

关键词: 草鱼, 豆粕, 大豆皮, 小体积高密度网箱养殖技术, 中国

小体积高密度网箱与传统大网箱 以及用饲料与饲料+草料养殖草鱼的对比试验

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-国际项目和南宁市水产技术推广站联合开展了本网箱养殖试验, 以评价用美国大豆协会-国际项目的豆粕型饲料在网箱中养殖草鱼的可行性。养殖试验在广西横县水库进行, 试验比较了用美国大豆协会的 4m^3 网箱和只投喂颗粒饲料以及用我国 16m^3 传统网箱投喂颗粒饲料加草料两种养殖方式的养殖效果。本试验旨在评估集约化网箱养殖草鱼在中国各地水库中应用的可行性。

草鱼的豆粕饲料

美国大豆协会-国际项目在应用全植物蛋白的 32/3 豆粕饲料进行池塘草鱼养殖方面已经取得了极大的成功, 该饲料的蛋白质和纤维素主要由大豆粕和大豆皮提供¹。这种饲料较其它鲤科鱼饲料含较低的能量和更高的纤维, 其配方更接近草鱼的天然食性。在中国好几个地区的草鱼池塘养殖中使用该饲料, 草鱼均表现出了快速的生长、良好的饲料转化效率(饲料系数 $\text{FCR} \leq 1.2:1^2$)、鱼体健康和体型好以及高的经济回报。然而还未知草鱼在淡水水库网箱养殖时对该饲料会有怎样表现。2005 年在水库网箱中的草鱼初步养殖由于饲料生产问题而没有得到肯定的结果。因此 2006 年就安排了本试验, 进一步对美国大豆协会-国际项目的 32/3 豆粕饲料用于草鱼网箱养殖的可行性作更全面的评价。2006 年的试验在试验设计上就要评价草鱼只投

¹ 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, 例如, 32/3 表示饲料中含粗蛋白 32%和粗脂肪 3%。

² FCR =饲料(转化)系数

喂 32/3 饲料和投喂 32/3 饲料并辅以草料之间以及在小体积高密度网箱养殖与在传统网箱养殖之间的养殖效果差异。养殖试验持续了 6 个多月。收获时统计所有网箱的鱼类成活率、毛和净产量、平均鱼体重和饲料转化系数等参数。试验期间也记录各项投入成本以计算不同投饲方式和不同网箱大小其养殖的经济回报率。

试验材料与方法

本试验采用了 6 个 4m³ 小体积高密度网箱和 3 个 16m³ 传统网箱，以评估以膨化浮性饲料在网箱中养殖草鱼的情况。其中 3 个 4m³ 小体积高密度网箱中的草鱼只投喂美国大豆协会-国际项目的 32/3 饲料(表 1-3)。另外 3 个 4m³ 小网箱的草鱼除了投喂美国大豆协会-国际项目的 32/3 饲料外还补充投喂草料。在 3 个 16m³ 传统网箱中的草鱼也投喂美国大豆协会-国际项目的 32/3 饲料及草料。所有网箱的草鱼均每日投喂 2 次，每次均采用饱食投饲法，且每个网箱每次投喂的饲料量相同。所有投喂的饲料均为膨化浮性颗粒饲料。在最初的 2 个月在 3 个混合投喂的小网箱和 3 个传统网箱每周还投喂象草 *Pennisetum purpureum* 两次，以后每周投喂 1 次。以干物质计，象草的粗蛋白和粗纤维含量分别为 7.5% 和 36.3%。

6 个小网箱草鱼的放养密度为 150 尾/m³ (600 尾/箱)，而 3 个传统网箱中草鱼放养密度为 50 尾/m³ (800 尾/箱)。所有网箱放养的草鱼均重均为 173g，草鱼于 2006 年 4 月 27 日放养入箱，2006 年 10 月 18 日捕捞。各网箱养殖的目标商品规格为 1,000 g。

养殖试验结果

在本试验的 3 个对比试验组中，只投喂颗粒饲料的 3 个小体积高密度网箱中的草鱼表现出最好的总体表现和高经济回报。在 168 天内，3 个只投喂颗粒饲料的小体积高密度网箱中的草鱼从 173g 长至平均 1,065g/尾，收获时的平均产量达 148.5 kg/m³ (594 kg/箱) (表 4)。这 3 个网箱平均每个网箱投喂 32/3 饲料 773.6 kg，平均饲料系数 FCR 为 1.58:1，这 3 个网箱中草鱼的平均成活率为 92.8%。每个网箱的平均净收入为人民币 436 元 (55.20 美元)，当草鱼市场价为人民币 7.6 元/kg(0.96 美元/kg)时投资回报率为 10.7%。

