

对虾对东北苏打盐碱湖泊的适应性研究^{*}

杨富亿 李秀军 赵春生 陈渊

(中国科学院东北地理与农业生态研究所 长春 130012)

摘要 碱度、pH对凡纳滨对虾幼虾的急性中毒实验和盐碱湖泊幼虾生存能力试验结果表明,碱度对幼虾的24h半数有效浓度(EC₅₀)为2.73mmol/L,24h、48h、96h半数致死浓度(LC₅₀)分别为12.40mmol/L、11.24mmol/L及10.49mmol/L,长期生存的安全浓度(SC)为2.77mmol/L。当碱度为5.37~14.66mmol/L时,pH对幼虾的24h、48h、72h、96h半数致死值(LpH₅₀)分别为9.26~8.98、9.14~8.86、9.10~8.80及9.00~8.80,长期生存的安全值(SpH)为8.42~8.14。幼虾在碱度为18.68~38.78mmol/L、含盐量1.57~3.50g/L、pH8.5~9.5的苏打盐碱湖泊可存活4.8~9.2h。凡纳滨对虾幼虾对水环境碱度和pH的适应性,以及对东北地区苏打盐碱湖泊水环境的综合适应性均低于淡水鱼类。

关键词 凡纳滨对虾 盐碱湖泊 适应性 东北地区

Prawn adaptability to saline-alkali soda lakes of northeast China. YANG Fu-Yi, LI Xiu-Jun, ZHAO Chun-Sheng, CHEN Yuan (Northeast Institute of Geography and Agricultural Ecology, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130012, China), *CJEA*, 2007, 15(5): 115~119

Abstract Soda saline-alkali water was added into the water from desalinated prawn pond, to study the juvenile *Litopenaeus vannamei* adaptability to saline-alkali water. A one-way toxicity test and a live ability test of juvenile shrimp were carried out in saline-alkali soda lakes. Results show medium effect concentration (EC₅₀) of alkalinity for juvenile shrimp in 24 hours to be 2.73mmol/L, medium lethal concentration (LC₅₀) in 24hrs, 48hrs and 96hrs to be 12.40mmol/L, 11.24mmol/L and 10.49mmol/L respectively, and safe concentration (SC) to be 2.77mmol/L. When alkalinity is 5.37~14.66mmol/L, medium lethal pH (LpH₅₀) in 24hrs, 48hrs, 72hrs and 96hrs of juvenile shrimp are 9.26~8.98, 9.14~8.86, 9.10~8.80 and 9.00~8.80 respectively, and safe pH (SpH) is 8.42~8.14. Juvenile shrimp can survive 4.8~9.2hrs in saline-alkali soda lakes at an alkalinity of 18.68~38.78mmol/L, salt content of 1.57~3.50g/L and pH level of 8.5~9.5. The adaptability of desalinated juvenile shrimp to alkalinity and pH is poorer than that of freshwater fishes and its comprehensive adaptive capacity to saline-alkali soda lakes of northeast China is lower too.

Key words *Litopenaeus vannamei*, Saline-alkali soda lake, Adaptability, Northeast China

(Received Nov.20,2005;revised March 3,2006)

在我国半干旱地区的东北西部近150万hm²的苏打盐碱湖泊中,目前只有少数盐碱化程度较低的水域被渔业利用。若养殖来自海洋的对虾,则可显著提高水域资源利用率和渔业经济效益。本研究通过碱度和pH对淡化凡纳滨对虾(*Litopenaeus vannamei* Boone,1931)幼虾的急性中毒实验和幼虾在盐碱湖泊生存能力试验,探讨了对虾对东北苏打盐碱湖泊水环境的适应性及其养殖的可能性。

