

湿地松粉蚧自然种群动态与环境因子关系的研究^{*}

周昌清¹, 刘礼平², 陈海东¹, 温瑞贞¹, 周海云³, 李晓燕³

(1. 中山大学昆虫学研究所, 广东 广州 510275;

2. 广东省疾病预防控制中心, 广东 广州 510300;

3. 中山大学测试中心, 广东 广州 510275)

摘要: 湿地松粉蚧 *Oracella acuta* 是一种新入侵森林害虫。在广东, 每年有4~5代, 以4代为主。种群增长指数越冬代最大, $I_s=5.16$, 第3代次之, $I_s=1.67$, 第1、2代较低, 分别为0.98和0.74。每年5~7月自然种群密度最大, 8月中下旬后, 种群密度大幅度下降, 9、10月密度最低, 11、12月密度逐渐回升。温度、降雨和针叶营养成份N、K质量分数对自然种群密度变动有明显的影响。在22~28.5℃范围内, 雌虫平均寿命、存活率、产卵率和中、高龄若虫的存活率都随温度增加而下降, 呈显著负相关, r 分别为-0.959 0, -0.992 0, -0.966 0, -0.997 0, -0.998 0 ($P_{0.05}=0.950 0$, $P_{0.01}=0.990 0$)。连续降雨24 h雨量20 mm以上, 能大幅度降低中、低龄若虫的存活量, 降雨前后中低龄若虫数量变化极显著 (F 值为8.92, $P<0.01$)。但对已固定的雌成虫和高龄若虫影响不明显。种群密度大小与针叶中N、K质量分数成正相关, 与N质量分数的相关极显著, 平均每梢雌虫密度为23~137头时, $r=0.863 0$ ($P_{0.01}=0.834 3$), 平均每梢雌虫2~45头时, $r=0.962 0$ 。受害松针中N、K质量分数和未受害松针中的N、K质量分数的差异也极为显著, t 检验, N的 t 值为3.697 8 ($P_{0.05}=2.776$), K的 t 值为3.240 7。温度、降雨和针叶养分(N)的变化综合作用, 对湿地松粉蚧雌虫平均寿命、存活率、产卵率和若虫的存活率有极明显影响, 是造成自然种群季节波动的主要原因。

关键词: 湿地松粉蚧 *Oracella acuta*; 种群动态; 环境因子

中图分类号: Q968.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 0529-6579 (2003) 06-0064-06

湿地松粉蚧 *Oracella acuta* 原产美国东南部得克萨斯州到大西洋沿岸各州, 为害松属植物, 1988年2月传入广东省^[1,2], 1990年6月发现严重为害。中国学者定名为湿地松粉蚧^[3]。该虫在美国是次要害虫, 只有种籽园中飞机大量喷洒菊脂类 (pyrethroid) 农药和谷硫磷 (azinphosmethyl) 杀虫剂防治种籽和球果害虫才引起大爆发, 但停止用药后2~3个月, 虫口密度迅速下降, 并长期被天敌控制在经济损害水平之下^[4]。传入后, 自然种群密度在入侵区每年7月前激增, 8月下旬后迅速下降, 次年春又回升, 形成周期性的波动。影响自然种群波动的原因是什么? 有过一些报道^[5-10], 但还缺乏深层分析, 原因还欠清楚。本文着就1994年到1995年在发生区调查的数据、实验数据, 结合当地气象资料进行分析, 研究温度、雨量、寄主营养成份变化等因子对自然种群动态的影响, 进一步揭示自然种群变动规律与环境因子的关系, 为引进天敌防治和综合治理提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 研究地点

