

ISSN 1000-0933

CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第31卷 第17期 Vol.31 No.17 **2011**

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 31 卷 第 17 期

2011 年 9 月 (半月刊)

目 次

海洋生态资本理论框架下海洋生物资源的存量评估·····	任大川,陈 尚,夏 涛,等 (4805)
内生真菌对羽茅生长及光合特性的影响·····	贾 彤,任安芝,王 帅,等 (4811)
基于遥感图像处理技术胡杨叶气孔密度的估算及其生态意义·····	蒋圣淇,赵传燕,赵 阳,等 (4818)
水文变异下的黄河流域生态流量·····	张 强,李剑锋,陈晓宏,等 (4826)
黄河三角洲重度退化滨海湿地盐地碱蓬的生态修复效果·····	管 博,于君宝,陆兆华,等 (4835)
浙江省某 PCBs 废物储存点对其邻近滩涂生态系统的毒性风险·····	何闪英,陈昆柏 (4841)
鄱阳湖苔草湿地甲烷释放特征·····	胡启武,朱丽丽,幸瑞新,等 (4851)
三峡库区银鱼生长特点及资源分析·····	邵晓阳,黎道峰,谭 路,等 (4858)
低温应激对吉富罗非鱼血清生化指标及肝脏 HSP70 基因表达的影响 ···	刘 波,王美珏,谢 骏,等 (4866)
Cd ²⁺ 对角突臂尾轮虫和曲腿龟甲轮虫的急性毒性和生命表统计学参数的影响 ·····	许丹丹,席貽龙,马 杰,等 (4874)
圈养梅花鹿 BDNF 基因多态性与日常行为性状的关联分析 ·····	吕慎金,杨 燕,魏万红 (4881)
华北平原玉米田生态系统光合作用特征及影响因素 ·····	同小娟,李 俊,刘 渡 (4889)
长期施肥对麦田大型土壤动物群落结构的影响 ·····	谷艳芳,张 莉,丁圣彦,等 (4900)
蚯蚓对湿地植物光合特性及净化污水能力的影响·····	徐德福,李映雪,王让会,等 (4907)
三种农药对红裸须摇蚊毒力和羧酸酯酶活性的影响 ·····	方国飞 (4914)
六星黑点豹蠹蛾成虫生殖行为特征与性趋向·····	刘金龙,宗世祥,张金桐,等 (4919)
除草剂胁迫对空心莲子草叶甲种群的影响及应对策略·····	刘雨芳,彭梅芳,王成超,等 (4928)
荒漠植物准噶尔无叶豆结实、结籽格局及其生态适应意义 ·····	施 翔,王建成,张道远,等 (4935)
限水灌溉冬小麦冠层氮分布与转运特征及其对供氮的响应·····	蒿宝珍,姜丽娜,方保停,等 (4941)
准噶尔盆地梭梭、白梭梭植物构型特征 ·····	王丽娟,孙栋元,赵成义,等 (4952)
基于地表温度-植被指数关系的地表温度降尺度方法研究 ·····	聂建亮,武建军,杨 曦,等 (4961)
岩溶区不同植被类型下的土壤氮同位素分异特征 ·····	汪智军,梁 轩,贺秋芳,等 (4970)
施氮量对麻疯树幼苗生长及叶片光合特性的影响 ·····	尹 丽,胡庭兴,刘永安,等 (4977)
黄土丘陵区羔沟流域典型植物叶片 C、N、P 化学计量特征季节变化 ·····	王凯博,上官周平 (4985)
克隆整合提高淹水胁迫下狗牙根根部的活性氧清除能力·····	李兆佳,喻 杰,樊大勇,等 (4992)
低覆盖度固沙林的乔木分布格局与防风效果·····	杨文斌,董慧龙,卢 琦,等 (5000)
东灵山林区不同森林植被水源涵养功能评价·····	莫 菲,李叙勇,贺淑霞,等 (5009)
11 种温带树种粗木质残体分解初期结构性成分和呼吸速率的变化 ·····	张利敏,王传宽,唐 艳 (5017)
连栽第 1 和第 2 代杉木人工林养分循环的比较·····	田大伦,沈 燕,康文星,等 (5025)
最优化设计连续的自然保护区·····	王宜成 (5033)
基于自然地理特征的长江口水域分区·····	刘录三,郑丙辉,孟 伟,等 (5042)
煤电一体化开发对锡林郭勒盟环境经济的影响·····	吴 迪,代方舟,严 岩,等 (5055)
专论与综述	
生态条件的多样性变化对蜜蜂生存的影响·····	侯春生,张学锋 (5061)
研究简报	
胶州湾潮间带大型底栖动物次级生产力的时空变化·····	张崇良,徐宾铎,任一平,等 (5071)
湿地公园研究体系构建·····	王立龙,陆 林 (5081)
基于生态足迹的半干旱草原区生态承载力与可持续发展研究——以内蒙古锡林郭勒盟为例·····	杨 艳,牛建明,张 庆,等 (5096)
学术信息与动态	
恢复与重建自然与文化的和谐——2011 生态恢复学会国际会议简介 ···	彭少麟,陈蕾伊,侯玉平,等 (5105)
期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 302 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 37 * 2011-09	



