

胡宗文,杨娟,苗春辉,等. 西方蜜蜂群势与气候的周年变化及相关性分析[J]. 江苏农业科学,2020,48(13):192-196.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.13.039

# 西方蜜蜂群势与气候的周年变化及相关性分析

胡宗文,杨娟,苗春辉,黄新球,周春涛

(云南省农业科学院蚕桑蜜蜂研究所,云南蒙自 661101)

**摘要:**为研究西方蜜蜂群势因子与气候的周年变化及相关性,采用 Vantage Pro 2 气象仪记录气候变化,以测子框测定群势、蜜、粉存储量,记录工蜂浆和携螨量,作周年统计和相关性分析。结果表明,群势在 3 月、7 月、10 月出现峰值,分别为(6.943 ± 0.245)、(7.306 ± 0.162)、(8.076 ± 0.099)脾,工蜂携螨量在 3 月、8 月和 11 月出现峰值,分别为(14.076 ± 1.116)、(16.950 ± 0.943)、(16.230 ± 1.085)只;工蜂浆在 2 月分泌量最高,为(93.286 ± 0.030) mg;温度(22.607%)和工蜂浆(21.259%)是构成蜂群影响的主要成分;气候因子对蜂群表现出显著或极显著的相关性,其中温度对群势( $r=0.170$ )和蜂螨( $r=0.160$ )有极显著正相关,湿度与蜂群采粉( $r=0.15$ )有极显著正相关,而工蜂浆的分泌量与温度( $r=-0.327$ )、湿度( $r=-0.351$ )表现出极显著负相关。说明蜂群自身节律性可以适应气候的变化,这对蜜蜂资源的发掘、生物多样性的保存具有深远意义。

**关键词:**西方蜜蜂;工蜂浆;气候;周年变化;相关性

**中图分类号:** S891 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)13-0192-05

随着气候与环境的变化,蜂群尤其是野生蜂群的数量,在全球范围内发生了变化<sup>[1]</sup>。自 2006 年蜂群崩溃综合症(colony collapse disorder, CCD)被报道以来,仅 Nature 杂志关注蜂群损失程度的文章已达 539 篇。蜂类与植物的相互作用——传粉效应,促使许多植物进化成为了专一依赖性虫媒传粉植物<sup>[2]</sup>,因此蜂群的变化引起了人们极大的关注。西方蜜蜂是世界上人工饲养量巨大的蜂种之一,工蜂的数量及健康状况直接表现在蜂群势的强弱上。有研究表明,气候<sup>[3]</sup>、寄生虫<sup>[4]</sup>、病毒<sup>[5]</sup>、病原体<sup>[6]</sup>、甲虫<sup>[7]</sup>、长期的低毒环境<sup>[7]</sup>、管理方式都会引起西

方蜜蜂群体及个体在行为、生理上产生影响,因此了解和掌握当地蜂群的群势变化规律对于掌握授粉力量有重要意义。在我国西方蜜蜂群势的周年变化与气候因子间的相关性还未见报道,本研究跟踪定地饲养蜂群的周年状况,以探究气候与西方蜜蜂内部因子间的相关性。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材 料

**蜂群:**6 群西方蜜蜂群,常年饲养于国家蜂产业体系红河试验站西方蜜蜂场,供观察蜂群遗传背景清晰。

**群势测定工具:**测子框、镊子、移虫针、1.5 mL 离心管、电子天平、双甲脒针剂。

**气候因子测定:**气象观测仪(美国 Davis 公司生产的 Vantage Pro 2 气象仪)。

收稿日期:2019-06-27

基金项目:云南蚕桑蜜蜂研究专项(编号:2018CF07)。

作者简介:胡宗文(1987—),男,云南曲靖人,硕士,主要从事蜜蜂生物学研究。E-mail:hzongwn@163.com。

[13]张德珍,潘道东,戴传超. 一株降胆固醇乳酸菌的鉴定及其在模拟胃肠环境中抗性的研究[J]. 食品科学,2004(11):281-284.

[14]徐丽丹,邹积宏,袁杰利. 一株降血压功能乳酸菌在模拟胃肠环境中抗性的研究[J]. 中国微生态学杂志,2011,23(2):112-114.

