

# 栗瘿蜂虫瘿在板栗林内空间分布格局研究

卜玉强<sup>1</sup>, 郭素娟<sup>1</sup>, 李文泉<sup>2</sup>, 刘建玲<sup>2</sup>

(1. 北京林业大学 省部共建教育部森林培育与保护重点开放实验室, 北京 100083; 2. 北京市怀柔区板栗试验站, 北京 101405)

**摘要:**应用聚集度指标法、Iwao 回归分析法、Taylor 幂指数法对怀柔区试验地板栗林内栗瘿蜂虫瘿空间分布格局进行了分析。结果表明:栗瘿蜂虫瘿在板栗林内呈现出聚集分布的特点,而且种群在一切密度下都是聚集的,聚集强度随种群密度的升高而增加。栗瘿蜂虫瘿数量在树冠东、西、南、北 4 个方向上的分布差异显著,以南方向最多,北方向最少。树冠上、中、下层虫瘿分布存在显著差异,以下层分布最多,上层最少。采用 Iwao 的方法分析了不同方位、不同层次分布特点和空间分布形式。结果表明:各个方向、不同层次上虫瘿分布普遍呈现聚集分布的特点。根据 Iwao 提出的新序贯抽样理论,列出了试验地区的序贯抽样表,为林间抽样调查和防治提供了依据。

**关键词:**栗瘿蜂; 虫瘿; 板栗林; 空间分布

**中图分类号:** S 436.64 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2009)11-0040-05

栗瘿蜂 (*Dryoconus kuriphilus* Yasumatsu), 属膜翅目 (Hymenoptera), 瘿蜂科 (Cynipidae), 是我国板栗 (*Castanea mollissima*) 的主要害虫。该虫危害当年生的栗芽, 受害芽翌年春季不能抽枝或形成短枝, 在枝条、叶柄、叶脉等部位形成虫瘿, 消耗树体养分, 影响植株的营养生长和生殖生长, 导致板栗减产。2008 年栗瘿蜂在北京地区大面积爆发, 严重影响了板栗的产量, 而在北京地区板栗栗瘿蜂的研究相对较少, 因此对栗瘿蜂在北京地区板栗林内分布和特性做深入研究是十分有意义的。空间格局是昆虫种群重要属性之一, 由物种生物学特性和特定生境条件所决定, 是二者相互作用协同进化的结果。空间格局反映了种群栖息生境的行为习性和环境同质性或异质性的叠加影响, 也是反映种群有效占有资源的一个重要生态特征。研究昆虫种群的空间格局, 有助于了解其生态学特性, 揭示种群的空间结构以及种群下结构的分布状况, 为种群调节、空间行为、抽样技术、预测预报和综合防治技术等研究提供基础理论依据<sup>[1]</sup>。在以往的研究中, 李弈震等<sup>[2]</sup>对广州地区栗瘿蜂在板栗林内的分布和抽样技术进行了研究, 陈顺立等<sup>[3]</sup>对栗瘿蜂在锥栗林中的空间格局进行了测定, 叶志勇等<sup>[4]</sup>对柑

橘木虱种群空间分布型及抽样技术进行了研究。该研究是在借鉴以往研究成果的基础上, 对北京怀柔区栗瘿蜂虫瘿在板栗林内的分布格局进行了初步调查和分析。

## 1 试验地概况

北京怀柔区位于北京东北部, 地处北纬 40°14' ~ 41°04', 东经 116°17' ~ 116°53' 之间, 属华北平原经燕山山脉向内蒙古高原过渡的阶梯地带, 南邻顺义、东界密云、西接昌平, 北部则由西至东分别与北京市延庆县和河北省赤城、丰宁、滦平县等接壤。全区总面积 2 128.7 km<sup>2</sup>, 海拔高度在 34 ~ 1 661 m 之间。怀柔区的气候为中纬大陆性暖温带季风型半湿润地区。全年日照时数在 2 748 ~ 2 873 h 之间, 年平均气温 6 ~ 12 °C, 其中南部平原地区为 11.7 °C, 北部山区河谷地带为 8 ~ 10 °C, 中山区海拔最高处年平均气温不足 2 °C。全年无霜期在 200 d 左右, 其中山前平原全年无霜期大于 200 d, 北部山区河谷地带为 170 d, 高山地带约 100 d。常年平均降水量 470 ~ 850 mm。