1 试验材料与方 法

试验于2002~2004年在松嫩平原的吉林省大安市红岗子乡和大榆树乡进行。该区年均气温4.3℃,年降水量305mm,年蒸发量1749mm,年日照时数3013h,年无霜期135d。所用幼虾购自辽宁省营口市淡化虾塘,体长22.7±9.4mm,体重1.621±0.594g。室内急性中毒实验以澄清、过滤的原虾塘水(碱度1.03mmol/L,含盐量3.62g/L,pH7.1)作为基础水,天然盐碱湖泊水(碱度38.78mmol/L,含盐量3.29g/L,pH9.4)作为稀释用水;实验器具为40cm×30cm×20cm的玻璃缸,盛实验水12~15L。盐碱湖泊幼虾生存能力试验在9处养鱼水域进行,其水化学特征见表1。试验器具为规格2.0m×1.0m×0.8m的40目网箱。

^{*}“十五”国家科技攻关项目(2001BA508B04)和吉林省科学技术发展计划项目(20020227-2)资助

收稿日期:2005-11-20 改回日期:2006-03-03

表 1 盐碱湖泊水化学特征*

Tab. 1 Chemical characters of water in saline-alkali lakes

试验地点 Site	离子质量浓度/ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ Ion concentration								N	M	碱度/ $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ Alkalinity	含盐量/ $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ Salinity	pH	
	K^+	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Cl^-	SO_4^{2-}	CO_3^{2-}	HCO_3^-						
红岗子	A	1.9	859.3	10.0	48.6	291.1	2.2	210.2	1920.8	452.3	8.2	38.50	3.34	9.3
	B	1.2	867.8	12.5	44.1	215.8	1.7	207.4	1944.2	699.8	8.8	38.78	3.29	9.4
	C	0.8	441.2	90.0	47.5	220.1	0.1	0.0	1032.4	558.5	2.3	16.92	1.83	8.9
	D	1.0	540.0	81.2	43.2	272.6	0.1	0.0	1156.6	556.7	3.1	18.96	2.09	8.8
	E	2.2	702.0	59.0	49.9	349.3	0.4	25.9	1417.2	322.0	4.3	24.09	2.61	8.5
大榆树	F	1.9	561.2	42.0	61.2	131.4	6.8	225.4	1422.5	295.4	3.4	30.83	2.45	9.4
	G	3.6	888.7	22.0	61.2	596.5	7.6	159.1	1550.3	246.9	6.3	30.72	3.29	9.4
	H	2.3	310.3	60.0	40.8	88.8	6.7	79.6	977.4	134.9	2.1	18.68	1.57	9.4
	I	3.7	1025.1	18.0	56.4	635.5	22.0	245.3	1698.6	277.1	8.0	36.02	3.50	9.5

* M 为离子系数 $[(\text{K}^+ + \text{Na}^+)/(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})]$, N 为 Na^+/K^+ 值。

碱度急性中毒实验。采用“Karber 等对数间距法”^[1]设计实验梯度。其调配方法为在 12L 基础水中添加盐碱湖泊水,添加量(L)按公式 $V = (\text{实验梯度} - 1.03) / (3.23 - 0.083 \times \text{实验梯度})$ 计算(推导从略),以实测值作为实际实验梯度。以基础水为对照组,每组 2 次重复,各投放幼虾 10 尾,结果取平均值。分别以幼虾 24h 阳性反应率和 24h、48h、96h 死亡率作计算,判别标准为沉入水底,附肢能自然活动者为阳性反应,附肢不能活动,且对解剖针的刺激毫无反应者视为死亡。实验期间水温 $23.7 \pm 1.2^\circ\text{C}$,水体含氧量 $6.91 \pm 1.12\text{mg/L}$,每隔 24h 更换 1/3 实验水,连续充气,每天足量投喂 1 次卤虫无节幼体。

pH 急性中毒实验。按上述方法在 5~35mmol/L 范围内,按公差 5mmol/L 设计 7 个碱度梯度,每个碱度梯度在 7.5~10.0 范围内,按公差 0.5pH 单位设计 6 个 pH 梯度。实测每个梯度的 pH,若 < 8.5 ,再加入 0.1mol/L 的 HCl 和 1.0mol/L 的 NaHCO_3 调节;若 > 8.5 ,则用 0.1mol/L 的 NaOH 和 1.0mol/L 的 Na_2CO_3 调节,加入量按“天然水体 pH 基本调整方程”计算^[2]。实验期间根据碱度和 pH 的变化随时调整,以 24h 平均值作为实际梯度并作计算。每个 pH 梯度为一组,投放幼虾 15 尾,分别以 24h、48h、72h、96h 死亡率作计算。实验期间水温 $23.0 \pm 1.0^\circ\text{C}$,水体含氧量 $7.13 \pm 1.57\text{mg/L}$,每隔 24h 更换 1/2 实验水,其他条件同碱度实验。