封面图说: 相当数量的降雪与低温严寒是冰川发育的主要因素,地球上的冰川除南北两极外,只有在高海拔的寒冷山地才能存在。喜马拉雅山造山运动使中国成为了世界上中低纬度冰川最为发育的国家,喜马拉雅山地区雪峰连绵、冰川四溢,共有现代冰川 17000 多条,是世界冰川发育的中心之一。

彩图提供: 陈建伟教授 国家林业局 E-mail: cites.chenjw@163.com

侯春生, 张学锋. 生态条件的多样性变化对蜜蜂生存的影响. 生态学报, 2011, 31(17): 5061-5070.

Hou C S, Zhang X F. The influence of diversity changes of ecological conditions on the survival of honey bees. Acta Ecologica Sinica, 2011, 31(17): 5061-5070.

生态条件的多样性变化对蜜蜂生存的影响

侯春生^{1,2,*}, 张学锋³

(1. 华南农业大学食品学院, 广州 510642; 2. 广东省农业科学院科技情报研究所, 广州 510640; 3. 广东省昆虫研究所, 广州 510260)

摘要:蜜蜂在整个生态系统中起着重要的传花授粉作用,是生态链中不可或缺的物种。随着现代农业的发展,蜜蜂赖以生存的环境遭到破坏,继而引发蜜蜂数量大幅减少,影响了蜂种的生存与可持续发展。总结了近年来生态条件的变化,归纳了影响蜜蜂生存的主要因素,分析了蜜蜂生存艰难的原因,提出了蜜蜂生存的关键问题,并展望了未来维持蜜蜂强群的主要研究方向。

关键词:生态条件;多样性;蜜蜂;影响

The influence of diversity changes of ecological conditions on the survival of honey bees

HOU Chunsheng^{1,2,*}, ZHANG Xuefeng³

1 College of Food Science, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China

2 Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Sci-tech Information Institute, Guangzhou 510640, China