广东省鹤山市林业科学研究所林地, 地处东经112°00'50"-113°00', 北纬22°00'50"-23°00'之间。海拔40~80 m。

1.2 自然种群动态的抽样方法

对于不同生境的数量动态, 选取相距5~10 km湿地松纯林、湿地松—荷木混交林和湿地松—台湾相思混合林为试验地, 树龄6, 树高5 m。每月上下旬各调查1次, 随机抽取湿地松树中层树冠的松枝30枝, 长10 cm, 带回实验室镜检, 记录样品中各虫态的数量。在纯松林地增加上、下层树冠的取样, 记录不同冠层各虫态的数量, 作为分析不同树冠层的数量动态。

1.3 各虫态的存活率与降雨影响的实验方法

在湿地松林地固定标准树枝梢上, 选择产卵期基本一致的新鲜卵1 000粒, 观察自然条件下的孵化率。将若虫期分为初孵若虫、中龄若虫、高龄若虫

* 收稿日期: 2002-12-04

基金项目: 广东省林业攻关资助项目 (059B068)

作者简介: 周昌 (1939年生), 男, 教授, 博士生导师, E-mail: ls01@zsu.edu.cn

3 个阶段，分别观察各种态 500~1 000 同龄个体，根据发育进度和期距法估计各龄若虫的发生期，剪下枝梢带回实验室检测各种态的存活数。标记 100 个同龄雌虫纪录开始产卵日期、卵量、产卵快结束时活雌虫数、遗腹卵量。计算各种态存活率。每世代在林间重复 1 次。所得数据编制越冬代和 1、2、3 代自然种群特定年龄生命表。

根据气象台的天气预报，在暴雨来临之前，在林间选择虫口密度基本一致的松梢 60 枝，分成 4 组，每组 15 枝，插在盛有湿沙的玻璃瓶内，然后暴露在暴雨中 2、3、4 h，记录降雨量和降雨前后虫口密度的变化。

1.4 松针营养成分对种群密度影响

在纯松林，选择树龄 6 a，树高 4 m，严重感染和轻度感染的湿地松各 5 棵，在每代雌虫产卵高峰期和成虫死亡期，在树的中层树冠南北方向剪取顶端 10 cm 松梢各 1 枝，镜检虫口密度，并抽取当年生松针 20 条，放入-5℃冰壶中，带回实验室称量，然后在 75℃恒温箱中烘干，称量，计算含水量。烘干后的松针研磨成粉，保存在小指瓶中，待测定其内含物。另选择无越冬若虫为害的松树 10 棵，树龄同上。5 棵人工接种湿地松粉蚧，5 棵作为对照。用同样方法取样和处理样品，用于分析受害和未受害植株之间针叶内含物含量的变化。N 含量的分析用自动元素分析仪（PEKIN ELEMER 公司 240 C 型元素分析仪）热导检测法，K 含量的分析用等离子原子化学光谱（ICP-AES）法，P 的分析用钼锑抗比色法。

气象资料由中国科学院华南植物研究所鹤山试验站提供，资料统计分析用 SPSS 软件。

2 结果与分析

2.1 不同生境种群密度季节动态比较

在松树荷木混交林和纯松林中湿地松粉蚧自然种群密度季节变化如图 1。

从图 1 中可以看出，成虫高峰期 4 月中下旬开始出现，全年种群密度高峰出现在 4 月中下旬至 7 月中旬，8 月上旬以后密度大大下降。在广东每年发生 4~5 代，以 4 代为主。越冬代成虫在 4~5 月出现，第 1 代成虫出现在 6~7 月，是全年密度最高峰，第 2 代出现在 7 月下旬至 8 月下旬，第 3 代在 9 月下旬至 10 月下旬，第 4 代在 11 月下旬至 12 月。越冬代和第 1 代成虫密度最高。混交林和纯松林中种群密度相差很大，纯松林种群密度明显大于混交林。