盐碱湖泊幼虾生存能力试验。碧空条件下每处湖泊设置 2 只网箱,各投放幼虾 100 尾,幼虾入水即开始计时,以最后 1 尾幼虾死亡所经历的时间作为生存能力评价标准,结果取平均值。试验期间气温 24.9°C ,水温 22.5°C ,水体含氧量 8.61mg/L 。

水化学测试、评价指标及其计算。水环境 K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 质量浓度采用火焰光度法测定,以容量法测定 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- 质量浓度^[3], $\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$ 总量(转化为 mmol/L)作为碱度。pH 和含氧量分别用 pHB-4 型酸度计和 CY-2 型测氧仪监测。幼虾对碱度的适应性评价指标包括碱度对幼虾的 24h 半数有效浓度(Medium effect concentration, EC_{50})和 24h、48h、96h 半数致死浓度(Medium lethal concentration, LC_{50}),均通过“概率单位回归法”计算^[4];长期生存的安全浓度(Safe concentration, SC),采用公式“ $0.3 \times 48\text{h LC}_{50} / (24\text{h LC}_{50} / 48\text{h LC}_{50})^2$ ”计算^[5]。幼虾对 pH 的适应性评价指标包括 pH 对幼虾的 24h、48h、72h 和 96h 半数致死值(Medium lethal pH, LpH_{50}),并采用“直线内插法”计算^[6];长期生存的安全值(Safe pH, SpH),根据公式“ $3 \times (48\text{h LpH}_{50}) - 2 \times (24\text{h LpH}_{50}) - 0.48$ ”计算(推导从略)。

2 结果与分析

2.1 凡纳滨对虾幼虾对碱度的适应性

碱度对幼虾的急性毒性实验结果分别见表 2 和表 3。相关分析表明,24h 幼虾阳性反应率的概率单位(Y)与碱度对数(X)的关系式为:

$$Y = 0.064 + 0.074 X \quad (r = 0.993, df = 5, r_{0.01} = 0.874) \quad (1)$$

由式(1)可计算碱度对幼虾急性毒性作用的 24h EC_{50} 值(表 2)。24h、48h、96h 幼虾死亡率的概率单位(Y')与碱度对数(X')的关系式分别为:

$$24\text{h } Y' = 0.889 + 0.041 X' \quad (r = 0.988, df = 5) \quad (2)$$

$$48\text{h } Y' = 0.850 + 0.040 X' \quad (r = 0.979, df = 5) \quad (3)$$

$$96\text{h } Y' = 0.817 + 0.041 X' \quad (r = 0.958, df = 4, r_{0.01} = 0.917) \quad (4)$$

由式(2)~(4)可计算碱度对幼虾的 24h、48h、96h LC₅₀ 值以及 SC 值(表 3)。由表 2、3 可知,凡纳滨对虾幼虾对高碱度的适应性较差,其 24h EC₅₀ 值和 SC 值都接近于淡水养殖水质标准 1~3 mmol/L 的上限^[3]; 24h LC₅₀ 值凡纳滨对虾幼虾低于鲤 (*Cyprinus carpio*)、鲢 (*Hypophthalmichthys molitrix*)、鳙 (*Aristichthys nobilis*)、草鱼 (*Ctenopharyngodon idellus*) 等

表 2 碱度对幼虾的 24h 半数有效浓度

Tab.2 24h EC₅₀ of the alkalinity to juvenile shrimp

碱度/mmol·L ⁻¹ Alkalinity	阳性反应数/尾 Number of positive reaction	阳性反应率/% Rate of positive reaction	24h EC ₅₀ /mmol·L ⁻¹
1.17	0	0	
1.50	2.0	20	
1.92	2.5	25	
2.46	4.0	40	
3.15	6.5	65	2.73
4.03	7.5	75	
5.19	8.5	85	
6.64	10.0	100	
1.03(CK)	0	0	

