

关键词： 罗非鱼, 豆粕, 小体积高密度网箱养殖技术, 中国

---

## 用豆粕型饲料在 $1\text{m}^3$ 和 $4\text{m}^3$ 小体积高密度网箱中 养殖罗非鱼的对比试验

M. C. 柯里默 周恩华 张建  
美国大豆协会-国际项目/中国水产养殖项目

### 引言

美国大豆协会-国际项目组与北京市水产技术推广站联合开展了本项试验，以比较利用豆粕型饲料和美国大豆协会-国际项目的小体积高密度网箱养殖技术在  $1\text{m}^3$  和  $4\text{m}^3$  网箱中养殖罗非鱼的生产性能。试验在中国海南省定容水库进行。

### 小体积高密度网箱

在过去的数年，美国大豆协会-国际项目已经在  $1\text{m}^3$  和  $4\text{m}^3$  小体积高密度网箱中成功开展了多种鱼类的养殖试验。虽然普遍认为鱼类在  $1\text{m}^3$  和  $4\text{m}^3$  小体积高密度网箱中的生长性能没有差异，但美国大豆协会-国际项目/中国项目组还没有开展过直接对比试验来对此进行验证。为了证实鱼类在这两种规格网箱中的生长没有差异的普遍看法，美国大豆协会-国际项目在 2006 年开展了本项试验，以评价用美国大豆协会-国际项目的 32/6 饲料<sup>1</sup>在  $1\text{m}^3$  和  $4\text{m}^3$  两种规格的小体积高密度网箱中养殖罗非鱼的生长性能。

试验进行了 4 个月。收获时统计所有网箱中有关鱼类成活率、毛和净产量、平均鱼体重及饲料转化系数等参数，并对每个网箱中的全部鱼类进行计数和称重。整个试验期间记录各项投入的成本以便试验结束时计算两种大小网箱养殖的经济回报率。

### 养殖试验方法

本试验采用 3 个  $1\text{m}^3$  和 3 个  $4\text{m}^3$  的小体积高密度网箱来进行直接对比试验，以评估网箱规格大小对罗非鱼生产的影响。全部网箱中的所有罗非鱼均投喂美国大豆协

---

<sup>1</sup> 表述饲料成分的数字分别表示饲料中粗蛋白和脂肪的百分含量，即 32/6 表示饲料中含粗蛋白 32% 和粗脂肪 6%。

会-国际项目的 32/6 成鱼饲料，每日投喂 2 次，饱食投喂（表 1-3）。每次投喂各网箱的投饲量相等。投喂饲料为膨化浮性颗粒饲料。

本试验所用罗非鱼为单性全雄、单性罗非鱼 系在海南鱼类育种中心养殖场生产。全部 6 个网箱中罗非鱼的放养密度均为 400 尾/ $\text{m}^3$ 。放养时所有罗非鱼的平均体重均为 50g。试验鱼放养入网箱的时间为 2006 年 6 月 13 日，养殖试验共进行了 117 天。各网箱中罗非鱼计划上市规格均为 500g，以使网箱的养殖产量达到 200  $\text{kg}/\text{m}^3$ 。

## 养殖试验结果

收获时 1  $\text{m}^3$  和 4  $\text{m}^3$  网箱中的罗非鱼平均体重没有差异。但单位箱体的鱼产量、饲料转化系数、鱼的成活率、净的经济回报和投资回报率等均是 1  $\text{m}^3$  网箱比 4  $\text{m}^3$  网箱好（表 4）。

在 117 天的饲养期间，每个网箱中的罗非鱼按箱体体积计均投喂了 257.6  $\text{kg}/\text{m}^3$  的饲料。1  $\text{m}^3$  和 4  $\text{m}^3$  网箱中的罗非鱼均从 50g 长至均重 628g（表 4）。然而 1  $\text{m}^3$  网箱中鱼类的成活率和饵料转化系数均显著好于 4  $\text{m}^3$  网箱。1  $\text{m}^3$  网箱鱼类平均成活率高达 96%，与此相比，4  $\text{m}^3$  网箱成活率仅为 83%。3 个 1  $\text{m}^3$  网箱中鱼的平均饲料转化系数为 1.16:1，而相比，4  $\text{m}^3$  网箱鱼的饲料系数为 1.37:1。1  $\text{m}^3$  和 4  $\text{m}^3$  网箱中鱼类饵料系数的差异是源于 4  $\text{m}^3$  网箱中鱼的低成活率而并非该网箱中鱼类对饲料利用率低之故。