在 168 天试验期内，同时投喂饲料和草料的 3 个小体积高密度网箱中的草鱼从 173g 长至平均 1,091g/尾，收获时鱼产量平均 134.8 kg/m³ (539 kg/箱)(表 4)。这 3 个网箱中每个网箱共投喂 32/3 饲料 683 kg 及 539 kg 草料。饲料和草料的综合平均饲料转化系数为 1.88:1，而若仅考虑颗粒饲料的饲料系数则为 1.57:1。这些网箱草鱼的平均成活率为 83.2%。净收入平均为人民币 274 元/箱(34.68 美元/箱)，只有投喂饲料组收入的 63%。饲料加草料对照组小体积高密度网箱养殖的投资回报率为 7.2%。

3 个传统网箱养殖的结果最差：草鱼生长最慢、饲料系数最高和产量最低。每个传统网箱投喂了 883.5 kg 饲料和 734.6kg 草料。在 168 天试验期内，草鱼从 173g 长

至 972g/尾，收获时的平均产量为 43.4 kg/m³ (694 kg/箱) (表 4)。饲料加草料的综合饲料系数平均为 1.92:1，若仅考虑颗粒饲料，则饲料系数为 1.59:1。传统网箱养殖的平均成活率为 89%。与小体积高密度网箱养殖相比，传统网箱养殖的净收入介于中间，平均为人民币 378 元/箱(47.85 美元/箱)，投资回报率为 7.7%。

小结和讨论

养殖试验结果表明，网箱养草鱼，仅投喂颗粒饲料就足够了，补充投喂新鲜草料是不必要的。本试验中仅投喂颗粒饲料的小体积高密度网箱组草鱼生长表现最好。这些网箱中的草鱼摄食 32/3 饲料时生长良好，取得了满意的鱼产量、饲料系数、商品规格和经济回报。无论是 4m³ 还是 16m³ 网箱，在颗粒饲料基础上再添加新鲜草料，鱼类的生长、健康和饲料系数等参数并没有得到改善。追加草料显著增加了劳动强度和饲料成本，但没有产生更多的效益来抵消成本的增加。

只投喂 32/3 颗粒饲料的小体积高密度网箱组草鱼的饲料转化效率最高，且鱼体健康和体型好。若仅计算投入的 32/3 饲料，同时投喂颗粒饲料和草料的小体积高密度网箱组的平均饲料系数与仅投喂颗粒饲料组相近。然而如果把投入的草料也算在内，则既投喂又投草的试验组其饲料系数显著高于仅投喂的那组网箱。若将投入的草料换算成干物质，则投喂饲料加草料的小体积高密度网箱组的饲料系数为 1.88:1，传统网箱的饲料系数为 1.92:1，均显著高于仅投喂 32/3 饲料的小体积高密度网箱组 1.57:1 的饲料系数。

从鱼类的生长率和单位箱体的鱼产量来看，4m³ 小体积高密度网箱养殖效果均好于 16m³ 传统网箱。尽管收获时小体积高密度网箱单位箱体的鱼产量仅是传统网箱的 3.1-3.4 倍，但小体积高密度网箱草鱼的平均体重却比传统网箱中大 9-11%。

在美国大豆协会-国际项目的草鱼网箱养殖试验中没有使用任何药物或化学品，从而收获了符合绿色产品标准的高质量无污染鱼产品。虽然在横县水库更集约化养殖水域局部水质持续下降，但本试验的草鱼网箱养殖区域水质一直维持在较好状态。

总之，试验结果表明，32/3 豆粕饲料和 4m³ 小体积高密度网箱构成了草鱼网箱养殖的良好技术系统，实验证明补充投喂草料是不必要的，这样做只会产生负的经济价值。

致谢

美国大豆协会-国际项目十分感激广西壮族自治区水产技术推广站和南宁市水产技术推广站及其员工的积极参与和支持。南宁水产技术推广站为本报告细述的草鱼网箱养殖试验提供了大量精力、人力和财力的支持，再次表示衷心感谢。

表 1. 2006 年在广西壮族自治区南宁市横县水库进行的草鱼网箱养殖试验中所用美国大豆协会 32/3 全植物蛋白豆粕饲料的配方。该饲料是一种低能高纤维饲料，系为膨化浮性颗粒料。该饲料由南宁百洋饲料厂以最经济配方生产，美国大豆协会-国际项目监制。在试验期间不同批次的饲料由于所用原料在特定营养成分上的可能差异或原料的可获性而使饲料的最终营养成份有所变动。