表 3 碱度对幼虾的半数致死浓度与安全浓度

Tab.3 LC₅₀ and SC of the alkalinity to juvenile shrimp

碱度/mmol·L ⁻¹ Alkalinity	24h		48h		96h	
	死亡数/尾 Death	死亡率/% Mortality	死亡数/尾 Death	死亡率/% Mortality	死亡数/尾 Death	死亡率/% Mortality
7.12	0	0	1	10	2	20
8.17	0.5	5	2	20	2.5	25
9.78	2.5	25	2.5	25	3.5	35
11.23	4	40	4.5	45	4.5	45
12.89	4.5	45	6	60	7.5	75
14.80	7	70	8	80	9	90
16.99	9	90	10	100		
19.50	10	100				
1.03(CK)	0	0	0	0	0	0
LC ₅₀ /mmol·L ⁻¹	12.40		11.24		10.49	
SC/mmol·L ⁻¹			2.77			

淡水经济鱼类(分别为 50.0mmol/L、95.0mmol/L、65.7mmol/L 及 82.2mmol/L), SC 值也低于鲢、鳙、草鱼(分别为 32.7mmol/L、10.7mmol/L 及 20.8mmol/L)^[7], 而与天然海水和虾塘水体的碱度基本一致(分别为 2.0~3.5mmol/L 及 1~4mmol/L)^[2,8~13]。鲢、鳙、草鱼是对碱度适应性最差的淡水经济鱼类, 10mmol/L 的碱度被视为养殖水体的危险指标^[7], 此指标已高于本实验幼虾长期生存的安全碱度 2 倍以上。表明幼虾对碱度的适应性比淡水鱼类差, 即

便这些鱼类能够正常生活的盐碱湖泊, 幼虾也不一定能生存。而同样来自海洋并已在内陆盐碱池塘广泛养殖的花鲈 (*Lateolabrax japonicus*), 碱度对其体长为 3.19±0.21cm 的幼鱼急性中毒的 24h LC₅₀ 值和 SC 值分别为 101.05mmol/L 和 7.44mmol/L^[14], 明显高于本实验凡纳滨对虾幼虾的 24h LC₅₀ 值及 SC 值。表明养殖花鲈的内陆盐碱池塘也不一定能饲养对虾。

2.2 凡纳滨对虾幼虾对 pH 的适应性

实验发现, 凡纳滨对虾幼虾对 pH 的适应性随碱度的升高而下降, 当碱度达到一定水平后, 幼虾的生存则完全由碱度控制, 即便 pH 调节在 7.5~8.5 的适宜范围, 其实际存活时间也仅为 0.05~0.5h, 此时碱度已先于 pH 而限制幼虾生存。本实验中碱度为 19.71mmol/L 时, 幼虾可至少存活 48h, 而在碱度 25.33mmol/L 水体的存活时间则不足 24h。故正常 pH 条件下, 25mmol/L 左右的碱度很可能是幼虾生存碱度的上限。研究结果表明^[7], 在本实验 10.72~14.66mmol/L 碱度范围内, pH 对鲢鱼的 24h、48h、72h 及 96h LC₅₀ 值分别为 9.64~10.14、9.62~10.10、9.54 和 9.38~9.84, SpH 值为 9.10~9.54(为本文作者根据原文献资料计算结果)。可见幼虾对 pH 的适应性不如鲢鱼, 其 24~96h LC₅₀ 值平均低 0.92±0.18pH 单位, SpH 值平均低 1.13±0.23pH 单位(表 4)。一般鲢、鳙、鲤、草鱼等淡水经济鱼类可适应的 pH 上限在 10.2~10.4^[3,6], 且在碱度为 10~40mmol/L、pH9.2~9.5 的高盐碱湖泊仍生长良好^[15,16]。表明幼虾对 pH 的适应能力, 以及对高碱度和高 pH 的综合适应能力均差于淡水鱼类。