2.2 不同树冠层种群密度季节动态

1994 年和 1995 年对纯松林树冠上、中、下层的种群密度调查结果如图 2。从图 2 可以看出，1994 年

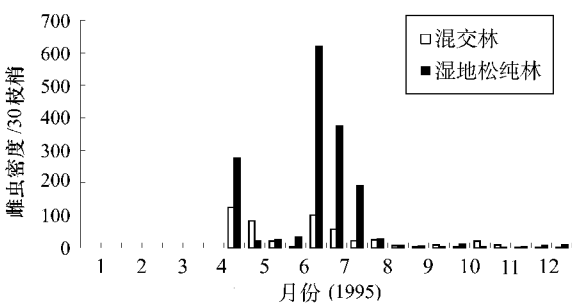


图 1 在混交林和湿地松纯林中湿地松粉蚧自然种群密度季节变化

Fig. 1 Seasonal change of population density of *Oracella acuta* in mixture and *Pinus eliottii* forest habitats

的湿地松粉蚧种群密度明显高于 1995 年，高峰期出现的季节是一致的。1994 年 4 月对上、中、下层树冠种群密度调查所得资料经代数式 $\ln(x+1)$ 代换后 t 检验，差异不显著 ($P>0.05$)，6 月后不同冠层的种群密度存在明显差异 ($P<0.05$)。1995 年全年资料显示，上、中、下冠层种群密度存在明显差异 ($P<0.05$)，即上层>中层>下层。

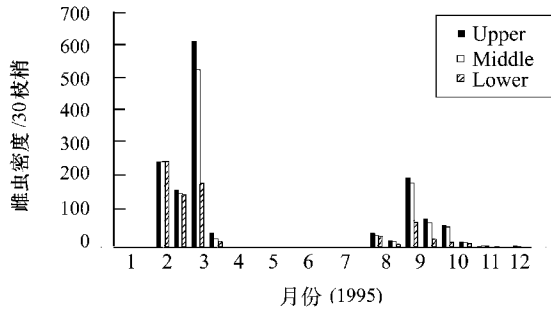


图 2 在湿地松不同冠层湿地松粉蚧种群密度季节动态

Fig. 2 Seasonal change of population density of *Oracella acuta* in different layers of *Pinus eliottii* canopy

2.3 自然种群生命表与生命表参数

根据各世代各虫态的存活率和雌虫繁殖力，组建越冬代和 1、2、3 代的自然种群生命表，表中起始数为假定数，各虫态的死亡率为实际观察数据，若虫发育到二龄以后部分变成雄虫，躲到树皮列缝隙中或枝梢针叶间，有时在雌性分泌的蜡包内，夏季、秋季雄虫较多，春季、冬季雄虫较少^[4]。样本检查过程发现雄虫很少。设定性比为 $\text{♀}:\text{♂}=3:1$ 。老龄若虫以后的个体都属于雌性个体。

种群增长指数 $I=N_2/N_1$ ， N_1 为当代卵数， N_2 为次代卵数。从表中可以看出越冬代种群增长指数最高， $I_0=5.16$ ，第 3 代次之， $I_3=1.67$ ，第 1、2 代

最低，分别为 0.98 和 0.74。越冬代成虫在 4、5 月出现，越冬代种群增长率最大，造成第 1 代的若虫和成虫密度全年最高峰。第 2 代後种群迅速下降，第 3 代逐渐回升。

表 1 湿地松粉蚧自然种群生命表
(广东省鹤山市, 1995)

Tab. 1 Life table of *Oracella acuta*

(Guangdong Province, Heshan city, 1995)

虫态	越冬代	第 1 代	第 2 代	第 3 代
卵	1000	1000	1000	1000
死亡率/%	9.5	19.7	17.4	11.0
死亡数	95	197	174	110
低龄若虫	905	803	826	890
死亡率/%	89.8	94.3	92.4	90.2
死亡数	812.7	757.2	763.2	802.8
中龄若虫	92.3	45.8	62.8	87.2
死亡率/%	34.2	46.8	47.4	39.6
死亡数	31.6	21.4	29.8	34.5
性比死亡 (♀:♂=3:1)	15.2	6.1	8.3	13.2
老龄若虫	45.5	18.3	24.7	19.5
死亡率/%	24.9	38.5	36.5	32.8
死亡数	11.3	7.0	9.0	13.0
雌虫数	34.2	11.3	15.7	26.5
死亡率/%	9.62	10.8	10.8	9.7
死亡数	3.3	1.2	1.7	2.6
产卵雌虫数	30.9	10.0	14.0	23.9
实际平均产卵量 (粒/雌)	167	98	53	70
预计下代产卵量	5160.3	980.0	742	1673
种群增长指数 R_0	5.16	0.98	0.74	1.673
世代时间/d	85	48	54	57
种群实际增长力 r_c	0.0193	-0.0004	-0.0055	0.0175

