

制糖工业废水处理后的灌溉生态效应^{*}

徐亚幸¹, 郑政伟¹, 辛国荣¹, 梁近光², 杨中艺¹

(1. 中山大学生物防治国家重点实验室 // 生命科学学院, 广东 广州 510275;

2. 广西必佳微生物工程有限公司, 广西南宁 530022)

摘 要: 应用经复合微生物技术处理的制糖和酒精发酵混合废水进行灌溉实验, 探讨实现工业废水无害化及资源化的可行性。为期 2 a 的实验结果表明, 灌溉废水对土壤的肥力没有不良的影响, 不会造成土壤肥力的下降或土壤酸化, 也不存在增加土壤重金属质量分数的危险。

关键词: 废水灌溉; 废水处理; 土壤性状; 复合微生物技术; 甘蔗

中图分类号: Q89 **文献标识码:** A **文章编号:** 0529-6579 (2003) 06-0078-05

缺水是当今一个世界性的普遍现象。目前全球 1/5 以上的人口面临中高度缺水压力。我国是世界 13 个贫水国之一, 水资源人均占有量远低于世界平均水平, 而且水资源在时空上的分布也极不平衡, 历来就存在缺水的干旱区^[1]。

随着社会经济的发展, 生产、生活用水量不断增加; 与此同时, 废水的排放量也不断增加。由于生活污水及工业废水的排放而造成的水体污染导致水质恶化, 使缺水的问题更显突出。鉴于此, 有专家指出, 废水是放错地方的资源, 必须加以充分的利用, 以缓解我国水资源短缺。事实证明, 利用废水灌溉农田是解决水资源短缺的有效途径, 既可部分解决农业缺水问题, 加上部分废水含有作物生长所需的营养物, 还可以降低农业生产成本, 增加经济效益。废水农灌减少了废水的直接外排, 土地系统对废水还有一定程度的处理作用, 所以废水灌溉可减轻废水排放对环境的压力。但是, 不合理的污灌所带来的土壤污染问题也不容忽视, 特别是用未经处理的工业废水灌溉对土壤所造成的危害很大。常见的有土壤的重金属污染及土壤理化性状的改变^[2]。另外, 污灌也有可能对作物造成影响。因此, 用于农业灌溉的废水必须经过合适的处理, 以减少其对土壤及作物可能带来的不良影响。

广西柳兴实业开发总公司是一家集农、工、商等综合经营的国有大型企业, 属下的新兴糖厂日榨能力达 7 000 t, 全厂每天产生的制糖和制酒精混合废水量为 14 000 m³; 属下的农场以种植甘蔗 *Saccharum officinarum* L. 为主, 有甘蔗地 2 700 hm²,

该地区春旱频发, 甘蔗生产常受影响。曾尝试将未经处理废水用于蔗田灌溉, 但由于废水浓度高、酸性大, 结果造成土壤板结, 废水因腐败而发生恶臭, 甚至造成蔗苗死亡, 同时高浓度废水还容易污染流域水系。因此, 废水农灌也就没有继续, 废水处置问题因而成为制约该企业发展的关键问题。

从 1997 年开始, 该厂采用复合微生物技术进行废水排放前处理, 一方面废水由于腐败而发生的恶臭消除, 另一方面废水酸性和有机物质量分数也大幅度下降, 这为废水回用创造了良好的条件。本研究探讨了上述经处理废水灌溉甘蔗的可行性, 对于实现高浓度工业有机废水无害化和资源化, 解决该地区甘蔗灌溉用水缺乏的问题有重要的意义和应用价值。

1 材料和方法

1.1 试验地概况

制糖和酒精废水的灌溉试验从 1999 年元月开始, 2000 年底结束, 共进行 2 a。试验地设于广西柳兴实业开发总公司属下农场的甘蔗地。该农场位于广西柳州市市郊, 属于华中蔗区南岭闽浙亚区, 其年降雨量 1500 mm 左右, 尤其在冬季植蔗时期缺水, 经常发生严重干旱而影响甘蔗种植。试验期间当地月均气温和降雨量如表 1 所示, 1999 年冬季至 2000 年春季的干旱持续了 3 个月。当地蔗田土壤主要为黄壤, 肥力不高, 酸性强, 有机质质量分数低, 养分不足, 特别是缺乏磷、钾、氮、钙等养分 (表 2)。