2.3 凡纳滨对虾幼虾在苏打盐碱湖泊的生存能力及与水环境因子的关系

试验结果表明, 幼虾在红岗子乡 A~E 各水域的存活时间分别为 5.2h、4.8h、8.7h、9.2h 和 8.2h, 在大

表 4 pH 对幼虾的半数致死值和安全值
Tab.4 LpH₅₀ and SpH of the pH to juvenile shrimp

pH	碱度 /mmol·L ⁻¹	LpH ₅₀				SpH
	Alkalinity	24h	48h	72h	96h	
7.5~10.0	5.37±0.86	9.26	9.14	9.10	9.00	8.42
7.5~10.0	10.72±0.94	9.10	8.97	8.82	8.70	8.23
8.0~10.0	14.66±0.83	8.98	8.86	8.80	8.80	8.14
8.0~10.0	19.71±1.31	8.54	8.47	—	—	7.85
8.5~10.0	25.33±1.27	—	—	—	—	—
8.5~10.0	31.42±1.17	—	—	—	—	—
8.5~10.0	36.42±2.49	—	—	—	—	—

榆树乡 F~I 各水域存活时间分别为 5.9h、6.2h、5.9h 及 7.4h。可见未驯化幼虾在碱度为 18.68~38.78mmol/L、含盐量 1.57~3.50g/L、pH8.5~9.5 的苏打盐碱湖泊生存时间均不超过 10h,但这些湖泊中所放养的鲢、鳙、鲤、草鱼以及青鱼 (*Mylopharyngodon piceus*)、鲫 (*Carassius auratus*)、团头鲂 (*Megalobrama amblycephala*)和鲈 (*Silurus asotus*)等经济鱼类却生长良好,年均产量 450~1200kg/hm²,表明幼虾对苏打盐碱湖泊水环境的综合适应性也较淡水经济鱼类差。

相关分析表明(表 5),幼虾存活时间受多种水环

境因子的影响,且这些因子之间是相互作用的,这就使得某一因子的独立作用有可能增强或被减弱。这些环境因子中, K⁺ 质量浓度、Na⁺ / K⁺ 值及离子系数的影响作用相对较弱(单相关系数与三级偏相关系数绝对值基本一致);含盐量和 Ca²⁺ 质量浓度的作用受其他因子的影响较大(单相关系数与三级偏相关系数绝对值差别相对较大)。碱度、pH 与存活时间的单相关系数均为显著负相关,三级偏相关系数也都为负相关,且与单相关系数绝对值的差别相对较小。表明尽管其他因子的作用削弱了碱度和 pH 对幼虾生存能力的影响,但这种干扰作用相对较弱,在诸多生态因子中碱度和 pH 仍起着主要限制作用,有可能成为苏打盐碱湖泊幼虾生存的主要影响因子。

表 5 盐碱湖泊幼虾存活时间与环境因子的相关性

Tab.5 The correlation between environment factors and survival time of juvenile shrimp in saline-alkali lakes