3 Guangdong Entomological Institute, Guangzhou 510260, China

Abstract: Honey bees are essential species of ecological chain which play an important role in pollination in the whole ecosystem. By far the most important contribution honey bees make to modern agriculture is the pollination services that they provide. Fifty-two of the 115 leading global food commodities depend on honey bee pollination for either fruit or seed set. Honey bee is the most ideal pollinator, and honey bee industry has played a vital role in maintenance of environment development and protection of ecological equilibrium. At present, propaganda should be vigorously carried out on the role of honey bee pollination in increasing agriculture production and protection of ecological equilibrium. Honey bees are a greatly valued resource all of the world. They are prized for their honey and wax production and depended upon for pollination of many important crops. While globally honey bee populations have been increasing, the rate of increase is not keeping pace with demand. Further, honey bee populations have not been increasing in all parts of the world, and have declined in many nations in Europe and in North America. In recent year, CCD has broken out many times in the global range, and the population number of honey bees has sharply declined, so the situation is worrisome. Managed honey bee populations are influenced by many factors including diseases, parasites, pesticides, the environment, and socio-economic factors. These factors can act alone or in combination with each other. Modern agriculture increasingly depends on the use of chemical substances to control weeds, fungi and arthropod pests to ensure high yields. Honey bees may frequently become exposed to environmental chemicals as a consequence of their foraging activities, and traditionally, the focus of pesticide regulations was more on protection of bees against direct poisoning. However, since the substances that are being used have changed, damage from acute toxicity is not the only threat to bees. Instead, sub-lethal effects such as paralysis, disorientation or behavioral changes, both from short-term and long-term exposure, increasingly come into focus. In contrast to direct

基金项目:农业部授粉昆虫生物学重点实验室开放基金(201001); 广东省野生动物保护与利用重点实验室开放基金(2009005); 广东省教育部产学研结合项目(2009B090200066)

收稿日期:2010-08-01; 修订日期:2010-12-02

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: houfei2701@163.com

poisoning of bees that is apparent and easily observable, sub-lethal effects of pesticides on honey bees and other pollinators are much more difficult to demonstrate. The evolution of beekeeping as a cultural practice and as a profession has resulted in the development and use of techniques that may ultimately reduce the vitality of honey bee colonies. Selective pressures on the bee population are routinely being influenced by management decisions like the regular use of medication to control parasites and diseases, the protection of hives against cold weather, and artificial feeding. Consequently, weak and susceptible colonies are kept alive and given a chance to participate in the reproductive process. Colonies that were treated against diseases or parasites may be selected over non-treated colonies that have been forced to cope with the pathogens, thereby lowering the natural resistance against diseases and other environmental selection factors in the honey bee population. With the development of modern agriculture, the traditional survival conditions for honey bees are destroyed in China, which has threatened the existence and sustainable development of the honeybees, evidenced by the constant substantial decreases in the number of honeybees. This review summarizes the changes in ecological conditions, introduces the main factors affecting the survival of honeybees, analyzes the reasons behind the difficult survival of honeybees, and based on which several countermeasures have been raised to address the problem as well as how to maintain strong honeybee colonies, as a reference for future research.

Key Words: ecological conditions; diversity; honeybees; effect

蜜蜂是一类重要的经济昆虫,不仅为人类提供蜂产品,更重要的是为农作物授粉,增加作物产量,提高了产品品质,维持生态平衡。蜜蜂是自然生态链环中不可缺少的重要组成部分,蜜蜂在与植物协同进化过程中,与植物构建了相互依赖的关系,并形成了自身抵抗病害的能力。随着社会的发展,蜜蜂病虫害的致病因子不断增加,其病害种类也日渐繁多,新出现的突发病害更是无从查找病源,这种现象虽然与致病病原有关,但也与生态条件的变化密切相关^[1]。生态条件是影响生物生长发育和分布特征的环境条件。包括:(1)气候条件:光、温度、湿度、雨量和空气等因子。(2)土壤条件:土壤组成和物理、化学特征等。(3)生物条件:动物、植物和微生物条件。(4)地理条件:地理位置、地形和地质条件。(5)人为因素:开垦、采伐、引种、栽培等,特别是人为引起的环境污染对生物的影响。

世界范围内开始出现大量蜂群突然消失的现象,至今全球已损失近 100 万群蜂,由于缺乏有效的监控手段,已引起全球养蜂者和科研人员的关注,并在病害病理方面作了一些工作^[2-3],但对生态条件方面的研究较少,且缺乏系统性。部分研究学者认为可能是蜂种的退化或蜂群的抵抗力下降所引起的。鉴于蜜蜂对农业的传花授粉作用及在物种生态链中的应用价值,本文在蜜蜂对生态系统的作用基础上,通过生态条件和人为因素引起蜜蜂的群势减少的研究,结合现实发展状况,对生态条件的变化给蜜蜂赖以生存的自然条件带来的危害,加重蜜蜂病虫害的复杂性进行了分析。并对蜜蜂的作用及如何加强蜜蜂的研究进行了展望。以期从生态条件的多样性变化角度为蜜蜂的突然消失或群势下降,提供一定的科学依据。