[15]张明,李新胜,马超,等. 发酵黑木耳酱菜益生乳酸菌菌株的筛选[J]. 中国食品学报,2018,18(11):103-108.

[16]黄宝莹,余之蕴,苏妙仪,等. 食品添加剂对两种乳酸菌的抑菌

作用[J]. 中国乳品工业,2015,43(8):16-18.

[17]叶陵,李勇,王蓉蓉,等. 剁辣椒中优良乳酸菌的分离鉴定及其生物学特性分析[J]. 食品科学,2018,39(10):112-117.

[18]陈曦,周彤,许随根,等. 贵州酸肉中具有高亚硝酸盐降解和耐受能力乳酸菌的筛选与鉴定[J]. 中国食品学报,2018,18(2):256-264.

[19]Tamura K, Stecher G, Peterson D. MEGA6: molecular evolutionary genetics analysis version 6.0[J]. Molecular Biology and Evolution, 2013,30(12):2725-2729.

## 1.2 方法

1.2.1 蜂螨与蜂群势的周年变化 用测子框测定蜂群势,以2只蜜蜂不叠加时蜜蜂完全排满整张蜂脾记为1脾蜂量,此时工蜂数量约为1万只,在平常蜂群管理时也统计蜂群势。随机选取蜂箱内10只工蜂,采用镊子夹住工蜂后足,观察每只工蜂所携带蜂螨数量,记作10只工蜂携带蜂螨数。每月7~8日为固定蜂群检查日,随机记录时根据日常蜂群管理中工作量确定是否记录,统计西方蜜蜂群势和蜂螨数。

1.2.2 蜂蜜、花粉和工蜂浆的周年变化 工蜂浆测定:先将1.5 mL离心管称质量,记为 $m_1$ ,在蜂场上随机选取巢脾幼虫区,用镊子夹出10只2日龄工蜂幼虫后,采用移虫针取浆,工蜂浆置于离心管内,带至实验室称质量,记为 $m_2$ ,按下列公式计算工蜂浆质量:

$$m_{10\text{只工蜂浆}} = m_2 - m_1。$$

蜂蜜、花粉存储量:采用测子框测量10群巢脾上完全存储满的花粉和蜂蜜区域,称量出测子框上每一小格的平均质量,作为基数,蜜为31.25;粉为28.13,之后再以测子框测量试验蜂群上蜜粉存储格数,两者相乘即为蜂蜜、花粉存储量。

1.2.3 气候因子的记录 以气象观测仪记录全年的温度、湿度、降水量、风速、气压。

## 1.3 数据分析与处理

采用Excel进行数据整理,SPSS 17.0进行方差分析和 $\chi^2$ 检验以及相关分析,利用Sigmpilot 10.0进行绘图。偏相关分析是一种研究现象之间是否存在

在某种依存关系,并对具体有依存关系的现象探讨其相关方向及相关程度,研究随机变量间相关关系的一种统计方法。当数据文件包括多个变量时,直接对2个变量进行相关性分析往往不能真实地反映出二者之间的相关关系,此时就要用到偏相关分析,本研究以偏相关分析气候和群势消长的相关性,探讨这两变量间的相关性,以方差分析和 $\chi^2$ 检验分析群势的变化差异。

## 2 结果与分析

### 2.1 蜂群群势与蜂螨的周年变化

本研究追踪了3个群势相同的西方蜜蜂在1年内的蜂群势与工蜂携带蜂螨量,饲养管理方式对西方蜜蜂的群势影响较大。蜂群的常规管理可分为3个阶段:冬季11月、夏季4月初和秋季9月初扣王治螨。由图1可知,在上一年度的扣王治螨后蜂群准备越冬,群势和工蜂携螨量降到最低值,随即春季后群势增加,蜂螨也随之繁殖。在3月群势和工蜂携螨量出现峰值,分别为(6.943 ± 0.245)脾和(14.076 ± 1.116)只,扣王治螨后群势和蜂螨量也随之降低,之后进入食物短缺的夏季。到7月时蜂群群势再次到达高峰,为(7.306 ± 0.162)脾,然而受气温的影响,蜂螨在8月到达顶峰,为(16.230 ± 1.085)只,随着秋季的扣王治螨,10月群势再次升高到(8.076 ± 0.099)脾,携螨量在11月出现峰值,为(16.23 ± 1.08)只,蜂群进入越冬期。在严峻的季节里,蜂群减少不必要的怠工劳动力对蜂群的生存有重要影响。

