

东北苏打盐碱地生态渔业模式研究*

杨富亿 李秀军 王志春 赵春生

(中国科学院东北地理与农业生态研究所 长春 130012)

摘要 试验结果表明,东北苏打盐碱地实施鱼-稻-苇-蒲生态渔业模式效益显著,平均单产水稻为 $6024.2\text{kg}/\text{hm}^2$ 、芦苇 $8336.2\text{kg}/\text{hm}^2$ 和蒲草 $7387.6\text{kg}/\text{hm}^2$;平均鱼产量稻田养鱼为 $912.1\text{kg}/\text{hm}^2$ 、蒲塘养鱼 $3537\text{kg}/\text{hm}^2$ 和苇塘养鱼 $2766\text{kg}/\text{hm}^2$;平均净收入 $5667.1\text{元}/\text{hm}^2$,产投比为2.074。1个生长期节水 $1.9\text{万}\text{m}^3/\text{hm}^2$,节约化肥 $290\text{kg}/\text{hm}^2$,降低土壤盐分 $507\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

关键词 苏打盐碱地 生态渔业 环境保护

Eco-fishery model in soda saline-alkaline land of northeast China. YANG Fu-Yi, LI Xiu-Jun, WANG Zhi-Chun, ZHAO Chun-Sheng (Northeast Institute of Geography and Agricultural Ecology, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130012), *CJEA*, 2004, 12(4): 192~194

Abstract The experiments show that eco-fishery pattern of fish-rice-reed-cattail in soda saline-alkaline land of northeast China has a significant benefit. The average yields of rice grain, reed and cattail are $6024.2\text{kg}/\text{hm}^2$, $8336.2\text{kg}/\text{hm}^2$ and $7387.6\text{kg}/\text{hm}^2$, respectively, and the average fish yields are $912.1\text{kg}/\text{hm}^2$, $3537\text{kg}/\text{hm}^2$ and $2766\text{kg}/\text{hm}^2$ in paddy fields, reed ponds and cattail ponds, respectively. The average net income is $5667.1\text{ yuan(RMB)}/\text{hm}^2$ and the ratio of output and input is 2.074 in the experimental area. $19000\text{m}^3/\text{hm}^2$ of water and $290\text{kg}/\text{hm}^2$ of chemical fertilizer can be saved, respectively, and the total amount of the salinity of $507\text{kg}/\text{hm}^2$ has been cut down at a growth period.

Key words Soda saline-alkaline land, Eco-fishery, Environmental protection

我国2800万 hm^2 低洼盐碱荒地中不宜种植作物但宜渔的盐碱荒地约300万 hm^2 以上。本试验研究在东北松嫩平原苏打盐碱荒地建立了渔、农结合的生态渔业模式,为寻求该区盐碱地农业综合开发有效途径提供理论依据。

1 研究区域概况与研究方法

试验于2000~2002年在吉林省西部大安科技示范区进行,该区年均气温 4.3℃ , $\geq 10\text{℃}$ 年积温 2935℃ ,年无霜期137d,年太阳辐射量 $5259\text{MJ}/\text{hm}^2$,年均日照时数3013h,年降水量413mm,年蒸发量1749mm。试验地总面积 10.89hm^2 ,其中苇塘 1.92hm^2 、蒲塘(蒲草) 1.58hm^2 、草塘(杂草) 3.62hm^2 和低洼易涝荒地 3.77hm^2 。苇塘、蒲塘和草塘自然积水30~70cm,集水区面积 18hm^2 ,水体含盐量 $3.71\text{g}/\text{L}$, $\text{pH}9.22$,总碱度 $13.37\text{mmol}/\text{L}$,总硬度 $19.38\text{mmol}/\text{L}$ 。