* 收稿日期: 2003-03-03

基金项目: 国家“九五”科技攻关资助项目 (96-920-18-01)

作者简介: 徐亚幸 (1970 年生), 男, 博士, 通讯联系人, 杨中艺; E-mail: adszyz@zsu.edu.cn

表 1 试验期间当地月均气温和降雨量

Tah 1 Monthly average temperature and precipitation in the experimental periods

项目	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
$T_{1999}/^{\circ}\text{C}$	11. 8	15. 9	15. 9	22 0	23. 8	27. 5	28. 3	27. 7	26 6	23. 5	12. 9	12. 2
P_{1999}/mm	37. 9	29. 9	29. 9	294. 0	261. 3	224. 7	376. 7	340. 2	113. 2	81. 1	61. 0	13. 2
$T_{2000}/^{\circ}\text{C}$	11. 4	15. 8	15. 8	20. 4	25. 0	27. 6	29. 3	29. 1	26. 7	22. 1	15. 8	13. 6
P_{2000}/mm	11. 2	66. 8	66. 8	197. 9	315. 2	232. 0	81. 7	177. 5	19. 7	188. 9	6. 4	12. 8

表 2 试验地土壤综合化学性状

Tah 2 Chemical properties of soil in the experiment site

时间	pH	$w(\text{有机质})$	$w(\text{全量养分})/\%$			$w(\text{速效养分})/10^{-6}$			$w(\text{重金属})/10^{-6}$				
		$\%$	N	P	K	N	P	K	Cd	Cr	Cu	Zn	Pb
1999	4. 91	2. 47	0. 131	0. 068	0. 378	96	6. 9	73	0. 50	39. 70	31. 25	73. 92	9. 84
2000	4. 39	2. 77	0. 145	0. 082	0. 374	132	23. 7	125	0. 49	46. 51	32. 06	78. 49	6. 74

1. 2 供试材料

废水为广西柳兴实业发展总公司属下新兴糖厂所产生的制糖废液和用废糖蜜(制糖业副产品)发酵生产酒精所产生废液的混合废水,经复合微生物技术处理后,其化学需氧量从 $10\,000\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 以上下降到 $4\,000\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 以下(表 3),其他污染物质浓度也明显下降。由于处理阻断了腐败的过程,因此,废水不仅未酸化,而且 pH 值提高,呈中性略偏碱,因腐败所引起的恶臭也消除了。

表 3 处理前后废水理化性质的变化

Tah 3 Properties of the wastewater before and after treatment with the microorganisms $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$

	pH	COD_{Cr}	BOD_5	全氮	全磷	氨氮	悬浮物
处理前	5. 6	13938	8726	816	52	132	2440
处理后	7. 9	3466	456	559	22	153	357

1. 3 试验方法

1999 年的试验是在新植甘蔗地上按 $4\text{ m}\times 10\text{ m}$ 的规格设置试验小区。设置了 4 个不同浓度废水浇灌的试验处理,所用废水的化学需氧量分别为 300 、 500 、 $1\,000$ 和 $1\,500\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$,按浓度由低到高分别记为 A、B、C、D 处理;另设置了自然降水和浇灌清水两个对照,分别记为 CK1 和 CK2。每个处理和对照均设 3 个重复。

2000 年的试验小区同样在新植甘蔗地上设置,但情况稍有改变。小区的规格为 $5\text{ m}\times 8\text{ m}$,共设 5 个用不同浓度经处理废水浇灌处理,所用废水的化学需氧量为 300 、 $1\,000$ 、 $2\,000$ 、 $3\,000$ 和 $4\,000\text{ mg/L}$,分别记为 A、B、C、D 和 E 处理;同样设自然降水和浇灌清水两个对照,记为 CK1 和 CK2。各处理及对照均设置 3 个重复。

1999 年共浇废水 4 次,2 月 10 日进行第一次,以后每月一次,至 5 月份止。每次的灌溉量为每小区 2 m^3 (最后一次因遇大雨减少为 1 m^3)。2000 年的试验由于雨水相对较多,废水灌溉量较少,灌溉量为每小区 1 m^3 。3 月 6 日第一次浇灌,以后每月一次,共浇灌 3 次,5 月份废水浇灌结束。