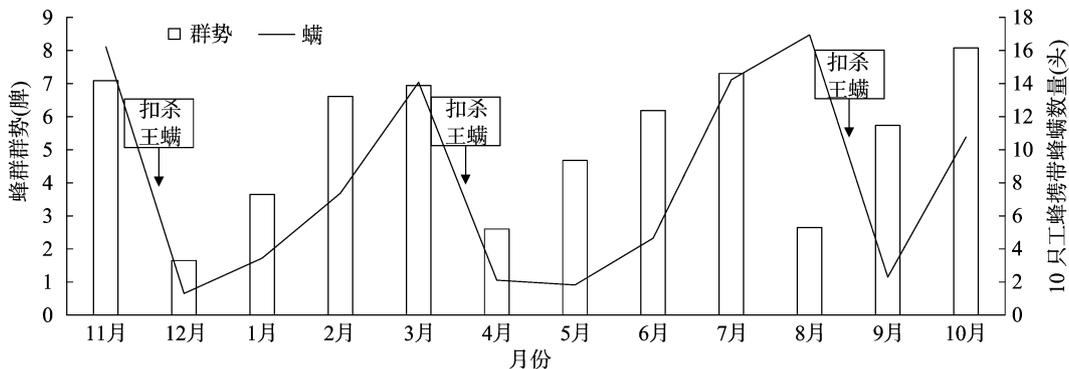


图1 西方蜜蜂的群势与蜂螨周年变化

### 2.2 蜂群食物存储量与工蜂浆的周年变化

食物量是蜂群繁殖的基础,尤其是花粉的作用更为重要。由图2可知,红河州地区的西方蜜蜂在1年中有3次储蜜高峰,分别为11月、3月和8月,

在管理上与蜂群扣王的第1个月时间相吻合,这是因为蜂群没有幼虫需哺育,多余的劳动力都积极参与采集花蜜中。蜂群中花粉的采集有着明显的起伏状,在早春2月和晚秋11月花粉采集最多,然而

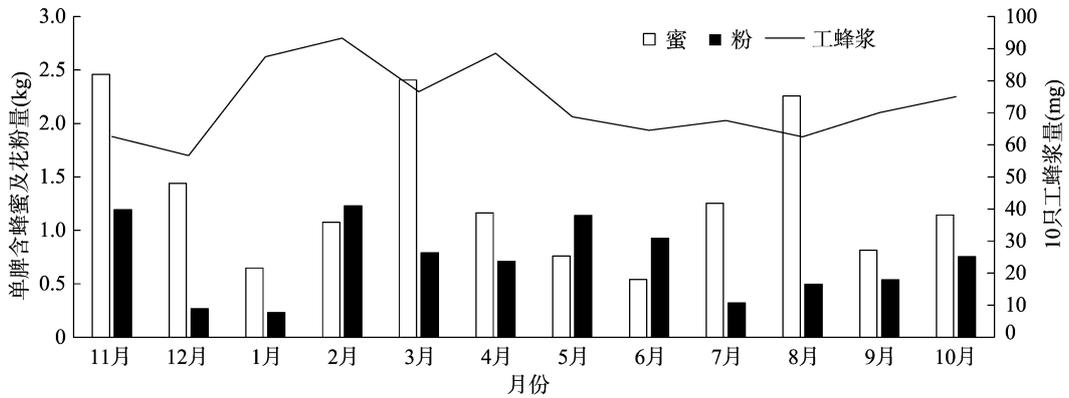


图2 蜂群食物存储量与工蜂浆的周年变化

蜂群中哺育幼虫的食物(工蜂浆)分泌顶峰均在春季,最高在2月,为(93.286 ± 0.030) mg,这与蜂群在春季有个爆发式的增长有着对应关系,说明食物的充裕度是蜂群势的基础。

### 2.3 蜂群因子间的相互比较

比较西方蜜蜂蜂群因子组间与组内的差异性,从而可以找到是哪个因子对蜂群的影响最大。由表1可知,本研究所记录的5组因子对蜂群均有极显著影响( $P < 0.01$ ),其中工蜂浆的 $F$ 值最高