该研究试验地位于北京市怀柔区渤海所板栗实验站内, 土壤类型为花岗岩、片麻岩质地山地淋溶褐土, 质地为砂砾质, 调查时间为 5 月中旬至 7 月中旬, 调查对象为板栗站内嫁接品种和当地野生品种 (实生)。

## 2 材料与方法

### 2.1 栗瘿蜂虫瘿空间分布调查

2008 年 5 ~ 7 月在怀柔区渤海镇板栗实验站内, 选择 8 块约 500 m<sup>2</sup> 的标准地, 每块标准地约含板栗树 60 株左右, 采用简单随机调查的方法, 每块标准地调查 20 株。调查过程中, 每株按树冠高度分为上、中、下 3 个层次, 同时按东、西、南、北 4 个方向进行交叉统计, 调查每

**第一作者简介:** 卜玉强 (1982-), 男, 河北保定人, 硕士, 研究方向为经济林有害生物无公害综合防治及品种抗性评价。E-mail: buyuqiang@163.com.

**通讯作者:** 郭素娟 (1965-), 女, 教授, 研究方向为森林培育。E-mail: gwangzs@263.com.

**基金项目:** “十一五”国家科技支撑计划资助项目 (2006BAD18B 0202)。

**收稿日期:** 2009-09-20

个方向上的单株虫瘿数量, 计算单株平均虫瘿数量。

2.2 聚集指标测定方法

将调查所得数据按每块标准地所得数据为一组, 算出平均数 ( $\bar{X}$ )、方差 ( $S^2$ ) 及平均拥挤度 (Mean crowding)

( $M = \bar{X} + \frac{S^2}{\bar{X}} - 1$ )。采用聚集度指标法 (Beall 扩散系数

$C = \frac{S^2}{\bar{X}}$ ; David and Moore (1954) 丛生指标 (Index of

clumping)  $I = \frac{S^2}{\bar{X}} - 1$ ; 森下正明 (1959) 扩散指标 (Index

of dispersion)  $I \delta = \frac{\sum_{i=1}^n x_i (x_i - 1)}{T(T - 1)} n$ , 其中  $T = \sum_{i=1}^n x_i$ ;

Waters W E (1959) 负二项分布参数  $K = \frac{\bar{X}^2}{S^2 - \bar{X}}$ ; Cassie

指标  $C_d = \frac{1}{K}$ 、Lloyd 聚块性指标 (Index of patchi-

ness)  $M/\bar{X}$ 、Iwao 法、Taylor 法 (Taylor's power law) 等

3 种方法测定栗瘿蜂虫瘿分布的内部结构及其格局, 并采用 Blackith 提出的种群聚集均数 ( $\lambda$ ) 分析其聚集原因同时利用 Iwao 的方法比较东、西、南、北不同方位、上、中、下不同层次栗瘿蜂分布的特点<sup>[3]</sup>。

2.3 数据处理

数据均采用 SPSS 统计分析软件进行处理分析 Excel 绘制图表。

3 结果与分析

3.1 栗瘿蜂虫瘿在板栗林内的空间分布格局

3.1.1 聚集强度指标的测定与分析 栗瘿蜂虫瘿在板栗林各标准地内的聚集指数测定结果如表 1 所示。由结果显示, 栗瘿蜂虫瘿在板栗林内的空间分布的各项指标均达到  $C > 1$ 、 $I \delta > 1$ 、 $I > 0$ 、 $K > 0$ 、 $C_d > 0$ 、 $M/\bar{X} > 1$ , 符合聚集分布的检验标准, 故可判断栗瘿蜂在板栗林内空间格局属于聚集分布。

表 1  
栗瘿蜂虫瘿在板栗林标准地内聚集强度指标

Table 1  
Indices of spatial distribution of chestnut gall wasp in chestnut plantation