简单相关 (df=7)		一级偏相关 (df=6)		二级偏相关 (df=5)		三级偏相关 (df=4)	
Simple relationship		Grade-1 ecentric relationship		Grade-2 ecentric relationship		Grade-3 ecentric relationship	
r_{at}	-0.697*	$r_{at·k}$	-0.687	$r_{at·tn}$	-0.676	$r_{at·knp}$	-0.495
		$r_{at·n}$	-0.713*	$r_{at·np}$	-0.476		
		$r_{at·p}$	-0.506	$r_{at·kp}$	-0.587		
r_{pt}	-0.750*	$r_{pt·k}$	-0.752*	$r_{pt·kn}$	-0.750	$r_{pt·kna}$	-0.626
		$r_{pt·n}$	-0.753*	$r_{pt·an}$	0.814*		
		$r_{pt·a}$	0.605	$r_{pt·ak}$	0.597		
r_{st}	-0.441	$r_{st·c}$	0.891**	$r_{st·cp}$	0.878**	$r_{st·cpm}$	0.836*
		$r_{st·p}$	-0.229	$r_{st·pm}$	0.270		
		$r_{st·m}$	0.265	$r_{st·mc}$	0.825*		
r_{mt}	-0.539	$r_{mt·c}$	0.612	$r_{mt·ca}$	0.564	$r_{mt·cap}$	0.507
		$r_{mt·a}$	0.409	$r_{mt·ap}$	0.694		
		$r_{mt·p}$	-0.337	$r_{mt·pc}$	0.512		
r_{ct}	0.782	$r_{ct·m}$	0.811*	$r_{ct·ma}$	0.659	$r_{ct·map}$	0.450
		$r_{ct·a}$	0.556	$r_{ct·ap}$	0.407		
		$r_{ct·p}$	0.558	$r_{ct·pm}$	0.639		
r_{kt}	-0.210	$r_{kt·a}$	0.134	$r_{kt·an}$	0.908**	$r_{kt·apn}$	0.194
		$r_{kt·p}$	-0.201	$r_{kt·ap}$	-0.054		
		$r_{kt·n}$	-0.223	$r_{kt·np}$	0.176		
r_{nt}	0.102	$r_{nt·k}$	-0.082	$r_{nt·ka}$	0.872*	$r_{nt·kap}$	-0.217
		$r_{nt·a}$	0.274	$r_{nt·ap}$	0.713		
		$r_{nt·p}$	-0.143	$r_{nt·pk}$	-0.152		

* 表示显著相关 ($\alpha=0.05$), ** 表示极显著相关 ($\alpha=0.01$); a 为碱度, p 为 pH, s 为含盐量, m 为离子系数, c 为 Ca²⁺ 质量浓度, k 为 K⁺ 质量浓度, n 为 Na⁺ / K⁺ 值, t 为幼虾存活时间。

3 小结与讨论

干旱、半干旱的气候环境造成东北地区西部盐碱湖泊丰水与枯水、离子浓缩与稀释的周期性变化,水环境因子波动频繁,给水生动物提供了驯化与适应的机会,强化了对水环境的综合适应性。耐碱能力最差的鲢、鳙、草鱼能在碱度和 pH 都明显高于其安全值的苏打型盐碱湖泊生长良好,东北雅罗鱼 (*Leuciscus waleckii*)、麦穗鱼 (*Pseudorasbora parva*)和鲫鱼在 pH 为 9.6、碱度 44.9mmol/L (高于 3 种鱼生存的安全碱度 19.5~22.2mmol/L 1 倍以上)的达里湖也能正常生长^[15,17],都与这种驯化与适应有关。天然海水的碱度和 pH 各自稳定在 2.5~3.1mmol/L 和 8.1~8.3^[2],生命起源于海洋的对虾可能因缺少高碱度、高 pH 的水环境驯化与适应过程,还难以适应本试验的盐碱湖泊,但尚不致“入水即死”,均可存活一段时间,尤其在碱度

为 19.71mmol/L 的水体至少可存活 48h。说明幼虾对盐碱湖泊的水环境仍有一定的适应性,从而为开展驯化养殖提供了可能性。

沿海地表、地下咸水以及近海内陆氯化物型盐碱水(如辽河三角洲和黄河三角洲地区),对虾养殖的主要限制因子是 K^+ 质量浓度(偏低)和 Na^+/K^+ 值(偏高)^[8~12],而其他水环境因子都比较适宜。用这些水养虾时只需添加适量的 KCl,调整 K^+ 质量浓度的比例结构及 Na^+/K^+ 值,即可满足对虾生长要求。但在东北地区苏打盐碱湖泊中,影响对虾生存的水环境因子相对复杂, K^+ 质量浓度和 Na^+/K^+ 值不再是限制因子,上述“离子调节技术”并不适合此类盐碱水;再加上高碱度、高 pH 的障碍,使对虾养殖更加困难。本研究结果认为:通过适应性驯化提高对虾对盐碱水环境一系列生态因子组合的综合适应性,是东北地区苏打盐碱湖泊养殖对虾的有效途径。