2 a 的试验均于植蔗前每 hm^2 施复合肥 750 kg 作基肥,培土时每 hm^2 追施复合肥 $1\,875\text{ kg}$ 和尿素 375 kg 。1999 年试验地的蔗苗于 2 月 6 日埋植,11 月 26 日试验田甘蔗砍收;2000 年蔗苗埋植时间为 2 月 26 日,2001 年 1 月 5 日砍收。

1. 4 测定项目

在试验期间,除了定期观测甘蔗的生长发育情况外,还在每次实验的开始前,第一次灌溉废水后一个月,第二次灌溉废水前及最后一次灌溉废水后一个月分别于各处理小区内对土壤进行取样,测定土壤的 pH 值、土壤有机质质量分数、土壤营养元素质量分数及重金属质量分数。土壤 pH、有机质和营养元素质量分数的测定方法参照《土壤理化分析》(中国科学院南京土壤研究所,上海科技出版社,1978),土样以硝酸—过氧化氢为氧化剂^[3],用 MK—II 型光纤压力自控密闭微波消解系统进行消解,消解液定容后用于重金属测定。重金属(Pb、Cd、Cr、Zn 和 Cu)的测定采用美国 TJA 公司 IRI5 (HR) 全谱直读等离子体原子发射光谱仪。

2 结 果

2. 1 灌溉废水对土壤 pH 及有机质质量分数的影响

试验期间不同处理的蔗田土壤 pH 及有机质质量分数测定数据如表 4 所示。无论是土壤酸度还是土壤有机质的质量分数,各试验处理及对照间的差

异很小, 在统计学上无显著意义。与本底值 (表 2) 相比亦未见明显的差异。

表 4 土壤 pH 值及有机质质量分数变化
Tah 4 Changes of soil pH and content of organic matter

年份	处理	pH		w (有机质) %	
		3月/4月	7月	3月/4月	7月
1999	A	5.13	4.78	2.26	2.44
	B	5.17	4.95	2.27	2.13
	C	5.36	5.09	2.14	2.34
	D	5.63	5.04	2.23	2.30
	CK1	5.10	4.88	2.25	2.30
	CK2	5.06	4.97	2.17	2.33
2000	A	4.44	4.40	2.79	2.95
	B	4.40	4.32	2.92	2.87
	C	4.37	4.41	2.90	2.91
	D	4.53	4.41	2.91	2.90
	E	4.49	4.38	2.97	3.01
	CK1	4.41	4.31	3.28	3.19
	CK2	4.36	4.41	2.85	3.16

2.2 灌溉废水对土壤养分质量分数的影响

本试验各处理的土壤养分质量分数情况如表 5 所示。土壤全氮和速效氮质量分数在 2 a 试验期内均未表现出明显的处理效应, 虽然速效氮质量分数比本底值高出许多, 但与 2 个对照区相比未见明显的提高, 因此, 与本底值的差异应是施肥所造成的。全磷和速效磷的表现与全氮和速效氮相近, 仅 1999 年 7 月的观测值呈现一定的处理效应。全钾的质量分数尽管大体上表现为随废水浓度增加而上升的趋势, 但不是很明显, 而速效钾质量分数则明显地受试验处理的影响, 呈现随废水浓度的增加而明显上升的趋势。该特征在 1999 年 3 月和 2000 年 4 月表现尤其明显。

2.3 灌溉废水对蔗田土壤重金属质量分数的影响

各试验区土壤 Cd、Cr、Cu、Zn 和 Pb 质量分数的变化如表 6 所示, 各重金属的质量分数在 2 a 试验期内未受到灌溉废水的影响, 各处理区的上述各重金属的质量分数与对照区差异不大, 与本底值 (表 2) 也没有明显的差异。

3 讨论

甘蔗糖业是广西的支柱产业之一, 其工业产值占广西工业总产值的 10% 左右。但是, 制糖废水以及糖蜜酒精废水的治理问题一直困扰着该地区的甘蔗制糖业。在以往直接排放或直接农灌的做法因导致大量环境问题而不得不放弃的情况下, 各制糖企业一直在寻找低成本的适用技术。仅新兴糖厂便