样地 序号	平均数 $\bar{X}$	方差 $S^2$	扩散 系数 C	扩散 指标 $I \delta$	丛生 指数 I	负二项 分布 K 值	聚集指数 $C_d$	拥挤度 指标 M	$M/\bar{X}$ 指标	种群聚集 均数 $\lambda$
1	3.75	8.620	2.299	1.333	1.299	2.888	0.346	5.049	1.346	3.473
2	3.95	12.048	3.050	1.500	2.050	1.927	0.519	6.000	1.519	3.441
3	3.80	6.381	1.679	1.172	0.679	5.595	0.179	4.479	1.179	3.851
4	0.65	0.766	1.178	1.282	0.178	3.654	0.274	0.828	1.274	0.653
5	10.45	15.101	1.445	1.041	0.445	23.479	0.043	10.895	1.043	10.311
6	3.35	8.451	2.523	1.438	1.523	2.200	0.455	4.873	1.455	3.313
7	2.95	3.944	1.337	1.110	0.337	8.753	0.114	3.287	1.114	2.922
8	23.65	99.182	4.194	1.129	3.194	7.405	0.135	26.844	1.135	22.897

3.1.2 Iwao 法测定 运用 Iwao<sup>[9]</sup> (1972) 提出了 2 个参数的方法, 即聚集格局的回归分析:  $M = \alpha + \beta \bar{X}$ , 即平均拥挤度  $M$  和样本算数平均值  $\bar{X}$  之间的线性回归参数。由表 1 中数据可以得到栗瘿蜂虫瘿在板栗林内种群分布结构的相关回归方程式为:  $M = 1.0985\bar{X} + 0.566$  ( $R^2 = 0.9922$ ,  $P < 0.01$ )。分析回归方程中的 2 个参数, 得  $\alpha = 0.566$ , 即  $\alpha > 0$ , 表示个体以集群的形势散布, 个体间相互吸引。由  $\beta = 1.0985$ ,  $\beta > 1$ , 表示种群分布的格局类型为邻接分布, 而  $\alpha > 0$ ,  $\beta > 1$ , 表明栗瘿蜂虫瘿在板栗林内的集群分布服从具有共通  $K$  值的负二项分布。

3.1.3 Taylor 法测定 利用 Taylor<sup>[7]</sup> (1961) 提出的幂法则, 拟合方差 ( $S^2$ ) 与平均数 ( $\bar{X}$ ) 的幂相关回归方程式, 由表 1 数据得回归结果为:  $S^2 = 1.3757\bar{X}^{1.2716}$  ( $R^2 = 0.9364$ ,  $P < 0.01$ )。由于  $a = 1.3757$ ,  $b = 1.5567$ , 即  $a > 1$ ,  $b > 1$ , 则根据判断标准<sup>[5]</sup> 可知种群在一切密度下都是聚集的, 聚集强度随种群密度的升高而增加, 这与聚集度指标法测定的结果相一致。

3.1.4 影响虫瘿聚集分布的原因 应用 Blackith (1961) 的种群聚集均数 ( $\lambda$ ) 检验聚集的原因, 其公式为  $\lambda =$

$\frac{\bar{X}}{2k} r$ 。式中  $k$  为负二项分布的指数  $k$  值,  $r$  为  $2k$  自由度, 当  $a = 0.5$  时的  $\chi^2$  分布的函数值。由表 1 的数据可知, 除 4 号标准地外, 其它各标准地的种群聚集均数  $\lambda > 2$  说明虫瘿聚集的原因可能是由于害虫本身的聚集行为所引起的, 而也可能是由于害虫的聚集行为与环境的因素共同影响所致。将各标准样地虫口平均数 ( $\lambda > 2$ ) 与聚集均数 ( $\lambda$ ) 进行相关分析, 得:  $\lambda = 0.9711\bar{X} - 0.0212$  ( $R^2 = 0.9993$ ,  $P < 0.01$ )。由此可知 当样地虫口平均密度在 2.0814 以下时,  $\lambda < 2$  聚集是由于某些环境因素如气候、栽培条件、植株生育状况等所引起的, 当样地虫口平均密度在 2.0814 以上时,  $\lambda \geq 2$ , 其聚集是由害虫本身的聚集行为与环境条件综合影响的结果。

3.2 栗瘿蜂虫瘿在树冠不同方位、不同层次分布特征

3.2.1 栗瘿蜂虫瘿数量在树冠不同方位调查分析 由调查所得栗瘿蜂虫瘿在板栗林内单株树的东、西、南、北 4 个方向上的数据进行方差分析, 结果表明, 栗瘿蜂虫瘿在单株树木上分布存在显著性差异 ( $P = 0.05$ )。进一步采用 LSD 法对数据进行多重比较, 得到结果如表 2。由表 2 分析可知, 东方向和西、南、北 3 个方向虫瘿数量差