2.4 种群动态与环境因子的关系

2.4.1 温度对种群动态的影响 将 1995 年每月定时定点在林间调查的每松梢平均成虫（雌虫）、若虫数量与相对应时间的气象资料作图，如图 3、4。从图 3、4 可以看出，雌成虫和卵的密度高峰期出现在 4 月中旬至 7 月下旬，8 月上旬以后开始下降，10 月中旬开始又有点回升，种群数量季节变化和高温、大雨季节有明显关系。表 3 结果说明，气温高在 22~32℃范围内，随着温度的增加，雌虫的平均寿命、产卵率和存活率都明显的下降，呈显著的负相关，相关系数 r 分别为：-0.959 0、-0.966 0和-0.992 0 ($P_{0.05}=0.950 0, P<0.05$)。表 4 结果说明，温度对中、高龄若虫的存活也有负相关的影响，达到极显著的水平， r 分别为

-0.997 0和-0.998 0 ($P_{0.01}=0.990 0, P<0.01$)。温度显著影响雌成虫的平均寿命、存活率、产卵率和中、高龄若虫的存活率，进而影响全世代的种群数量。

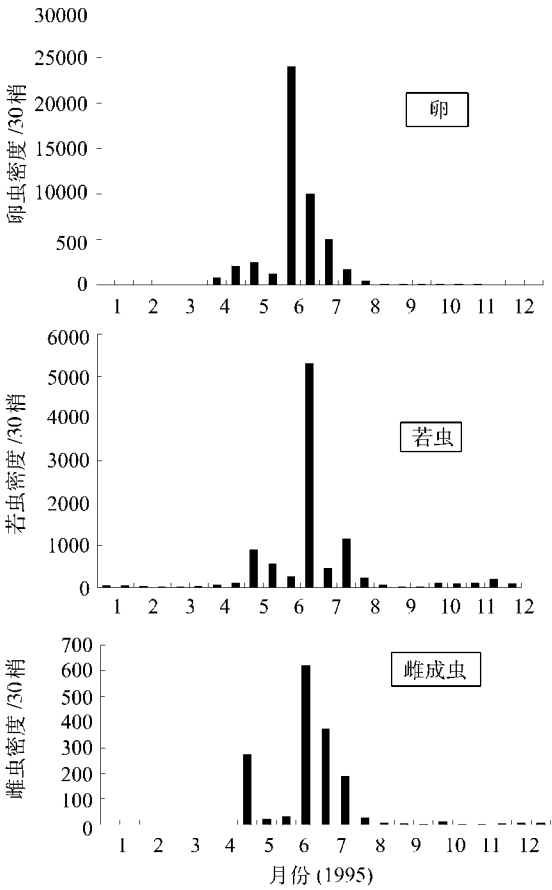


图 3 湿地松粉蚧卵、若虫和雌成虫密度季节变化动态
Fig. 3 Seasonal change of egg, nymph and female adult of *Oracella acuta*