尝试过不下四、五种治理方法, 但一直未能从根本上解决问题, 许多设备被弃置, 造成了资金的大量浪费。应用复合微生物处理上述混合废水的技术恰恰解决了废水的腐败、酸化及发生恶臭问题, 同时极大地降低了废水中环境污染物的浓度, 减少了废水农灌的环境风险。

值得指出的是, 尽管复合微生物能够高效降解废水中的污染物, 但由于蔗农用水急切, 废水经处理还未达标就被用于甘蔗灌溉, 导致灌入农田的废水仍含有较多的有机质、氮、磷等环境污染物, 因此, 有必要系统地研究灌溉废水对甘蔗生长和品质以及蔗田土壤和流域水环境的影响, 为评价废水灌溉的环境和生态安全性提供依据。

就本研究的试验处理范围而言, 在 2 a 试验期内灌溉废水对土壤化学性状未产生任何不良影响。土壤酸碱度、土壤主要养分以及土壤重金属质量分数的绝大部分指标在各处理区与对照区以及本底值无显著差异; 少部分指标, 如土壤速效磷和全钾质量分数部分地呈现处理正效应; 土壤速效钾的质量分数则明显地随灌溉废水浓度的增加而提高。比较出乎意料的是土壤有机质和氮磷质量分数未呈现明显的处理效应。许多研究表明, 污灌具有增加土壤有机质的作用, 特别是用有机废水灌溉后, 土壤有机质增加更为明显, 如谢家恕 (1997) 等报道啤酒污水用于灌溉藕田, 土壤的有机质由 1.23% 增加到 3.46%^[4]。本研究未发现上述效应, 其原因可能由于废水所含的有机物大多为易生物降解物质, 且废水中富含高效微生物, 加速了土壤有机质的降解, 因此, 尽管废水灌溉后土壤的有机质总体上是增加的, 但增幅不大, 因而未能表现出明显的处理效应。土壤氮和磷的质量分数可能也受到相同因素的作用, 同时栽培过程中的施肥也可能掩盖了废水中氮磷的作用。土壤钾的质量分数、尤其是速效钾质量分数的增加无疑主要是灌溉废水造成的。废水中含有大量锅炉燃烧蔗渣后留下的炉灰 (草木灰), 一般草木灰均含有丰富的钾, 这些钾元素不受微生物降解的影响, 因此, 废水中钾质量分数很高 (1 000 ~ 3 000 mg · L⁻¹), 导致经废水灌溉的土壤中钾质量分数随废水浓度的增加而提高。废水灌溉后土壤重金属质量分数变化不大, 这与当地土壤重金属质量分数的本底值不是太高有关。根据调查^[5], 我国黄壤地区土壤 Cd、Cr、Cu、Zn 和 Pb 的平均质量分数分别为 0.0642 × 10⁻⁶、49.6 × 10⁻⁶、17.5 × 10⁻⁶、71.5 × 10⁻⁶ 和 26.9 × 10⁻⁶, 全距范围分别为 0.005 ~ 4.500、6.7 × 10⁻⁶ ~ 313.2 × 10⁻⁶、2.4 × 10⁻⁶ ~ 79.9 × 10⁻⁶、13.2 × 10⁻⁶ ~ 212.0 × 10⁻⁶ 和

3.9×10⁻⁶~193.0×10⁻⁶，而本蔗区的土壤中 Cr 和 Pb 质量分数低于全国平均值，既是重金属又是营养元素的 Cu 和 Zn 的质量分数与全国平均值相近，只有 Cd 的质量分数一定程度地高于全国平均值。因此，今后有必要对甘蔗的 Cd 富集作用及其经废水灌溉造成二次污染的风险进行调研和评价。