苇塘养鱼试验即在苇塘周围开挖环沟(宽 $5.0\text{m}\times$ 深 1.0m),出土筑坝,且内部开挖明水沟(宽 $1.5\text{m}\times$ 深 50cm),与环沟相通,改造后苇塘明水面和芦苇区分别占30%和70%。鱼类放养量 $400\sim 500\text{kg}/\text{hm}^2$ (5700~6300尾/ hm^2),其中草食性鱼类(草鱼、鳊、鲂)占10%,杂食性鱼类(鲤、鲫)占70%,滤食性鱼类(鲢、鳙)占20%。6~8月份苇塘保持水深50~80cm,其他时间均保持水深20~40cm。投放鱼类前10d施有机肥 $4500\sim 6000\text{kg}/\text{hm}^2$,养殖期间每10~15d施1次有机肥 $1200\sim 1800\text{kg}/\text{hm}^2$;水温 $>20\text{℃}$ 时每7~10d追施1次尿素 $30\sim 45\text{kg}/\text{hm}^2$ 和过磷酸钙 $75\sim 90\text{kg}/\text{hm}^2$,全年追施有机肥8~10次和化肥10~12次。蒲塘养鱼试验即在明水区下挖50cm,水草区开挖(宽 $1.5\text{m}\times$ 深 50cm)明水沟,改造后蒲塘明水面占40%,蒲草区占60%。鱼类放养量 $375\sim 450\text{kg}/\text{hm}^2$ (5200~6000尾/ hm^2),其中草食性和滤食性鱼类各占15%,杂食性鱼类占70%,其他措施同苇塘养鱼试验。稻田养鱼试验即将低洼易涝地全部改造成稻田,打小井3眼,完善注、排水工程。单块田面积 $0.2\sim 0.5\text{hm}^2$,于田内开挖鱼沟和鱼坑,鱼沟呈“井”、“田”形(上口宽70~80cm,下底宽

* 中国科学院知识创新工程重大项目(KZCX1-SW-19-5-01)资助

收稿日期:2003-06-11 改回日期:2003-07-27

30~40cm,深50~60cm),每块田挖鱼坑1~2个(规格2.0~5.0m²,深1.0~1.2m)。鱼类放养量120~150kg/hm²(1800~2200尾/hm²),其中草鱼占30%~40%,鲤、鲫鱼占60%~70%,其他措施同苇塘养鱼试验。水资源再利用即将草塘改造成蓄水池,接纳天然降水和稻田排水,利用水生植物净化污水后补给苇塘和蒲塘。秋季捕鱼时苇塘和蒲塘水均排入蓄水池,经严冬酷冻,翌年春季再以10mg/L浓度漂白粉消毒后作为早春放鱼用水。淤泥改土即于冬初对苇塘和蒲塘清淤,淤泥施入稻田改土,春季放火烧荒。试验均按文献[1]方法测定水化学项目,以文献[2]方法测定土壤化学性质、微生物组成和酶活性。

2 结果与分析

2.1 经济效益

试验研究结果表明,苏打盐碱荒地实施生态渔业模式经济效益显著,2001~2002年平均单产水稻为6024.2kg/hm²、芦苇8336.2kg/hm²和蒲草7387.6kg/hm²;平均鱼产量稻田养鱼为912.1kg/hm²、苇塘养鱼3537kg/hm²、蒲塘养鱼2766kg/hm²;平均净收入5667.1元/hm²,产投比为2.074。

2.2 生态效益

苏打盐碱地实施生态渔业模式后由于施肥和淋洗盐碱,试验地0~20cm土层土壤含盐量明显下降,土壤有机质和营养元素含量均增加(见表1)。表2表明苏打盐碱地鱼-稻共生系统同样具有非盐碱环境下的生物学效应^[3]。由表3可知苏打盐碱地鱼-稻共生系统微生物数量明显高于未养鱼田,其原因是稻田开挖鱼沟和鱼坑后土壤孔隙度增加,土壤水容量降低和氧化还原电位升高,有毒物质含量下降,土壤微生物和酶活性均增强所致。同时施肥可增加土壤中营养物质含量,提高土壤肥力,为微生物创造良好生境,加速微生物的发育,特别是有有机肥含多种碳水化合物和矿质元素,可提高土壤通气性和温度,对增加土壤微生物活性起着主导作用^[2]。试验研究结果表明鱼-苇共生系统中芦苇可净化水质,为鱼类提供无毒少病害的水环境;而鱼类可摄食与芦苇争肥、争O₂、争空间的杂草、底栖动物及害虫,减少水体肥源消耗和芦苇病虫害,并疏松土壤,耕耘水体,改善苇塘水体生态环境,促进芦苇生长和地下茎发育繁殖,其排泄物又可增加肥源,提高芦苇质量与产量(见表4)。芦苇和蒲草是聚盐能力较强的经济植物,若聚盐系数分别按38.86和27.07计算^[4],则1个生长期苇塘和蒲塘可减少盐分507kg/hm²,相当于将250m³/hm²盐碱水由盐度3.0g/L淡化至1.0g/L。苇塘和蒲塘秋季排水盐度分别为0.84g/L和0.77g/L,碱度分别为6.72mmol/L和4.97mmol/L,表明水质逐渐淡化。本试验稻田排水通过蓄水池得到一次净化,然后补给苇塘和蒲塘养鱼的同时又得到二次净化。蓄