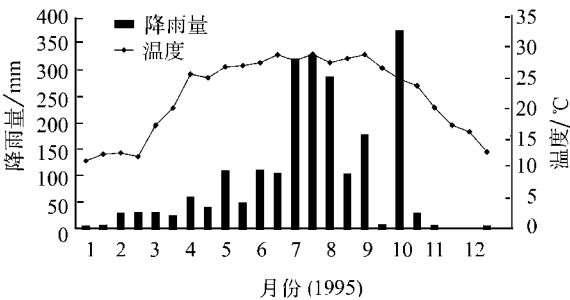


图 4 1995 年温度和降雨量变化
Fig. 4 Temperature and precipitation in 1995

2.4.2 降雨量对湿地松粉蚧各虫态存活率的影响 根据气象台的天气预报，在下雨之前，在林间选择虫口密度基本一致的松梢 60 枝，分成 4 组，每组 15 枝，插在盛有湿沙的玻璃瓶内，降雨时暴露在雨中 2、3、4 h，记录降雨量和前后虫口密度的变化，结果如表 5。

表 3 雌成虫平均寿命、存活率、平均产卵量、产卵率与温度关系

Tah 3 The relationship of *Oracella acuta* female longevity, survival rate, average eggs laid and the percentage egg laid to temperature

世代	气温 ℃	平均寿命 d	平均产 卵量	产卵率 %	存活率 %
1st	27.0±6.4	23	167	85.0	90.4
2nd	29.0±3.6	22	98	81.3	88.5
3rd	27.8±3.2	23	53	84.6	89.2
越冬代	23.5±3.6	35	243	88.7	95.3
r		-0.959 ¹⁾	-0.873	-0.966 ¹⁾	-0.992 ¹⁾

1) 相关显著 ($P < 0.05$), 产卵率= $\frac{\text{产出卵数}}{\text{产出的卵粒} + \text{剖腹卵数}}$

表 5 中资料经 $\ln(x+1)$ 代换后, 再进行方差分析。结果表明降雨量 20 mm 以上, 持续时间 2 h 以上, 对成虫、卵和高龄若虫的数量变化与对照组

差异不明显, 未达显著程度 ($P > 0.05$), 但对中、低龄若虫的数量变化与对照组相差异极为明显 ($P < 0.01$)。对暴露在雨中时间的长短差异不明显。说明降雨对在蜡包外爬动的中、低龄若虫数量的影响大, 但对蜡包内的成虫、卵和已固定的高龄若虫影响不明显。

2.4.3 种群消长与寄主针叶内含物变化的关系
对受害程度不同的样本树和未受害的样本树的嫩梢和针叶定期抽样, 测试 N、P、K 含量, 结果如表 6、7。

从结果表明, 松针含水量%变化随着松针的老化而逐渐降低, 春梢含水量为 0.685 ± 0.35 , 秋梢含水量为 0.6475 ± 0.32 , 种群密度变化与松针含水量变化没有达显著水平 ($r = 0.424$, $P > 0.05$)。针叶 P、K 质量分数 (干质量) 早春高, 晚秋低, 从春到冬逐渐降低, K 质量分数的降低特别明显, 但

表 4 湿地松粉蚧各代卵孵化率和若虫存活率与影响关系

Tah 4 Effect of temperature to survival of *Oracella acuta* nymph

世代	卵		低龄若虫		中龄若虫		老龄若虫	
	平均温度/℃	孵化率/%	平均温度/℃	孵化率/%	平均温度/℃	孵化率/%	平均温度/℃	孵化率/%
1st	26.3	87.5	25.0	9.82	26.2	61.8	26.9	75.2
2nd	28.9	79.3	28.4	5.73	28.7	50.2	28.6	64.6
3rd	26.7	80.6	26.0	7.56	28.3	52.7	28.5	63.5
越冬代	24.5	90.7	22.2	9.77	22.5	83.4	25.2	87.9
r		-0.892		-0.935		-0.997 ¹⁾		-0.998 ¹⁾

1) 相关极显著 ($P < 0.01$)