异不显著;南方向和西、北两方向差异显著( $P<0.05$ ),和东方向差异不显著。由此分析可知 栗瘿蜂虫瘿在树冠不同方位上的分布存在差异,以南方向分布居多,但和东方向无显著差异。

表 2 树冠不同方位虫瘿数量间多重比较

Table 2 Multiple comparison of amount of chestnut gall wasp among crown exposure					
方位		东	西	南	北
平均	0.05 level	1.600ab	1.575b	2.138a	1.275b
虫瘿数量	0.01 level	AB	AB	A	B

3.2.2 栗瘿蜂虫瘿数量在树冠不同层次调查 通过分析单株树的上、中、下 3 个层次虫瘿数量,对调查结果进行方差分析,结果表明栗瘿蜂虫瘿在单株树木不同层次分布差异显著( $P<0.05$ )。对不同层次虫瘿数量进行多重比较,如表 3 所示,结果表明不同层次间下层与上、中层差异显著( $P<0.05$ ),且下层与上层差异达到极显著水平( $P<0.01$ ),而上层与中层间差异不显著。

表 3 树冠不同层次虫瘿数量间多重比较

Table 3 Multiple comparison of amount of chestnut gall wasp among different crown layers				
层次		上	中	下
平均	0.05 level	0.700b	1.563b	4.313a
虫瘿数量	0.01 level	B	AB	A

3.2.3 Iwao 法聚集强度格局分析 对不同方位、不同层次栗瘿蜂虫瘿的调查结果如图 1 所示。(1)利用 Iwao 的  $M-X$  回归分析方法,对东、西、南、北 4 个方向虫瘿数

量进行分析如下:东方向: $M=1.1374X+0.4506, R^2=0.8617(P<0.01)$ ;西方向: $M=1.4988X-0.3993, R^2=0.9631(P<0.01)$ ;南方向: $M=1.3954X-0.4588, R^2=0.9801(P<0.01)$ ;北方向: $M=1.4904X+0.6266, R^2=0.8594(P<0.01)$ 。参考 Iwao 的理论和兰星平<sup>[8]</sup>对  $\alpha$  和  $\beta$  的组合形式与分布型的关系的研究,分析以上数据可知虫瘿的分布在东方向和北方向呈现出集群的邻接分布( $\alpha>0, \beta>1$ ),集群的分布服从具有共通  $k$  值的负二项分布,而西方向和南方向表现较为复杂,大部分标准地呈现聚集分布的特征,小部分标准地呈现均匀分布的特点。根据  $\alpha$  和  $\beta$  的生态学意义,分析上述结果表明个体群中个体的平均拥挤,以北方最高,南方最低,但每单位中个体群的聚块性以西方最高,即西方聚集强度大,而东方最低。综合考虑单株虫瘿数量,可以认为西方虽然聚集强度最大,但是在种群数量上不及北方。(2)利用上述方法,对不同层次栗瘿蜂虫瘿分布格局机型分析,建立  $M-X$  回归方程:上层: $M=1.8094X-0.3901, R^2=0.8256(P<0.01)$ ;中层: $M=0.9955X+0.1977, R^2=0.9257(P<0.01)$ ;下层: $M=1.1106X+0.8734, R^2=0.9778(P<0.01)$ 。通过分析可知,栗瘿蜂虫瘿在中层和下层树冠的格局均为呈现群聚型,而上层呈现出均匀分布的格局。聚集格局中下层树冠聚集程度最高,同时反映出聚集的原因既包含着由于自身的生殖、扩散等特征作用的结果,亦包含着虫体对于环境条件差异的反映<sup>[9]</sup>。