参 考 文 献

- 1 邓 欢,刘亚杰.吡啶酸(PPA)对中国对虾仔虾幼体的半致死量(EL_{50})及半有效量(ED_{50})的试验研究.水产科学,1992,11(4):7~9
- 2 陈佳荣,臧维玲,金送笛,等.水化学.北京:中国农业出版社,1996.46~51,63~74
- 3 雷衍之,陈佳荣,臧维玲,等.淡水养殖水化学.南宁:广西科学技术出版社,1993.111~116,164~175
- 4 吴志新,陈孝煊.红螯螯虾对盐度耐受性的研究.水利渔业,1997(4):20~21
- 5 王吉桥,赵兴文.鱼类增养殖学.大连:大连理工大学出版社,2000.321~326
- 6 刘建康,何碧梧.中国淡水鱼类养殖学(第三版).北京:科学出版社,1992.742~744
- 7 雷衍之,董双林,沈成钢,等.碳酸盐碱度对鱼类毒性作用的研究.水产学报,1985,9(2):171~183
- 8 肖国强,潘鲁青,冉宪宝,等.低盐度地下卤水养殖南美白对虾的研究.海洋科学,2002,26(12):36~40
- 9 栾治华,潘鲁青,肖国强,等.沿黄低洼盐碱地对虾养殖技术的研究.海洋湖沼通报,2003(3):71~77
- 10 曾现英,徐高峰,张新峰.北方盐碱洼地养殖南美白对虾试验.淡水渔业,2004,34(5):34~35
- 11 李鲁晶,王春生,朱丰锡,等.南美白对虾盐碱地渗水大面积健康养殖技术.海洋渔业,2002,24(2):75~78
- 12 李永富,丁理法,陈海伟,等.南美白对虾淡水养殖试验报告.水利渔业,2002,22(3):25~26
- 13 王 权,刘国宁.盐碱地区卤淡水池养南美白对虾高产技术.齐鲁渔业,2002,19(7):37~38
- 14 郑伟刚,张兆琪,张美昭,等.盐度与碱度对花鲈幼鱼的毒性研究.中国生态农业学报,2005,13(3):116~118
- 15 杨富亿.盐碱湿地及沼泽渔业利用.北京:科学出版社,2000.22~106,250~314
- 16 梁秀琴,王福玲.关于盐碱水域水化学因子与渔业利用问题.大连水产学院学报,1993,8(4):67~72
- 17 史为良.我国某些鱼类对达里湖碳酸盐型半咸水的适应能力.水生生物学集刊,1981,7(3):359~369

欢迎订阅 2008 年《植物遗传资源学报》

《植物遗传资源学报》是中国农业科学院作物科学研究所和中国农学会主办的专业性学术期刊,全国优秀农业期刊。该刊为中国科技核心期刊(中国科技论文统计源期刊)、中国科学引文数据库来源期刊(核心期刊)、中国核心期刊(遴选)数据库收录期刊、中国学术期刊综合评价数据库统计源期刊,被《中国生物学文摘》和中国生物学文献数据库、中文科技期刊数据库收录。据中国期刊引证研究报告统计,2006 年度《植物遗传资源学报》影响因子达 0.872。

本刊报道内容为大田、园艺作物,观赏、药用植物,林用植物、草类植物及其一切经济植物的有关植物遗传资源基础理论研究、应用研究方面的研究成果、创新性学术论文和高水平综述或评论。诸如,种质资源的考察、收集、保存、评价、利用、创新、信息学、管理学等;起源、演化、分类等系统学;基因发掘、鉴定、克隆、基因文库建立、遗传多样性研究。

本刊为季刊,大 16 开本,128 页。定价 20 元/册,全年 80 元。各地邮局发行,邮发代号:82-643。国内刊号:CN11-4996/S,国际统一刊号:ISSN1672-1810。本刊编辑部常年办理订阅手续,如需邮挂每期另加 3 元。

地 址:北京市中关村南大街 12 号 中国农业科学院《植物遗传资源学报》编辑部

邮 编:100081 电 话:010-62180257 62180279(兼传真)

E-mail:zwyczyxb2003@163.com zwyczyxb2003@sina.com