表 5 降雨量与湿地松粉蚧各虫态存活率关系¹⁾

Tah 5 The relationship of rainfall to survival rate of *Oracella acuta* stages

虫态	观察样本数 枝	处理时间/h 下观察的虫态密度 (头/枝)				F 值	$F_{0.05}$
		2	3	4	对照		
卵	15	318	300.7	356.6	329.8	1.094	2.76
中低龄若虫	15	84.2	63.9	50.7	184.9	8.92 ¹⁾	2.76
老龄若虫	15	6.7	8.1	6.5	7.3	0.964	2.76
雌成虫	15	12.1	13.6	16.2	15.5	0.873	2.76

1) 相关极为显著 ($P < 0.01$), ($P < 0.01$)

表 6 雌虫密度与针叶内含物含量的关系

Tah 6 The relationship of *Oracella acuta* female density to contents in pine needle leaves

时间	针叶类型	严重为害		轻度为害	
		w (N) /%	雌虫数 (头/梢)	w (N) /%	雌虫数 (头/梢)
0530	春梢	1.31±0.07	36±8.3	1.36±0.06	10.2±6.0
0526	春梢	0.92±0.07	23.6±12.1	1.06±0.03	4.2±5.8
0617	春梢	0.80±0.12	137.2±28.2	0.92±0.08	45.4±9.3
0714	春梢	0.75±0.14	3.5±2.1	0.73±0.12	7.0±3.5
0816	秋梢	0.63±0.06	2.5±0.2	0.74±0.16	2.0±2.3
0926	秋梢	0.68±0.13	1.5±0.0	0.88±0.09	0.0±0
1123	秋梢	0.90±0.08	0.6±0	0.97±0.07	1.0±2.2
1230	秋梢	1.01±0.16	1.0±0.0	1.15±0.15	0.2±0.63
r, $P_{0.01}$		0.863 ¹⁾ , 0.834.3		0.962 ¹⁾ , 0.8343	

1) 相关极显著 ($P < 0.01$)

表 7 受害湿地松针叶内含物变化¹⁾

Tah 7 Charge of contents in pin needle infested with *Oracella acuta*

松树编号	虫口密度 (头/梢)	w (N) /%		w (P) /10 ⁻³		w (K) /10 ⁻³	
		感染	非感染	感染	非感染	感染	非感染
1	22	1.25	1.67	0.20	0.21	4.22	4.62
2	70	0.94	1.73	0.17	0.20	4.60	4.83
3	30	1.19	2.01	0.19	0.19	4.38	4.38
4	57	1.02	2.53	0.18	0.23	4.58	4.74
5	75	0.87	2.03	0.22	0.24	4.32	4.56
$\bar{x} \pm SD$	50.8±23.7	1.06±0.16	1.99±0.34	0.19±0.02	0.21±0.02	4.42±0.17	4.63±0.19

1) *t* 检验, N 为 3.697 8 ($P<0.05$);, P 为 2.052 0, K 为 3.240 7 ($P<0.05$)

粉蚧虫口密度与 P、K 质量分数的变化的关系没有达显著水平。N 质量分数在早春高, 7—9 月降到最低, 11 月后有所回升, 在受害程度不同的样本中, 种群密度都与松针中 N 质量分数成正相关, 达到极显著水平。种群密度低的针叶, $r = 0.962 (P > 0.01)$, 种群密度高的针叶, $r = 0.863 (P > 0.01) (n = 8 \sim 2, P_{0.01} = 0.834 3)$ 。种群密度高的针叶 N、P、K 的质量分数降低幅度大, 低的降低幅度小。受害松针 N、K 质量分数的降低明显, *t* 检验, 两者 N、K 质量分数的差异达到显著水平 ($P < 0.05$), N, $t = 3.697 8 (P_{0.05} = 2.776)$, K, $t = 3.240 7 (P_{0.05} = 2.776)$ 。说明寄主营养成份变化特别是 N 质量分数的变化是影响种群数量季节变动的重要原因之一。

