种为尼罗罗非鱼、红罗非鱼和吉富罗非鱼。尼罗罗非鱼池塘养殖模式下推荐的适宜养殖密度为 (3.14 ± 1.68) 尾 $\cdot m^{-3}$, 网箱养殖模式下推荐的适宜养殖密度为 (76.63 ± 44.91) 尾 $\cdot m^{-2}$; 红罗非鱼池塘养殖模式下推荐的适宜养

殖密度为 (2.78 ± 1.38) 尾 $\cdot m^{-2}$, 网箱养殖模式下推荐的适宜养殖密度为 (250.00 ± 212.13) 尾 $\cdot m^{-3}$, 养殖系统模式下推荐的适宜养殖密度为 (2.60 ± 1.98) 尾 $\cdot m^{-2}$; 吉富罗非鱼池塘养殖模式下推荐的适宜养殖密度为 (7.50 ± 6.36) 尾 $\cdot m^{-2}$, 养殖系统模式下推荐的适宜养殖密度为 (148.00 ± 132.86) 尾 $\cdot m^{-3}$ 。

表 2 不同品种罗非鱼的适宜养殖密度

品种	养殖模式	推荐适宜养殖密度 / (尾 $\cdot m^{-2}$)		
		最大值	最小值	平均值 \pm 标准差
尼罗罗非鱼	池塘养殖 ^[2-9]	6.00	1.25	3.14 \pm 1.68
	网箱养殖 ^[10-17]	150.00	30.00	76.63 \pm 44.91
红罗非鱼	池塘养殖 ^[18-19]	3.75	1.80	2.78 \pm 1.38
	网箱养殖 ^[20-21]	400.00	100.00	250.00 \pm 212.13
	养殖系统 ^[22-24]	4.00	1.20	2.60 \pm 1.98
吉富罗非鱼	池塘养殖 ^[25-26]	12.00	3.00	7.50 \pm 6.36
	养殖系统 ^[27-29]	300.00	54.00	148.00 \pm 132.86
斯匹勒斯罗非鱼	网箱养殖 ^[30-31]	-	-	200.00
	养殖系统 ^[32]	-	-	1 000.00
杂交罗非鱼	养殖系统 ^[33-34]	400.00	159.00	279.50 \pm 170.41
单性罗非鱼	网箱养殖 ^[35]	-	-	275.00
	养殖系统 ^[36-37]	100.00	11.00	55.50 \pm 62.93
莫桑比克罗非鱼	养殖系统 ^[38]	-	-	7.00

注: 文献 [10-17]、[20-21]、[27-34] 推荐适宜养殖密度单位为尾 $\cdot m^{-2}$ 。- 表示没有资料。

统计文献发表年份与罗非鱼推荐适宜放养量的关系如图 2 所示。池塘养殖模式下罗非鱼的适宜养殖密度由 1982 年^[2]的 4.50 尾 $\cdot m^{-2}$ 增加到 2019 年^[26]的 12.00 尾 $\cdot m^{-2}$; 网箱养殖模式下罗非鱼的适宜养殖密度由 1989 年^[30]的 200.00 尾 $\cdot m^{-2}$ 降低到 2015 年^[16-17]的 40.00 尾 $\cdot m^{-2}$ 。