( $F = 109\ 994.923$ ),表示在蜂群中受其他因子的干扰较大,蜂螨的 $F$ 值最低(85.114),表示受其他因子影响较小。工蜂浆是7~12日龄工蜂上颚腺分泌以饲喂3日龄内工蜂幼虫和蜂王的食物,工蜂幼虫取食称为工蜂浆,蜂王取食称为蜂王浆,受蜂群内青年工蜂数量及质量影响。从蜂螨的繁殖历程观察,蜂螨的主要食物为蜜蜂的血淋巴,食物(蜂蜜和花粉)经过蜜蜂的消耗处理后再流向蜂螨,因此受影响较小。工蜂浆和群势是蜂群主要的影响因子。

表1 蜂群因子的相互比较

因子	分类	平方和	$df$	均方	$F$ 值	$P$ 值
群势	组间	1 532.273	11	139.298	129.030	0.000
	组内	375.692	348	1.080		
蜂螨	组间	12 405.953	11	1 127.814	85.114	0.000
	组内	4 611.231	348	13.251		
工蜂浆	组间	46 064.510	11	4 187.683	109 994.923	0.000
	组内	13.249	348	0.038		
蜜	组间	153.675	11	13.970	115.422	0.000
	组内	42.121	348	0.121		
粉	组间	41.949	11	3.814	102.100	0.000
	组内	12.998	348	0.037		

### 2.4 群势因子与气候因子间的主成分分析

对3群西方蜜蜂群势因子与气候因子进行主成分分析,由表2可知,第1特征值的贡献率为22.607%,第2、3、4、5特征值的贡献率分别为21.259%、17.000%、11.861%、9.515%。

按照累积贡献率超过85%,信息损失量低于15%的选择原则,选取前6个特征值,定义为第1、2、3、4主成分。表3反映了主成分结合的变异信息,用如下数学式表达:

$$F_1 = 0.824X_1 - 0.592X_2 - 0.101X_4 + 0.362X_5 +$$

$$0.563X_6;$$

$$F_2 = 0.366X_1 + 0.463X_2 - 0.863X_3 + 0.805X_4 - 0.174X_5 - 0.134X_6;$$

$$F_3 = -0.363X_1 + 0.644X_5 + 0.632X_6;$$

$$F_4 = 0.209X_2 + 0.236X_3 - 0.21X_4 - 0.454X_5 - 0.189X_6。$$

式中: $F_1 \sim F_4$ 表示主成分, $X_1 \sim X_6$ 代表6项形态指标。

### 2.5 蜂群因子与气候间的相关性分析

由表4可知,西方蜜蜂群势因子与气象间有显

表2 相关矩阵特征值与累积贡献率

成分	特征值	比例 (%)	累积贡献率 (%)
1	2.261	22.607	22.607
2	2.126	21.259	43.866
3	1.700	17.000	60.867
4	1.186	11.861	72.727
5	0.952	9.515	82.243
6	0.696	6.961	89.204
7	0.422	4.217	93.421
8	0.341	3.411	96.833
9	0.247	2.467	99.300
10	0.070	0.700	100.000

著或极显著相关性,群势与蜂螨量(相关系数  $r = -0.348$ )呈极显著负相关,与粉(相关系数  $r = 0.357$ )、温度(相关系数  $r = 0.17$ )呈极显著正相关。蜂螨与工蜂浆(相关系数  $r = -0.217$ )、蜜(相关系数  $r = 0.601$ )、温度(相关系数  $r = 0.160$ )、气压(相关系数  $r = -0.130$ )有显著或极显著相关性。工蜂浆与粉(相关系数  $r = 0.117$ )、气压(相关系数  $r = 0.255$ )、风速(相关系数  $r = 0.365$ )有显著或极

表3 4个主成分的特征向量

因子	成分			
	1	2	3	4
温度	0.824	0.366	-0.363	0
工蜂浆	-0.592	0.463	0	0.209
湿度	0	-0.863	0	0.236
风速	-0.101	0.805	0	-0.21
蜜	0.362	-0.174	0.644	-0.454
蜂螨	0.563	-0.134	0.632	-0.189