3 讨 论

湿地松粉蚧是从美国佐治亚州入侵广东的。在广东每年发生 4~5 代。每年种群密度高峰期出现在 4 月下旬到 7 月下旬, 8 月以后密度大幅度下降, 11、12 月略有回升, 形成种群密度周期性变化。环境因子如温度、降雨和嫩梢与针叶营养成份 N、P、K 的质量分数, 尤其是 N 质量分数的变化对湿地松粉蚧自然种群密度动态有明显的影 响。在 22~32℃ 温度范围内, 随着温度的增加, 雌虫的平均寿命、雌虫的存活率和产卵率都明显的下降, 呈显著的负相关, *r* 分别为: -0.959 0、-0.966 0 和 -0.992 0。温度对中、高龄若虫的存活的影响也极显著, 呈负相关, *r* 分别为 -0.997 0 和 -0.998 0。高温显著影响雌成虫的平均寿命、雌成虫的存活率、产卵率和若虫的存活率, 进而影响全世代的种群数量。所以夏季高温是抑制种群密度增长的重要因素。20 mm 以上的降雨能大大降低中低龄若虫数量, 但对已固定的雌成虫和高龄若虫影响不明显。种群密度与针叶 N、K 的干质量的关系成正相关, 尤其是与 N 干质量的关系更明显, 种群密度高的样

本中 (平均 23 头~137 头♀/梢) 相关系数 $r = 0.863 0 (P_{0.01} = 0.834 3)$, 种群密度中等 (平均 2~45 头♀/梢) $r = 0.962 0 (P_{0.01} = 0.834 3)$, 达到极显著的水平。受害松针中 *w* (N) 和 *w* (K) 和未受害松针中的 N、K 质量分数相比, 差异显著, N, $t = 3.697 8, P_{0.05} = 2.776$, K, $t = 3.240 7, P_{0.05} = 2.776$ 。营养成份的变化, 尤其是 N 质量分数的变化, 也是影响湿地松粉蚧自然种群变动的一个主要原因。到目前为止, 还未发现天敌能起有效的控制作用。温度、降雨、松针营养成份的变化的综合作用是影响湿地松粉蚧种群季节波动的主要原因。

参考文献:

[1] 徐家雄, 丁克军, 等. 湿地松粉蚧生物学特性特性的初步研究[J]. 广东林业科技, 1992, 4: 22—24.

[2] 周昌清, 江洪, 潘务耀, 等. 引进天敌防治湿地松粉蚧的展望[J]. 昆虫天敌, 1994, 16(3): 114—118.

[3] 杨平澜. 我国松树上一 种大害虫—湿地松粉蚧[J]. 昆虫学研究集刊, 1993, 第 10 集: 158.

[4] CLARK S R, DEBBARR G L, BERISFORD C W. Life history of *Oracella acuta* (Homoptera: Pseudococcidae) in loblolly pine seed orchard in Georgia[J]. Environ Entomol, 1990, 19(1): 99—103.

[5] 徐家雄, 余海滨, 方天松. 湿地松粉蚧有效积温及其国内可能扩散范围的研究[J]. 广东林业科学, 1996, 12(3): 19—24.

[6] 余海滨, 方天松, 蔡卫群. 湿地松粉蚧林间种群消长规律研究[J]. 林业科技通讯, 1998, 8: 16—17.

[7] 徐世多, 黄茂俊, 谭大林, 等. 湿地松粉蚧自然传播规律初报.[J] 森林病虫通讯, 1994, 2: 16—17.

[8] 汤才, 田明义, 庞雄飞. 湿地松粉蚧在新入侵区的种群消长初步研究[J]. 林业病虫通讯, 1995, 3: 12—14.

[9] 汤才, 田明义. 湿地松粉蚧夏季数量凋落的原因分析[J]. 生态科学, 1995., 2: 38—41.

[10] 顾茂彬, 陈佩珍. 影响湿地松粉蚧种群密度因子的初步研究[J]. 林业科学研究, 1996, 9(5): 534—537.

(下转第 82 页)

[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