原 料	百分数
豆粕 46	50.00
次面粉	12.00
小麦粉 11.5%	12.00
豆皮	10.00
玉米蛋白粉 60%	6.00
玉米干酒糟 27/10	5.00
磷酸二氢钙 21%	2.50
鱼油	1.70
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	0.02
合计	100.00

表 2 2006 年在广西壮族自治区南宁市横县水库进行的草鱼网箱养殖试验所用美国大豆协会-国际项目 32/3 豆粕饲料的理论营养组成, 该饲料是一种低能高纤维素系膨化浮性颗粒料

营 养	值, 以投喂量计
鱼可消化能	2363.6
无氮浸出物	39.93
淀粉	17.76
粗蛋白	32.22
可消化蛋白	29.74
鱼蛋白	0.00
大豆蛋白	24.20
脂肪	3.27
W-3 (omega 3 脂肪酸)	0.50
W-6 (omega 6 脂肪酸)	0.63
灰分	6.37
钙	0.62
有效磷	0.63
胆碱	1980.08
维生素 C	105.00
乙氧喹	62.50
精氨酸	2.01
异亮氨酸	1.59
赖氨酸	1.73
甲硫氨酸	0.49
甲硫氨酸 + 胱氨酸	1.00

表 3. 2006 年在广西壮族自治区南宁市横县水库进行的草鱼网箱养殖试验所用美国大豆协会-国际项目 32/3 全植物蛋白豆粕饲料中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

原 料	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
生物素	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
硫氨酸 (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-国际项目组在南宁横县水库的水产养殖试验结果，示范了应用美国大豆协会国际项目的小体积高密度网箱养殖技术在只投喂美国大豆协会国际项目的 32/3 型膨化浮性颗粒豆粕饲料和 32/3 加草料情况下将草鱼从鱼种养殖至商品鱼的生长性能

网箱号	养殖处理组	放养时规格 (g)	放养率 (尾/m ³)	饲养天数	收获时鱼体重(g/尾)	毛产量 (kg/m ³)	成活率 (%)	饲料系数仅饲料	饲料系数饲料+草	净收入 (RMB/ m ³)	投资回报率 (%)
4	4m ³ 颗粒饲料组 ²	173	150	168	1,053	144.6	91.5	1.63	-----	79	7.8
5	4-m ³ 颗粒饲料组 ²	173	150	168	1,059	149.6	94.2	1.56	-----	117	11.5
6	4-m ³ 颗粒饲料组 ²	<u>173</u>	<u>150</u>	<u>168</u>	<u>1,084</u>	<u>151.3</u>	<u>92.6</u>	<u>1.54</u>	-----	<u>130</u>	<u>12.8</u>
均值		173	150	168	1,065	148.5	92.8	1.58	-----	109	10.7
1	4-m ³ 饲料+草 ³	173	150	168	998	134.5	89.8	1.57	1.88	66	6.9
2	4-m ³ 饲料+草 ³	173	150	168	1,028	138.5	89.8	1.52	1.82	97	10.1
3	4-m ³ 饲料+草 ³	<u>173</u>	<u>150</u>	<u>168</u>	<u>1,248</u>	<u>131.4</u>	<u>70.0</u>	<u>1.62</u>	<u>1.94</u>	<u>43</u>	<u>4.5</u>
均值		173	150	168	1,091	134.8	83.2	1.57	1.88	69	7.2
7	16-m ³ 饲料+草 ⁴	173	50	168	982	42.2	86.0	1.64	1.99	14	4.6
8	16-m ³ 饲料+草 ⁴	173	50	168	946	44.5	94.0	1.54	1.86	32	10.4
9	16-m ³ 饲料+草 ⁴	<u>173</u>	<u>50</u>	<u>168</u>	<u>987</u>	<u>43.6</u>	<u>88.4</u>	<u>1.58</u>	<u>1.91</u>	<u>25</u>	<u>8.1</u>
均值		173	50	168	972	43.4	89.0	1.59	1.92	24	7.7

²仅投喂饲料的小体积高密度网箱中的草鱼投喂了 773.6 kg 饲料/箱；

³G 饲料加草料的实验组美箱投喂的饲料和草料分别为 683 kg 饲料和 539 kg 草料；

⁴饲料+草的传统网箱共投喂饲料 883.5 kg 和草料 734.6 kg/箱