显著正相关,与蜜(相关系数  $r = -0.259$ )、温度(相关系数  $r = -0.323$ )、湿度(相关系数  $r = -0.351$ )有极显著负相关,说明在温湿度趋于平和、蜜少粉多、天气晴朗微风时工蜂浆分泌量越大。蜂群内存储蜜的状况与气候因子相关性未达显著性,花粉的存储量与湿度呈现极显著正相关性(相关系数  $r = 0.150$ ),说明湿度越大越容易存储花粉。

### 3 讨论

气候能影响蜜蜂的诸多方面,如能直接影响蜂群的生长周期<sup>[7]</sup>,改变外界花朵的数量,从而增加

表4 蜂群与气候因子的相关性

因子	指标	指标值				
		群势	蜂螨	工蜂浆	蜜	粉
蜂螨	$r$	-0.348**	-	-	-	-
	$P$	0.000	-	-	-	-
工蜂浆	$r$	0.010	-0.217**	-	-	-
	$P$	0.849	0.000	-	-	-
蜜	$r$	0.052	0.601**	-0.259**	-	-
	$P$	0.328	0.000	0.000	-	-
粉	$r$	0.357**	0.075	0.117*	0.085	-
	$P$	0.000	0.155	0.026	0.107	-
温度	$r$	0.170**	0.160**	-0.323**	-0.020	0.056
	$P$	0.001	0.002	0.000	0.708	0.290
湿度	$r$	-0.033	0.095	-0.351**	0.005	0.150**
	$P$	0.535	0.073	0.000	0.929	0.004
降水量	$r$	-0.074	0.004	-0.055	0.013	0.008
	$P$	0.160	0.935	0.302	0.800	0.887
风速	$r$	-0.007	-0.054	0.365**	0.007	0.139**
	$P$	0.902	0.304	0.000	0.888	0.008
气压	$r$	-0.051	-0.130*	0.255**	0.058	0.038
	$P$	0.330	0.014	0.000	0.272	0.477

注: $n = 360$ , \*、\*\* 分别表示在 0.05、0.01 水平(双侧)上显著相关。 $r$  为 Pearson 相关系数, $P$  为双侧显著性。

或减少蜂群的收益和发展<sup>[8]</sup>,同时也改变了与寄生虫和病原体的关系<sup>[9]</sup>,养蜂员需要变换管理方式<sup>[10]</sup>,不得不转移蜂场以获得收益并选育新品种<sup>[11]</sup>,还得测试这些新品种对新环境的适应<sup>[12]</sup>。本研究发现,随季节的变换,蜂群的管理方式发生了变化,西方蜜蜂的群势随之改变,出现起伏状,寄生类螨害也表现出较大的波动。同时,工蜂浆也随着蜜、粉的存储量变化而变化。气候因子对西方蜜蜂群势影响表现在不同方面,气温与群势(相关系数 $r=0.170$ )、蜂螨(相关系数 $r=0.160$ )呈正相关性,湿度对花粉采集影响较大(相关系数 $r=0.150$ ),风速(相关系数 $r=0.365$ )和气压(相关系数 $r=0.255$ )与工蜂浆的分泌量有极显著的正相关性。与前期调查的夏季蜂群表现相同,西方蜜蜂群势的动态变化具有季节性的模式特征<sup>[13]</sup>。

西方蜜蜂群受到群内因子的影响显著,主要表现在5个因子上:蜂螨、工蜂浆、工蜂数量、蜜和粉的存储量。蜜蜂的营养完全依赖于显花植物的花粉和花蜜,蜂巢内花粉和蜂蜜存储量在一定程度上反映出外界食物状况<sup>[14]</sup>。蜂螨通过吸食蜜蜂血淋巴传递多种病毒,改变蜜蜂机体免疫,最终促使感染蜜蜂的死亡<sup>[15]</sup>。Drijfhout等认为蜂王浆能够抑制蜂螨种群的发展,而蜂王浆的生产与群内蜜粉存储直接相关<sup>[16]</sup>。因此,从蜂群内部来看,西方蜜蜂工蜂的数量及质量与蜂螨、食物相互关联。

在某种程度上,气候的变化能引起蜜蜂的分布范围改变并引起新的物种间的竞争关系<sup>[2,17]</sup>。胡宗文等认为,在寒冷的冬季蜂类具有较高的生态位宽度,从而成为当地植物授粉的优势昆虫<sup>[18]</sup>,但在生态位上有较高的重叠,表明蜂类之间又存在较大的竞争压力<sup>[8,19]</sup>,人为参与管理降低了西方蜜蜂这一方面的竞争压力,在一定程度上也解释了近年来中国蜜蜂土著种在引入外来西方蜜蜂后逐渐减少的现象。