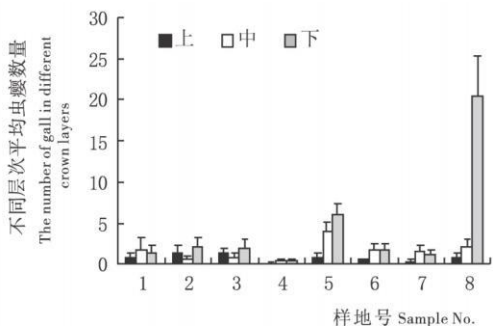
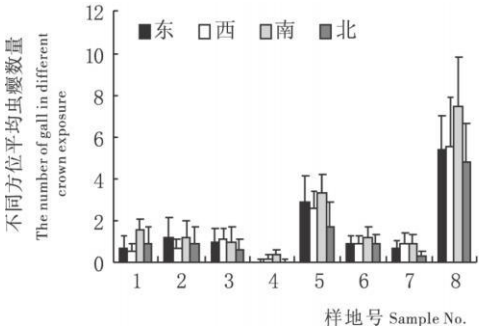


图 1 树冠不同方位、不同层次栗瘿蜂虫瘿数量

Fig. 1 The number of gall in different crown exposure and different crown layers

3.3 序贯抽样法的应用

序贯抽样是在一定概率保证下,根据防治阈值,结合调查时累计虫瘿数,判断是否需要防治的抽样方法,特点是不预先确定抽样数,不必确定虫口密度<sup>[10]</sup>。根据 Iwao(1977)<sup>[3]</sup>提出的新序贯抽样理论,即设种群临界密度(防治阈值)为  $m_0$ ,把抽样过程中接受和拒绝的 2 条直线定义为在特定  $t$  值下,  $\infty$  抽样样本中个体总数  $T_0(n)$  的上、下界  $T_0(n)=m_0^2+t\sqrt{n[(a+1)m_0+(\beta-1)m_0^2]}$ 。

其中  $n$  为抽样数,  $m_0$  依实践经验取  $m_0=10$  个/株,  $t$  为自由度为  $\infty$  时的  $t$  值,即  $t=1.96$ ,  $\alpha$ 、 $\beta$  分别为  $M-X$  回归方程中的截距和斜率,由 3.1.2 节中数据可知  $\alpha=0.566, \beta=1.0985$ ,代入通式中得到栗瘿蜂虫瘿序贯抽样表 4 如表 4 中所示,以 10 个/株为防治阈值时,当调查株数为 80 时,累计虫瘿数低于 711.5 个时,不需要进行防治,当高于 888.5 时需要进行防治。累计值在两者之间时,应继续抽样,直到达到最大抽样数为止。最大

抽样数计算公式为:  $N_{\max} = \frac{t^2}{d^2}[(a+1)m_0 + (\beta - 1)m_0^2]$ , 其中  $t$  为保证概率,  $d$  为  $m = m_0$  时估计密度所允许误差, 其计算式为  $d = t s_x$ 。例如, 取保证概率  $t = 1$ , 允

许误差  $d = 0.2$ , 当  $X = m_0 = 10$  时, 最大抽样数为  $N_{\max} = 637.75$  株。

表 4 栗瘿蜂虫瘿序贯抽样表

Table 4		Sequential sample table of chestnut gall wasp									
株数/株		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$m_0=10$	虫瘿数 上限	131.3	244.3	354.2	462.6	570.0	676.7	782.8	888.5	993.9	1 099.0
	虫瘿数 下限	68.7	155.7	245.8	337.4	430.0	523.3	617.2	711.5	806.1	901.0

4 小结与讨论

栗瘿蜂虫瘿在一切密度下都是聚集的, 其分布的基本成分是个体群, 个体之间相互吸引, 其聚集密度随着种群密度的升高而增加。栗瘿蜂虫瘿聚集是由害虫本身的聚集行为与环境条件综合影响的结果。陈顺立、李奕震等采用每枝虫瘿密度为指标, 分析栗瘿蜂在板栗林内的分布特征, 虽然与该文所采用的单株虫瘿数量的指标不同, 但都得出了相近似的结论, 也从另一个方面使此结论得到了印证。

栗瘿蜂虫瘿在单株树的东、西、南、北 4 个方向上的分布存在显著差异, 分布多集中在南方向上, 其平均虫瘿数量 (2.238 个/株) 要比最低的北方向 (1.275 个/株) 高出近一倍。南方向枝条上芽体饱满, 营养充分, 有利于栗瘿蜂幼体成长, 栗瘿蜂成虫选择产卵芽体一般也选择饱满芽体<sup>[1]</sup>, 由此导致南方向虫瘿分布较多。树冠上、中、下 3 层之间差异达到极显著水平, 分布多集中在下层, 上部分布最少 (0.700 个/株), 不及下部平均数量的 1/6。这主要是植株树冠的下部比上部的透光性差, 且枝条的长势树冠下部比上部差, 下部树冠提供了适合栗瘿蜂产卵的环境<sup>[2]</sup>, 同时也可能由于栗瘿蜂飞行能力差, 受风的影响较大<sup>[3]</sup>, 飞行到树冠上、中部的机会少, 因而引起栗瘿蜂瘿瘤在树冠下层比上、中层多。试验结果中, 虫瘿在树冠分布存在显著差异, 对于此差异的机理性分析有待于进一步研究。