表 5 土壤全氮、全磷、全钾以及速效氮、磷、钾质量分数

Tah 5 Contents of total and available N, P and K of soil

年份	处理	w(全氮)/%		w(全磷)/%		w(全钾)/%		w(速效氮)/10 ⁻⁶		w(速效磷)/10 ⁻⁶		w(速效钾)/10 ⁻⁶	
		3月 ¹⁾	7月	3月 ¹⁾	7月	3月 ¹⁾	7月	3月 ¹⁾	7月	3月 ¹⁾	7月	3月 ¹⁾	7月
1999	A	0.136	0.122	0.070	0.078	0.363	0.373	170	142	6.8	12.0	211	116
	B	0.138	0.130	0.073	0.073	0.381	0.346	78	161	6.3	11.5	221	135
	C	0.132	0.132	0.075	0.084	0.404	0.364	201	131	7.6	14.8	506	130
	D	0.143	0.136	0.073	0.093	0.407	0.355	217	138	6.3	16.0	659	202
	CK1	0.142	0.133	0.075	0.072	0.365	0.389	199	132	7.7	7.4	178	103
	CK2	0.120	0.137	0.076	0.081	0.366	0.372	102	138	8.4	9.6	116	101
2000	A	0.148	0.150	0.086	0.101	0.382	0.370	164	124	28.8	31.7	116	130
	B	0.152	0.152	0.091	0.106	0.417	0.375	144	114	30.8	31.4	151	96
	C	0.163	0.155	0.091	0.096	0.369	0.406	122	128	44.5	29.3	187	144
	D	0.149	0.163	0.085	0.099	0.411	0.387	152	130	35.6	39.6	202	122
	E	0.153	0.159	0.095	0.116	0.415	0.408	156	141	53.6	54.4	235	144
	CK1	0.156	0.161	0.099	0.106	0.373	0.372	168	141	51.5	51.0	125	101
	CK2	0.158	0.155	0.097	0.104	0.331	0.367	170	141	47.9	52.1	125	92

1) 2000 年为 4 月

表 6 土壤 5 种重金属元素质量分数

Tah 6 Contents of tested soil heavy metals

年份	处理	w(Cd)/10 ⁻⁶		w(Cr)/10 ⁻⁶		w(Cu)/10 ⁻⁶		w(Zn)/10 ⁻⁶		w(Pb)/10 ⁻⁶	
		3月 ¹⁾	7月	3月 ¹⁾	7月	3月 ¹⁾	7月	3月 ¹⁾	7月	3月 ¹⁾	7月
1999	A	0.472	0.495	33.491	58.828	30.818	16.502	67.296	31.518	10.456	13.779
	B	0.445	0.478	41.617	57.006	31.306	17.277	61.499	31.688	10.163	13.376
	C	0.407	0.459	29.886	41.361	31.352	26.758	70.603	58.945	9.202	9.862
	D	0.398	0.484	31.290	57.097	31.529	23.548	70.780	46.371	8.360	14.597
	CK1	0.482	0.583	47.428	50.500	35.691	17.000	66.640	35.833	9.968	14.083
	CK2	0.484	0.470	26.129	45.063	27.500	19.749	61.532	37.853	8.548	10.972
2000	A	0.411	0.313	44.161	29.075	32.895	32.132	74.836	73.589	8.141	5.878
	B	0.403	0.302	54.516	24.169	31.129	28.097	74.355	68.958	7.742	4.834
	C	0.462	0.407	39.000	35.912	32.462	31.759	77.154	72.313	9.077	6.678
	D	0.492	0.299	47.131	26.722	30.082	27.769	73.770	65.195	8.197	5.988
	E	0.415	0.326	36.047	3.143	32.890	33.958	81.811	77.524	6.977	6.596
	CK1	0.383	0.332	27.914	44.684	31.518	32.558	79.601	74.252	5.598	6.728
	CK2	0.500	0.325	28.750	26.542	30.500	31.088	79.333	73.214	9.250	6.169

1) 2000 年为 4 月。

我国在 1992 年颁布实施了《农田灌溉水质标准》，但尚未制定废水农灌标准。许多国家，尤其是淡水资源比较贫乏的国家和地区非常重视生活污水及工业废水的农业灌溉问题^[6]，针对各种不同类型的污水或废水开展了研究，重点在于病原微生物和有毒有机和无机污染物的控制方面^[7]，有的国家还专门为废水或污水农灌制定了标准^[8]。我国也是淡水资源十分贫乏的国家，一些水资源相对丰富的地区也存在着季节性严重缺水的问题。因此，我们

认为，我国今后应加强对废水或污水农灌理论、方法和标准方面的研究，建立适用于不同类型的废水或污水以及灌溉对象的废（污）水农灌技术体系和标准体系，为充分利用水资源，解决我国缺水问题提供政策、法律依据以及技术和方法。

参考文献:

[1] 刘昌明, 何希吾. 中国 21 世纪水问题方略[M]. 北京: 科学出版社, 1998: 2—6, 12.