尽管气候因子的变化对蜂群有深远影响,但蜂群本身具有节律性,能维持蜂群本身的动态平衡,因此掌握生物的遗传性、变异性和生存适应性对蜜蜂资源的发掘、生物多样性的保存具有深远意义。

#### 参考文献:

[1] Cox - Foster D L, Conlan S, Holmes E C, et al. A metagenomic survey of microbes in honey bee colony collapse disorder [J]. *Science*, 2007, 318(5848): 283 - 287.

[2] Willmer P. Ecology: pollinator - plant synchrony tested by climate change [J]. *Current Biology*, 2012, 22(4): 131 - 132.

[3] Le Conte Y, Navajas M. Climate change: impact on honey bee populations and diseases [J]. *Revue Scientifique et Technique*, 2008, 27(2): 485 - 497, 499 - 510.

[4] Wilfert L, Long G, Leggett H C, et al. Deformed wing virus is a recent global epidemic in honeybees driven by Varroa mites [J]. *Science*, 2016, 351(6273): 594 - 597.

[5] de Miranda J R, Genersch E. Deformed wing virus [J]. *Journal of Invertebrate Pathology*, 2010, 103(S): S48 - S61.

[6] Prisco G D, Annoscia D, Margiotta M, et al. A mutualistic symbiosis between a parasitic mite and a pathogenic virus undermines honey bee immunity and health [J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2016, 113(12): 3203 - 3208.

[7] Meixner M D, Yves L C. A current perspective on honey bee health [J]. *Apidologie*, 2016, 47(3): 273 - 275.

[8] Nielsen A, Reitan T, Andreas W R, et al. Effects of competition and climate on a crop pollinator community [J]. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 2017, 246(1): 253 - 260.

[9] Mooney H, Larigauderie A, Cesario M, et al. Biodiversity, climate change, and ecosystem services [J]. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2009, 1(1): 46 - 54.

[10] Gebru Y G, Gebre A E, Beyene G. Review on the role of honeybee in climate change mitigation and poverty alleviation [J]. *Livestock Research for Rural Development*, 2016, 28(3): 48 - 49.

[11] Yildiz C, Ozilgen M. Thermodynamic assessment of the impact of the climate change on the honeybees [J]. *International Journal of Global Warming*, 2019, 17(2): 185.

[12] Flores J M, Gil - Lebrero S, Gúmez V, et al. Effect of the climate change on honey bee colonies in a temperate mediterranean zone assessed through remote hive weight monitoring system in conjunction with exhaustive colonies assessment [J]. *Science of the Total Environment*, 2019, 653: 1111 - 1119.

[13] 胡宗文, 杨娟, 王艳辉. 气候因子变化对西方蜜蜂群势的影响 [J]. *浙江农业学报*, 2015, 27(12): 2086 - 2092.

[14] 刘方邻. 花蜜中次生代谢物质及其对传粉的影响 [D]. 上海: 中国科学院上海生命科学研究院植物生理生态研究所, 2004.

[15] 蔺哲广, 秦瑶, 李利, 等. 狄斯瓦螨和蜜蜂残翅病毒对蜜蜂健康的协同影响 [J]. *昆虫学报*, 2016, 59(7): 775 - 784.

[16] Drijfhout F P, Kochansky J, Lin S, et al. Components of honeybee royal jelly as deterrents of the parasitic varroa mite, varroa destructor [J]. *Journal of Chemical Ecology*, 2005, 31(8): 1747 - 1764.

[17] Garibaldi L A, Steffan - Dewenter I, Winfree R, et al. Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance [J]. *Science*, 2013, 339(6127): 1608 - 1611.

[18] 胡宗文, 张学文, 杨娟, 等. 祥云坝区冬季访花昆虫调查及生态位分析 [J]. *生态学杂志*, 2016, 35(12): 3353 - 3359.

[19] Beverly R J, Jules E S. Habitat fragmentation and plant - pollinator [J]. *Current Science*, 1993, 65(3): 273 - 277.