通过利用 Iwao 的回归分析方法进一步分析, 各个方向、不同层次上虫瘿分布普遍呈现聚集分布, 其聚集原因既包含着由于自身的生殖、扩散等特征作用的结果, 亦包含着虫体对于环境条件差异的反映。

利用序贯抽样法可以很直观的分析出当调查到达某一阈值时, 是否有必要进行防治, 这对生产实践具有很好的指导作用<sup>[4]</sup>, 而不同地区, 不同树龄与立地条件的板栗林, 其防治阈值不同, 需要在生产中进行统计和总结, 这样才能达到更精确的预测和防治。

参考文献

[1] 刘建波, 何学友, 李志真, 等. 桦树星天牛幼虫种群空间分布格局分析[J]. 福建林业科技, 2008, 35(2): 91-96.  
[2] 李奕震, 易叶华, 郑柱龙, 等. 栗瘿蜂在板栗林的分布及抽样技术[J]. 华南农业大学学报(自然科学版), 2004(1): 62-65.  
[3] 陈顺立, 杨子旺, 江涛, 等. 栗瘿蜂虫瘿空间格局的研究[J]. 福建林业科技, 1996, 23(1): 12-15.  
[4] 叶志勇, 余继华, 汪恩国, 等. 柑橘木虱种群空间分布型及抽样技术研究[J]. 中国植保导刊, 2007(6): 35-37.  
[5] 赵志模. 生态学引论[M]. 科学技术文献出版社重庆分社, 1984: 93-119.  
[6] Iwao S. Application of the M\*-M method to analysis of spatial pattern by changing the quadra size[J]. Res. Popul. Ecol., 1972, 14(1): 97-128.  
[7] Taylor L R. Aggregation, variance and the mean[J]. Nature, 1961, 189: 7325.  
[8] 兰星平. 关于 Iwao M\*-M 回归模型在昆虫种群空间分布型的应用分析[J]. 贵州林业科技, 2007, 35(1): 1-8.  
[9] 丁岩钦. 昆虫种群数学生态学原理与应用[M]. 北京科学出版社, 1980: 116-117.  
[10] 刘永生. 栗瘿蜂瘿瘤空间分布型及抽样技术研究[J]. 江苏林业科技, 2002(2): 21-23.  
[11] 余桂萍. 栗瘿蜂生物学特性[J]. 黄山学院学报, 2007, 9(3): 103-104.  
[12] 陈建华, 吴文富. 株洲地区栗瘿蜂发生规律及防治方法研究[J]. 湖南林业科技, 2001, 28(2): 10-11.  
[13] 叶辉. 栗瘿蜂的生物学研究[J]. 云南大学学报(自然科学版), 1990, 12(1): 84-87.

A Study on The Spatial Distribution Patterns of *Dryocomus kuriphilus* Galls in Chestnut Plantation

BU Yu-qiang<sup>1</sup>, GUO Su-juan<sup>1</sup>, LI Wen-quan<sup>2</sup>, LIU Jian-ling<sup>2</sup>

(1. Key Laboratory for Silviculture and Conservation, Ministry of Education, College of Resoures and Environment, Beijing Forestry University, 100083, China; 2. Chestnut Experiment Station in Huairou District, Beijing 101405, China)

# 草木樨 *PUTNHX* 基因的转化及转基因苗的耐盐性

刘太林<sup>1</sup>, 杨静慧<sup>1</sup>, 刘艳军<sup>1</sup>, 张伟玉<sup>2</sup>

(1. 天津农学院 园艺系 天津 300384 2. 天津农学院 机电工程系 天津 300384)