1  $\text{m}^3$  网箱单位箱体罗非鱼的平均产量为 241  $\text{kg}/\text{m}^3$ ，而 4  $\text{m}^3$  网箱平均产量为 208  $\text{kg}/\text{m}^3$ （表 4）。1  $\text{m}^3$  和 4  $\text{m}^3$  网箱的平均净收入分别为人民币 487 元/ $\text{m}^3$ （折合 61.65 美元/ $\text{m}^3$ ）和 262 元/ $\text{m}^3$ （33.14 美元/ $\text{m}^3$ ）（表 4），平均投资回报率分别为 42.3%（1  $\text{m}^3$  网箱）和 22.7%（4  $\text{m}^3$  网箱）。2 种规格网箱单位箱体鱼产量、净收入和投资回报率的差异也是两种网箱鱼体成活率不同的结果。

## 小结和讨论

投喂美国大豆协会-国际项目的 32/6 型豆粕饲料，罗非鱼在两种小体积高密度网箱中生长迅速和有效。收获时两种规格网箱中鱼体的平均重量没有差异。然而由于水质条件的关系，1  $\text{m}^3$  和 4  $\text{m}^3$  两种网箱总体生产性能的比较尚不能得到确定的结果。研究认为，4  $\text{m}^3$  网箱中比 1  $\text{m}^3$  网箱较差的鱼类养殖性能表现和经济回报主要是在临近试验结束时定容水库水质的恶化对鱼类健康产生了影响的结果。

定容水库的表面积为 1,700 亩(113 公顷)。这个大小的水面积是足够用于进行 35-40 吨鱼的可持续养殖生产的。当小体积高密度网箱的平均鱼产量达到 200  $\text{kg}/\text{m}^3$  时，定容水库能支持 175-200  $\text{m}^3$  的小体积高密度网箱，或可供大约 50 个 4  $\text{m}^3$  小体积高密度网箱进行养殖。2006 年，定容水库渔民养殖的网箱体积达到了 1,760  $\text{m}^3$ （相当于 440 个 4  $\text{m}^3$  网箱），这个数字几乎是定容水库能够进行可持续养殖网箱体积的 9

倍。据估计，邻近养殖季节结束时全部网箱的鱼类生物量超过 250 吨，是定容水库养殖容量 35-40 吨的 7 至 8 倍。过量的网箱数和鱼类以及由此而需要投入的过量饲料对水质产生了显著的影响。其净效应就是导致水质的不断下降，而且随着鱼体的生长和投入饲料量的增加而使水质更趋恶化。临近养殖期结束，当鱼类生物量和投入的饲料量达到最大时，对水质的影响也达到最大，从而使得 4m<sup>3</sup>网箱比 1m<sup>3</sup>网箱出现更高的死亡率。除此以外，水库中还饲养大量的鸭子，使水体增加了额外的营养负荷。

美国大豆协会-国际项目强烈鼓励定容水库的网箱养殖户将网箱数减少到可持续水平。减少网箱数及随后的饲料投入量是防止过量有机质累积的唯一方法。而有机质积累是导致溶氧下降和水库翻转时导致鱼类大量死亡的主要原因。

## 致谢

美国大豆协会-国际项目十分感激北京市水产技术推广站及其在海南的鱼类育种中心的积极参与和大力支持。他们为本报告所细述的罗非鱼小体积高密度网箱养殖研究提供了大量的人、财、物的支持，在此表示衷心感谢。

表 1. 2006 年在海南省定容水库进行的罗非鱼小体积高密度网箱养殖试验所用美国大豆协会国际项目 32/6 型豆粕饲料的配方。该饲料系膨化浮性颗粒料，由上海天邦饲料厂以最经济配方生产，美国大豆协会国际项目监制。

原 料	总量的百分数
大豆粕 46%	51.00
次面粉 14%	14.00
小麦粉 11%	12.00
玉米干酒糟, 27/10	11.50
鱼粉, 65/8	3.00
磷酸二氢钙 21%	2.00
大豆油	1.50
大豆卵磷脂	1.50
玉米蛋白粉 60%	1.50
鱼油	1.20
维生素预混料 F-2	0.50
矿物质预混料 F-1	0.25
稳定性维生素 C - 35%	0.03
乙氧喹, 山道喹混合剂 6	0.02
合计	100.00