表1 试验区土壤养分变化

Tab.1 Changes of soil nutrients in the experimental area

类型 Model types	含盐量/g·kg ⁻¹ Salinity	有机质/g·kg ⁻¹ Organic matter	全N/mg·kg ⁻¹ Total N	全P/mg·kg ⁻¹ Total P	全K/mg·kg ⁻¹ Total K	速效氮/mg·kg ⁻¹ Available N	速效磷/mg·kg ⁻¹ Available P	速效钾/mg·kg ⁻¹ Available K	
稻田	开发前*	5.5±0.72	3.7±0.56	50.5±7.22	7.2±1.08	20.8±9.39	0.97±0.24	0.8±0.17	2.7±0.18
	开发后**	3.4±0.93	7.8±0.65	74.2±9.27	15.3±2.42	61.4±8.94	1.4±0.17	2.1±0.26	8.6±1.66
	变化率/%	-38.2	110.8	46.9	112.5	195.2	44.3	162.5	218.5
苇塘	开发前	4.1±0.71	9.2±0.37	36.5±7.92	9.6±2.73	42.1±8.67	5.4±1.17	1.2±0.28	6.2±1.44
	开发后	2.2±0.19	14.3±3.73	78.9±9.74	33.9±8.26	98.6±9.67	12.0±2.73	6.6±0.65	13.7±2.57
	变化率/%	-46.3	55.4	116.2	253.1	134.2	122.2	450.0	121.0
蒲塘	开发前	4.1±0.72	4.2±1.37	32.3±6.72	5.4±1.88	35.0±7.37	3.5±0.72	1.1±0.22	8.3±0.43
	开发后	2.3±0.47	9.2±2.42	73.8±8.71	12.7±4.27	69.1±7.56	15.8±4.33	2.7±0.47	13.4±2.74
	变化率/%	-43.9	119.0	128.5	135.2	97.4	351.4	145.5	61.4

*指1999年;**指2002年,下同。

表2 鱼-稻共生系统生态效益

Tab.2 Ecological benefits of fish-rice system

处理 Treatments	稻飞虱密度/头·m ⁻² Density of <i>Nilaparvata</i>	杂草产量/kg·hm ⁻² Weeds yield	农药用量/kg·hm ⁻² Quantity of pesticid	株高/cm Plant heigh	穗长/cm Ear length	穗粒数/粒·穗 ⁻¹ Grain number per ear	千粒重/g 1000-grain weight	稻谷产量/kg·hm ⁻² Rice yield
鱼-稻系统	27.6±2.44	295.5	9.0±1.37	83.7±11.32	14.8±2.47	77.8±10.27	24.2±1.17	6024.2
常规种稻	49.7±1.73	746.2	19.3±2.12	74.8±9.82	13.7±3.25	69.1±13.2	22.7±2.73	5511.0
变化率/%	-44.5	-60.4	-53.4	11.9	8.0	12.6	6.6	9.3