**摘要:**以草木樨破坏生长点的茎尖作为外植体,在含有不同浓度激素的分化培养基上诱导新生芽。获得最佳分化培养基配方 MS+4 mg/L 6-BA+0.2 mg/L IAA。利用农杆菌侵染的方法进行 *PUTNHX* 基因的转化,获得大量转基因苗。在含盐量分别为 0.4%、0.8%、1.2% 的培养基中测定转化苗的耐盐性。结果表明:在 0.8% 浓度下,转化苗生长时间明显高于野生苗。野生苗第 3 周已全部死亡,而转化苗仅有个别叶片变黄,说明转基因苗可以耐 0.8% 的盐。*PUTNHX* 基因的转化确实提高了草木樨的耐盐性。

**关键词:** 草木樨; 分化; 农杆菌; 转基因; 耐盐性

**中图分类号:** S 551<sup>+</sup>.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2009)11-0044-04

盐胁迫逆境是影响农业生产和生态环境的重要因素之一。盐碱地中过多的  $\text{Na}^+$  在胞质中积累会造成对植物的毒害,植物在长期的进化中形成一些适应和耐受盐胁迫的机制。其中一种就是植物通过外排  $\text{Na}^+$  和液泡区隔化  $\text{Na}^+$  来减少  $\text{Na}^+$  的毒害,这一过程由  $\text{Na}^+/\text{H}^+$  逆向转运蛋白来完成。该蛋白的功能与植物的耐盐性

的关系及其分子生物学研究是近年来人们研究的热点问题<sup>[1]</sup>。此外在当今果品生产中果农大多采取果粮间作形式,由于长期果粮间作大量施用化肥,轻视有机肥施用,造成果园土壤板结,肥力低下,与当前保护生态环境、发展可持续农业相矛盾。果园土壤退化日渐加快,腐殖质和全氮含量明显下降,严重影响果品质量<sup>[2]</sup>。利用绿肥改良果园土壤,提高果实品质是切实可行的。

随着分子生物学的发展,植物耐盐基因工程已成为当前研究的热点,植物基因工程为耐盐新品种的选育提供新的途径<sup>[3]</sup>。拟南芥  $\text{Na}^+/\text{H}^+$  逆向转运蛋白基因 (*AtNHX1*) 是最早被克隆的植物  $\text{Na}^+/\text{H}^+$  逆向转运蛋白基因,是第 1 个用于改善植物耐盐性的基因。将 *AtNHX1* 基因转入荞麦后,植株仍可在高盐碱土上正常生长,荞麦的重要营养成分不受影响。过表达 *AtNHX1* 使高羊茅 (*Festuca arundinacea*) 具有耐盐性。

该研究所用的基因 *PUTNHX* 是从耐盐性很强的

**第一作者简介:** 刘太林(1983-),男,在读硕士,研究方向为果树生物技术。E-mail: liliu1983913@163.com。

**通讯作者:** 杨静慧(1961-),女,教授,硕士生导师,现主要从事园艺植物栽培育种与生物技术研究工作。E-mail: Jinghuiyang2@yahoo.com.cn。

**基金项目:** 天津市科委科技支撑计划资助项目 (07ZCKFNC01100、08ZCKFNC01200); 天津市农业科技成果转化与推广资助项目 (0504018)。

**收稿日期:** 2009-05-20

**Abstract:** Based on aggregation index method, Iwao's regressive model analysis method and Taylor's power law method, this article analyzed the spatial distribution pattern of gall in chestnut plantation in the area of Huairou in Beijing. The results indicated that the distribution of gall of chestnut gall wasp was the aggregated distribution pattern and the pattern was aggregate in any density of the population of chestnut gall wasp in a chestnut plantation. The higher the population density of chestnut gall wasp, the higher its aggregated degree in the chestnut plantation was. In the whole crown, the number of gall of chestnut gall wasp was different significantly in the orientation of eastern, western, southern and northern crown of the trees. The population density was significantly different in top, middle and low crown layers. The Iwao's method was applied to analyze the spatial distribution pattern in different orientations of crown and different crown layers. The result showed that the distribution of gall was aggregate in most of orientations and crown layers. Based on Iwao's new sequential sampling method, the sequential sampling analysis table was listed, which provided a basis for the sampling survey number and a threshold for control.

**Key words:** *Dryocomus kuriphilus* Yasumatsu; Gall; Chestnut plantation; Spatial distribution pattern