[2] 杨飞,蒋丽娟. 浅议污水灌溉带来的问题及对策[J] . 节水灌溉, 2000, (2) : 23— 25.

[3] 魏复盛主编. 土壤元素的近代分析方法[M] . 北京: 中国环境科学出版社. 1992: 66.

[4] 谢家恕,谢松高,廖先凤. 商丘啤酒厂污水土地处理与利用[J] . 农业环境与发展, 1997, 14(1) : 28— 32.

[5] 魏复盛. 中国土壤元素背景值[M] . 北京: 环境科学出版社, 1990: 98— 101, 106— 113, 130— 133, 142— 145.

[6] DOWNS T J, CIFUENTES E, RUTH E, et al. Effectiveness of natural treatment in a wastewater irrigation district of the Mexico City region: A synoptic field survey [J] . Water Environment Research, 2000, 72: (1) 4— 21.

[7] PESCOD M B. Wastewater treatment and use in agriculture [M] . Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1992.

[8] WESTCOT D W. Quality control of wastewater for irrigated crop production [M] . Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1997.

Effect of the Irrigation with Treated Sugar refinery and Alcohol Making Wastewater on Soil Chemical Properties

XU Ya xing¹, ZHENG Zheng wei¹, XIN Guo rong¹, LIANG Jin guang², YANG Zhong yi¹

(1.State Key Laboratory for Biocontrol, School of Life Sciences, Sun Yat sen University, Guangzhou 510275, China;
2. Guangxi Bijia Microorganism Engineering Ltd. Co., Nanning 530022, China)

Abstract: The sugar refinery and alcohol making wastewater were treated by compound microorganisms technique, and the changes of soil properties of sugarcane farm after being irrigated with the wastewateer were investigated in Liuzhou, Guangxi, in 1999 and 2000. As the treatments, the wastewater with different concentration were irrigated into the plots of newly grown sugarcane (*Saccharum officinarum* L.), and without irrigation and irrigating clear water were conducted as controls (CK1 and CK2) . The results showed that the wastewater irrigation did not decrease the soil fertility, and did not cause soil acidifying or heavy metal contamination.

Key words: wastewater irrigation; wastewater treatment; soil properties; compound microorganisms; sugarcane

(上接第 68 页)

The Population Dynamics of Loblolly Pine Mealybuy *Oracella acuta* (Lobdell) Relation to Environmental Factors

ZHOU Chang qing¹ LIU Li ping², CHEN Hai dong¹
WEN Rui zhen¹, ZHOU Hai yun³, LI Xiao yan³

(1. Institute of Entomology, Sun Yat sen University, Guangzhou 510275, China
2. Center for Diseases Prevention and Control of Guangdong, Guangzhou 510300, China;
3. Analytical Center, Sun Yat sen University, Guangzhou 510275, China)

Abstract: Loblolly pine mealybug (*Oracella acuta*) is an exotic insect pest in pine forest. There are 4~5 generations each year in Guangdong. The largest population growth index ($I_s=5.16$) occurs in the overwintering generation, while the lowest (0.74) is in the 2nd generation (late July to late August) . The highest population density occurs from early June to late July. After mid August population density declines sharply then increases slightly in November and December. The influence of temperature, relative humidity, precipitation and levels of plant nutrients on *O. acuta* population density is obvious. In the range of temperature from 22 ℃ to 28.5 ℃ there is a significant inverse correlation between temperature and the parameters of female longevity, female survival rate, oviposition rate and nymph survival rate ($r=-0.959\ 0, -0.992\ 0, -0.966\ 0, -0.997\ 0, -0.998\ 0$ respectively with $P<0.05$ for all) . Rainfall at the rate of 20 mm over 2~4 hours significantly reduces the survival rates of young and mid age nymphs, but had no effect on late nymphs and adults, which are protected by wax secretions. N content in needle leaves is significantly correlated with population density. N and K contents in needles infested by *O. acuta* differ significantly from non infested needles (for N, $t=3.697\ 8^* P<0.05$ and for K, $t=3.240\ 7^* P<0.05$) .

Key words: Loblolly Pine mealybuy *Oracella acuta*; population dynamics; environment factors