水池由沉水植物、挺水植物、浮叶植物和底栖周丛藻类构成立体植物型净化系统,吸收、富集和转化重金属等有毒物质及盐碱成分;苇塘和蒲塘则由滤食性和底栖杂食性鱼类构成立体动物型净化系统,滤食、转化水中悬浮有机物、浮游生物和底泥有机腐屑,并通过收割排出系统外部,实现污染物和盐分总量的减少,减轻对环境的危害,其效果与“多样生物污水净化系统”相同^[5]。该生态渔业模式使水资源有效再利用,苇塘和蒲塘养鱼年均节水 1.08 万 m³/hm² 和 8200m³/hm²;随补水进入苇塘和蒲塘的总 N 分别为 40.18kg/hm² 和 32.14 kg/hm²,总 P 分别为 26.77kg/hm² 和 20.34kg/hm²,相当于节约尿素 130kg/hm² 和磷酸二铵 160kg/hm²。

表3 鱼-稻共生系统土壤微生物数量及其组成

Tab.3 Amount and composition of soil microbe in fish-rice system

日期(年-月) Date (year-month)	处理 Treatments	总数量/万个·g ⁻¹ Total amount of microbe	霉菌/万个·g ⁻¹ Amount of mould	细菌/万个·g ⁻¹ Amount of bacterium	真菌/万个·g ⁻¹ Amount of fungus	放线菌/万个·g ⁻¹ Amount of actinomyces	碱性磷酸酶/mg·g ⁻¹ Alkaline phosphatase	脲酶/mg·g ⁻¹ Urease	中性磷酸酶/mg·g ⁻¹ Neutral phosphatase
2001-06	鱼-稻系统	1179.4	7.423	476.4	198.3	498.4	18.56	1.93	1.35
	常规种稻	350.2	3.145	230.7	81.2	36.7	17.04	1.12	1.18
2001-08	鱼-稻系统	1013.7	6.739	435.8	148.3	423.8	17.49	2.03	1.33
	常规种稻	378.2	4.803	254.7	92.3	27.6	15.29	0.94	1.16
2002-07	鱼-稻系统	1339.1	9.732	573.9	133.7	623.4	20.61	2.14	1.54
	常规种稻	474.5	5.604	305.4	115.8	48.3	13.83	1.34	0.93
2002-09	鱼-稻系统	1215.4	8.447	502.4	123.2	582.2	19.29	2.45	1.51
	常规种稻	479.3	5.634	336.5	102.5	36.3	16.87	1.46	1.07

表4 鱼-苇共生系统生态效益

Tab.4 Ecological benefits of fish-reed system

处理 Treatments	底栖动物/个·m ⁻² Amount of benthic animal	昆虫/头·m ⁻² Amount of insect	水植物产量/kg·hm ⁻² Yield of aub- merged plants	芦苇密度/株·m ⁻² Reed density	芦苇株高/cm Plant height of reed	芦苇茎粗/mm Straw thick of reed	芦苇产量/kg·hm ⁻² Reed yield
开发前	97.2 ± 10.82	52.4 ± 2.74	1743.0 ± 23.73	154.9 ± 21.28	129.9 ± 33.44	4.4 ± 1.29	6183.0
开发后	19.4 ± 5.67	25.3 ± 3.72	449.7 ± 87.57	223.7 ± 32.89	163.7 ± 20.72	5.3 ± 1.47	8336.2
变化率/%	-80.0	-51.7	-74.2	44.4	26.0	20.5	34.8

3 小 结

东北松嫩平原苏打盐碱地实施生态渔业模式经济效益显著,并改善盐碱地生态环境,保持了自然湿地原型,是有效的“环保效益型”农业生产模式,值得在同类苏打盐碱地农业综合开发中大力推广应用。

参 考 文 献

- 1 雷衍之主编.淡水养殖水化学.南宁:广西科学技术出版社,1993.147~209
- 2 王慎强等.长期施用有机肥与化肥对潮土土壤化学及生物学性质的影响.中国生态农业学报,2001,9(4):67~69
- 3 黄毅斌等.稻-萍-鱼体系对稻田土壤环境的影响.中国生态农业学报,2001,9(1):74~76
- 4 李永函主编.淡水生物学.北京:高等教育出版社,1993.145~198
- 5 夏雪芬等.多样生物污水净化系统研究及其应用.中国生态农业学报,2001,9(3):80~82