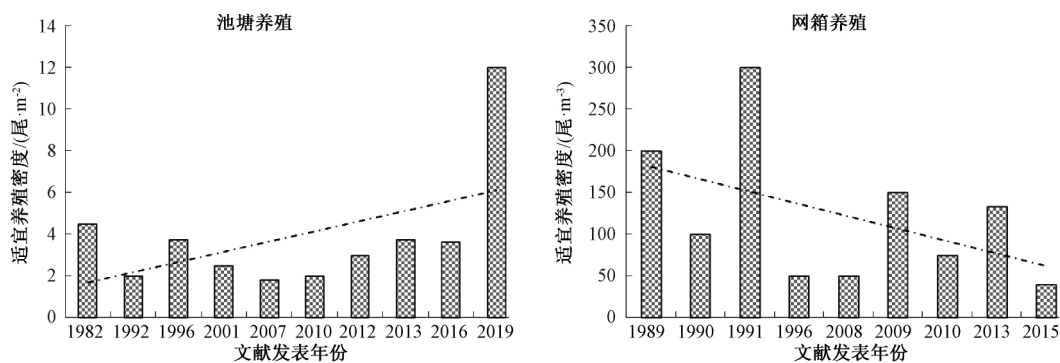


图 2 不同养殖模式下罗非鱼的适宜养殖密度

3 小结

罗非鱼是世界上主要的水产养殖品种之一, 其养殖区域分布广泛。本文收集的文献来源于中国、

巴西、印度、科威特、孟加拉等 24 个罗非鱼主要养殖国, 因各国自然条件、消费方式、养殖品种的差异, 推荐养殖密度不尽相同。综合各文献报道, 罗非鱼在池塘养殖、网箱养殖中的适宜养殖密度分

别为 $3.89 \text{ 尾} \cdot \text{m}^{-2}$ 、 $122.00 \text{ 尾} \cdot \text{m}^{-3}$ 。由于养殖系统的条件各异,适宜养殖密度需根据具体条件确定。

参考文献:

- [1] 张馨馨. 罗非鱼产业升级路在何方 [J]. 中国水产, 2019 (7): 10-11.
- [2] 杜尧达. 静水池季节饲养尼罗罗非鱼的放养密度试验 [J]. 河北水产科技, 1982 (6): 12-15.
- [3] LIU K M, CHANG W Y B. Bioenergetic modelling of effects of fertilization, stocking density, and spawning on growth of the Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) [J]. Aquaculture Research, 1992, 23 (3): 291-301.
- [4] GLASSER F, OSWALD M. High stocking densities reduce *Oreochromis niloticus* yield: model building to aid the optimisation of production [J]. Aquatic Living Resources, 2001, 14 (5): 319-326.
- [5] CHAKRABORTY S B, BANERJEE S. Effect of stocking density on monosex Nile Tilapia growth during pond culture in India [J]. World Academy of Science Engineering & Technology, 2010, 4 (8): 646-650.
- [6] 李凌波. 罗非鱼不同密度池塘养殖比较试验 [J]. 科学养鱼, 2013 (7): 19-20.
- [7] RAHMAN M M, MONDAL D K, AMIN M R, et al. Impact of stocking density on growth and production performance of monosex Tilapia (*Oreochromis niloticus*) in ponds [J]. Asian Journal of Medical and Biological Research, 2016, 2 (3): 471-476.
- [8] SHOKO A P, LIMBU S M, MROSSO H D J, et al. Effect of stocking density on growth, production and economic benefits of mixed sex Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) and African sharp-tooth catfish (*Clarias gariepinus*) in polyculture and monoculture [J]. Aquaculture Research, 2016, 47 (1): 36-50.
- [9] MENSAH T D, ATTIPOE F K, ASHUN-JOHNSON M. Effect of different stocking densities on growth performance and profitability of *Oreochromis niloticus* fry reared in hapa-in-pond system [J]. International Journal of Fisheries and Aquaculture, 2013, 5 (8): 204-209.
- [10] YI Y, LIN C, DIANA J S. Influence of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) stocking density in cages on their growth and yield in cages and in ponds containing the cages [J]. Aquaculture, 1996, 146 (3/4): 205-215.
- [11] GIBTAN A, GETAHUN A, MENGISTOU S. Effect of stocking density on the growth performance and yield of Nile Tilapia [*Oreochromis niloticus* (L., 1758)] in a cage culture system in Lake Kuriftu, Ethiopia [J]. Aquaculture Research, 2008, 39 (13): 1450-1460.
- [12] OSOFERO S A, OTUBUSIN S O, DARAMOLA J A. Effect of stocking density on tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus 1757) growth and survival in bamboo-net cages trial [J]. African Journal of Biotechnology, 2009, 8 (7): 1322-1325.
- [13] ARAÚJO G S, RODRIGUES J A G, SILVA J W A D, et al. Cultivation of Nile tilapia at different stocking densities in round net cages [J]. Bioscience Journal, 2010, 26 (3): 428-434.
- [14] CHAKRABORTY S B, MAZUMDAR D, BANERJEE S. Determination of ideal stocking density for cage culture of monosex Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) in India [J]. Proceedings of the Zoological Society, 2010, 63 (1): 53-59.
- [15] GARCIA F, ROMERA D M, GOZI K S, et al. Stocking density of Nile Tilapia in cages placed in a hydroelectric reservoir [J]. Aquaculture, 2013, 410/411: 51-56.
- [16] KHALIL F, FARRAG F, EL SHEBLY A, et al. Intensive different stocking densities of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* and silver carp, *Hypophthalmichthys molitrix* under mono-or polyculture systems in floating net cages rearing in Manzala Lake, Egypt [J]. Journal of Animal and Poultry Production, 2015, 6 (7): 493-505.
- [17] MONIRUZZAMAN M. Effects of stocking density on growth, body composition, yield and economic returns of monosex Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) under cage culture system in kaptai lake of Bangladesh [J]. Journal of Aquaculture Research & Development, 2015, 6 (8): 357-363.
- [18] HEAD W D, ZERBI A, WATANABE W O. Economic evaluation of commercial-scale, saltwater pond production of Florida red Tilapia in Puer to Rico [J]. Journal of the World Aquaculture Society, 1996, 27 (3): 275-289.
- [19] 何金钊, 赵金童, 周大颜. 池养彩虹鲷不同密度的对比试验 [J]. 广西水产科技, 2007 (1): 16-18.
- [20] WATANABE W O, CLARK J H, DUNHAM J B, et al. Culture of Florida red Tilapia in marine cages: the effect of stocking density and dietary protein on growth [J]. Aquaculture, 1990, 90 (2): 123-134.
- [21] HARGREAVES J A, KAKOCY J E, BAILEY D S. Effects of diffused aeration and stocking density on growth, feed conversion, and production of Florida red Tilapia in cages [J]. Journal of the World Aquaculture Society, 1991, 22 (1): 24-29.
- [22] ZONNEVELD N, FADHOLI R. Feed intake and growth of red Tilapia at different stocking densities in ponds in Indonesia [J]. Aquaculture, 1991, 99 (1/2): 83-94.
- [23] SURESH A V, LIN C. Effect of stocking density on water quality and production of red Tilapia in a recirculated water system [J]. Aquacultural Engineering, 1992, 11 (1): 1-22.
- [24] YUAN D R, YI Y, YAKUPITIYAGE A, et al. Effects of addition of red Tilapia (*Oreochromis* spp.) at different densities and sizes on production, water quality and nutrient recovery of intensive culture of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in cement tanks [J]. Aquaculture, 2010, 298 (3/4): 226-238.
- [25] 朱佳杰, 甘西, 谢尔登, 等. 放养规格、养殖密度和水深对吉富罗非鱼养殖效果的影响 [J]. 水产科技情报, 2012, 39 (2): 99-101.
- [26] 肖炜, 李大宇, 邹芝英, 等. 海南地区鱼虾混养模式下密度对罗非鱼的生长、代谢和免疫的影响 [J]. 淡水渔业,