表 2. 2006 年在海南省定容水库进行的罗非鱼小体积高密度网箱养殖试验所用美国大豆协会国际项目 32/6 豆粕饲料的理论营养组成，该饲料系膨化浮性颗粒料

营养	值，以投喂量计
鱼体可消化能 (extruded)	2369.68
无氮浸出物	39.83
淀粉	17.89
粗蛋白	32.74
可消化蛋白	29.82
鱼蛋白	1.95
大豆蛋白	23.46
脂肪	6.07
W-3 (omega 3 脂肪酸)	0.57
W-6 (omega 6 脂肪酸)	2.08
灰分	6.06
钙	0.60
有效磷	0.61
胆碱	2469.93
维生素 C	105.00
乙氧喹	134.50
精氨酸	2.06
异亮氨酸	1.63
赖氨酸	1.85
蛋氨酸	0.50
蛋氨酸 + 胱氨酸	1.00

表 3. 2006 年海南省定容水库进行的罗非鱼小体积高密度网箱养殖试验所用美国大豆协会-国际项目 32/6 豆粕饲料中包含的维生素和矿物质预混料配方，维生素和矿物质的数量为每公斤预混料的量

成分	单位	数量
<u>维生素预混料 F-2</u>		
维生素 A	IU/kg	1,200,000
维生素 D3	IU/kg	200,000
维生素 E	IU/kg	20,000
维生素 K	mg/kg	0
维生素 C	mg/kg	0
生素素	mg/kg	40
胆碱	mg/kg	0
叶酸	mg/kg	1,800
肌醇	mg/kg	0
烟酸	mg/kg	40,000
泛酸	mg/kg	20,000
吡哆醇 (B6)	mg/kg	5,000
核黄素 (B2)	mg/kg	8,000
硫胺素 (B1)	mg/kg	8,000
维生素 B12	mcg/kg	2,000
乙氧喹	mg/kg	500
<u>矿物质预混料 F-1</u>		
铁	ppm	40,000
锰	ppm	10,000
铜	ppm	4,000
锌	ppm	40,000
碘	ppm	1,800
钴	ppm	20
硒	ppm	200

表 4. 2006 年美国大豆协会-国际项目组在海南省定容水库的水产养殖试验结果，该试验比较了应用美国大豆协会-国际项目的 32/6 型膨化浮性颗粒豆粕饲料在 1m<sup>3</sup> 和 4m<sup>3</sup> 网箱中将单性罗非鱼从鱼种养殖至商品鱼的生长性能

网箱号	网箱规格	放养规格 (g)	放养率 (尾/m <sup>3</sup> )	饲养天数	收获时鱼体重(g/尾)	毛产量 <sup>1</sup> (kg/m <sup>3</sup> )	成活率 (%)	饲料系数	净收入(人民币元/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>	投资回报率(%)
1	1-m <sup>3</sup>	50	400	117	592.0	234.5	99.0	1.20	442	38.3
2	1-m <sup>3</sup>	50	400	117	666.4	247.9	93.0	1.13	533	46.2
3	1-m <sup>3</sup>	<u>50</u>	<u>400</u>	<u>117</u>	<u>628.7</u>	<u>241.2</u>	<u>96.0</u>	<u>1.16</u>	<u>487</u>	<u>42.3</u>
均值		50	400	117	628.8	241.2	96.0	1.16	487	42.3
4	4-m <sup>3</sup>	50	400	117	643.2	198.1	77.1	1.45	195	16.9
5	4-m <sup>3</sup>	50	400	117	622.5	212.5	85.4	1.34	292	25.3
6	4-m <sup>3</sup>	<u>50</u>	<u>400</u>	<u>117</u>	<u>618.0</u>	<u>213.5</u>	<u>86.4</u>	<u>1.33</u>	<u>299</u>	<u>25.9</u>
均值		50	400	117	627.9	208.0	83.0	1.37	262	22.7

<sup>1</sup>毛产量

<sup>2</sup>人民币美元汇率: 人民币 7.9 元 = 1.00 美元