1 蜜蜂对生态系统的作用

1.1 蜜蜂在作物授粉过程中的作用

蜜蜂的授粉行为是与植物协同进化所形成的,蜜蜂授粉人为不可替代,是大自然的属性,不仅使植物生存繁衍,也使作物复壮高产。世界各国重视蜂业,其主要目的是生态平衡、粮食增产。在植物界,全世界已知的植物共有 37 万种,其中显花植物 20 万种,依靠蜜蜂授粉的占到 85%。与人类密切相关的各种果树 90% 依靠蜜蜂授粉,各类粮、棉油、茄果类蔬菜也大部分都要蜜蜂进行授粉。如果没有蜜蜂授粉,约 4 万种植物会繁育困难,濒临灭绝^[4]。蜜蜂是重要的传粉昆虫,这是由于蜜蜂与植物长期协同进化的结果。它们的形态构造、活动习性、生活规律与植物的形态结构、生理生化和授粉的最佳时间等方面都是相互依赖的。蜜蜂的生活繁殖需要花粉花蜜,而植物生产这些物质,因此,蜜蜂对作物授粉是作物生长过程中必不可少的部分^[5]。

任何增产措施都无法代替蜜蜂授粉的作用,无论是增加肥料、增加灌溉,还是改进耕作措施,只有作物在

开花期得到了充足授粉的前提下,才能使其它增产措施发挥更好的作用。由于蜜蜂授粉更及时、更完全,对提高花朵坐果率、结实率效果更为突出,并且对遗传距离较远的植株之间的花粉传播,会在其子一代产生明显的杂交优势,对提高物种的多样性有显著作用。因此,能更好地协调植物的生殖生长和营养生长,在提高产量和改善品质上具有不可替代的作用^[6-7]。

1.2 蜜蜂在物种生态链中的作用

蜜蜂是现代农业的重要组成部分,是农业生态平衡不可缺少的链环,在国民经济发展中起着独特的作用。地球上的大部分物种依靠植物生存,而植物的生长、开花、结果,90% 依赖于蜜蜂的授粉;同时,有些动物(如蜂鸟)以蜜蜂为主要食物,如果它们没有足够的食物来源,也将渐渐消亡,从而加剧了生态链的恶化^[8]。2004 年美国在发表蜜蜂基因组序列的评论中称“如果没有蜜蜂,整个生态系统将会崩溃”。2005 年法国《科学与生活》报道:由于蜜蜂的减少,诱发了生态剧变。而澳大利亚科技人员研究发现,由于授粉蜜蜂的减少,植物的繁殖力也明显降低^[9-12]。

2 气候条件对蜜蜂生存的影响

2.1 温度的变化对蜜蜂生存的影响

2.1.1 高温对蜜蜂生存的影响

温室效应的存在以及全球气候变暖的可能性和趋势以及严峻的事实不容置疑,中国近 100a 来年平均气温明显增加,达到 0.5—0.8℃,比同期全球增温平均值略高,近 50a 变暖尤其明显^[13],超过温度的临界点都会对昆虫造成伤害(表 1)。

表 1 温度的不同对昆虫的影响^[13]
Table 1 The effect different temperature on insects

临界点 Threshold point	温度值或范围/℃ Temperature value or scope	生存状态 Survival condition
第一临界点	<-10	昏迷状态,并会引起死亡
第二临界点	-10—8	休眠并不死
	8—15	开始发育
第三临界点	22—30	适宜发育和繁殖
第四临界点	>35	体虚弱无力,并会引起死亡