- 2019, 49 (2): 101-106.
- [27] 强俊,徐跑,何杰,等. 氮氮与拥挤胁迫对吉富品系尼罗罗非鱼幼鱼生长和肝脏抗氧化指标的联合影响 [J]. 水产学报, 2011, 35 (12): 1837-1848.
- [28] 左腾,黄凯,汪婷,等. 养殖密度对吉富罗非鱼幼鱼生长、免疫功能的影响 [J]. 水产科学, 2019, 38 (5): 581-588.
- [29] 王裕玉,徐跑,聂志娟,等. 池塘工程化循环水养殖模式下养殖密度对吉富罗非鱼生长及生理指标的影响 [J]. 长江大学学报(自然科学版), 2019, 16 (5): 78-84, 9-10.
- [30] CRUZ E M, RIDHA M. Preliminary study on the production of the Tilapia, *Oreochromis spilurus* (Günther), cultured in seawater cages [J]. Aquaculture Research, 1989, 20 (4): 381-388.
- [31] CRUZ E M, RIDHA M. Production of the Tilapia *Oreochromis spilurus* Günther stocked at different densities in Sea cages [J]. Aquaculture, 1991, 99 (1/2): 95-103.
- [32] CRUZ E M, RIDHA M T. Survival rates of Tilapia, *Oreochromis spilurus* (Günther), fingerlings reared at high densities during winter using warm underground Sea water [J]. Aquaculture Research, 1995, 26 (5): 307-309.
- [33] SIDDIQUI A Q, AL-HARBI A H. Effects of sex ratio, stocking density and age of hybrid tilapia on seed production in concrete tanks in Saudi Arabia [J]. Aquaculture International, 1997, 5 (3): 207-216.
- [34] HUANG W B, CHIU T S. Effects of stocking density on survival, growth, size variation, and production of Tilapia fry [J]. Aquaculture Research, 1997, 28 (3): 165-173.
- [35] 龚达荣. 网箱养殖单性罗非鱼不同密度的对比试验 [J]. 水产养殖, 2017, 38 (9): 12-13.
- [36] 陈国成,潘宛南,刘吉祥. 流水养鱼中罗非鱼适宜放养密度的研究 [J]. 水产科学, 1994, 13 (6): 28-29.
- [37] 雷昌贤,袁东林,李耀雄. 流水养殖中放养密度与池塘水体交换量对养殖鱼类个体增重的影响 [J]. 中国水产, 2013 (11): 77-78.
- [38] NATARAJAN M. Recycling of poultry droppings through Tilapia fish culture. Effects of stocking density on production [J]. Agricultural Wastes, 1985, 13 (4): 305-313.

(责任编辑: 万晶)

(上接第 1355 页)

下,党参浸出物表现出先增后降的趋势,但3个时间段浸出物差异不显著;气调贮藏下党参浸出物先增后降,贮藏12个月与6和18个月间差异显著。随着贮藏时间的增加,3种贮藏方式下的党参苍术内酯Ⅲ、浸出物含量均有所下降,但均达药典标准,所以贮藏时间不宜超过18个月。

在自然存放、常规密封状态下,贮藏12个月的黄芪毛蕊异黄酮葡萄糖显著高于贮藏18个月,与气调贮藏方式的毛蕊异黄酮葡萄糖差异不显著。自然存放状态下,黄芪毛蕊异黄酮葡萄糖较气调密封状态下降的更快,所以适宜采用气调密封贮藏,贮藏时间至少为18个月。

地黄梓醇不同贮藏时间和方式间差异均不显著。3种贮藏方式下,地黄贮藏6和12个月的毛蕊花糖苷差异不显著,贮藏18个月时,气调密封和常规密封的地黄毛蕊花糖苷显著高于自然存放。

款冬花贮藏6个月时,3种贮藏方式的款冬酮低于药典标准,可能与夏季高温天气有关,所以款冬花冬季采收后自然存放和气调贮藏均不宜超过6个月。贮藏期影响药材品质的外界因素除温度、湿度外,还有光照、空气、微生物、害虫等^[8]。款冬

花药材品质受贮藏方式、水分和贮藏期等多种因素影响,在贮藏过程中,款冬酮含量不达药典标准还需进一步研究。

参考文献:

- [1] 秦民坚,郭玉海. 中药材采收加工学 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2008.
- [2] 禹娟红,张尚智. 贮藏期影响党参药材品质的主导因素研究综述 [J]. 中央民族大学学报, 2020 (29): 72-76.
- [3] 王建升,杨辉,刘俊玲. 中药饮片的水分含量与储存养护 [J]. 中医药信息, 2009, 26 (1): 35-36.
- [4] 晋小军. 党参保质储藏包装材料和充气包装技术研究 [J]. 中药材, 1999, 22 (12): 629-633.
- [5] 陈璽,韩丰,杨建敏. 洛龙党参贮藏保鲜技术研究 [J]. 贵州农业科学, 2009, 37 (9): 216-217.
- [6] 李建民,刘岩. 中药储存与养护 [M]. 北京: 中国中医药出版社, 2018.
- [7] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典 [M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2015.
- [8] 吕秀洁. 中药贮藏与养护的影响因素及对策分析 [J]. 内蒙古中医药, 2017, 36 (6): 105.

(责任编辑: 张瑞麟)