蜜蜂患病的根源多是由拥挤、过热和高温等引起的,温度是对蜜蜂种群疾病影响的最重要因素之一^[14]。蜜蜂是变温动物,蜂箱内的温度正常保持在 34—35℃,巢内的温度是相对稳定的,但是外界气温的变化,会直接影响巢内蜂群的正常生活^[15],如最近几十年全球气候变暖气温升高,也使蜜蜂蜂群的患病率增加,蜂群易发生病害,如高温会使蜜蜂患卷翅病的机率增加,温度高于 35℃ 时,蜜蜂易发生慢性麻痹病,并会借助于受病毒感染的花粉、巢脾、蜂机具以及盗蜂、迷巢蜂在群间迅速传播。而持续的高温天气可致蜂群丧失调温能力,会造成对卵和幼虫的高温伤害,使其无法发育完全。美洲幼虫腐臭病多发生于气温较高的夏季,其芽孢杆菌发育的最适宜温度为 36—37℃^[16-17]。高温同样也能加速急性麻痹病病毒粒子的增殖及加速高温敏感型真菌病流行,有助于败血病和黄曲霉的传染。

Thakur 通过实验研究,证明蜜蜂的出勤与温度有极其密切的关系,随着温度的升高,蜜蜂的出勤率增加,增强采集力促进蜂群的发展^[18]。但是过高的温度会使蜂群出勤积极,造成过劳死。Jon 等人研究了蜜蜂飞行代谢率与空气温度间的变化,得出在高于 38℃ 时,飞行代谢率开始降低,且采集效率和蜂蜜贮存率开始下降;而在 30℃ 时,大部分蜜蜂都处于采集时期^[19]。Taro Fuchikawa 等研究了温度对蜜蜂的行为节律的影响,当温度从 27℃ 至 35℃ 时,其活动节律是增强的,当温度超过 35℃ 时,活动频率明显下降,同样的温度范围也影响了蜜蜂大脑中线粒体 DNA 的表达^[20]。

2.1.2 低温对蜜蜂生存的影响

冬季及早春,外界温度低或多雨,蜜蜂被迫长期幽闭,无法排泄飞翔,易发生孢子虫病、下痢,污染蜂箱

及巢脾,继而发生多种疾病,交叉感染使蜂群群势减弱。骤寒骤冷及潮湿气候也会加重病害及扩大疾病种类,如 2008 年南方发生冰冻灾害天气,就增加了中华蜜蜂(简称中蜂)患囊状幼虫病的机率,华南地区的蜜蜂就出现幼虫患病的现象,同时,蜜蜂孢子虫病也易发生,使多处饲养区遭受由于气温变化而引起的突发性病害。尤其是,广东省饲养的蜜蜂在遭受低温伤害后,加大了白垩病的发病机率。春繁期间,气温低于 15℃时,蜂群保温不当,易发生爬蜂,同时保温不利也会感染囊状幼虫病,促使蜜蜂螺原体病的发生。McMullan 等^[21]证实受冻的蜜蜂更易受 *A. woodi* 菌感染,继而引发其它幼虫病。

2.2 气候的变化对蜜蜂形态、种群特征的影响

随着温室效应和气候暖化的加剧,改变了蜜蜂所适应的环境,影响了蜂群的原形态结构,改变了正常的生理特征,尤其是野生中华蜜蜂,威胁着它们的生存。根据 1976—1983 年的全国中蜂资源调查,测出马尔康、垭塘地区的中蜂工蜂的前翅长达 9.00 mm,吻总长 5.45 mm,3+4 背板长 4.21mm,第 4 背突间距 4.46mm,上蜂巢房内径 5.00mm,第 3、4 背板黑色斑占 60% 以上。而目前此地区工蜂体形各项指标都下降,如前翅长下降至 8.9mm 巢房内径下降至 4.9mm,体色从全黑变为黑黄,群势从 10 框降为 7—8 框^[22]。余林生等对安徽省的四大类型生态区的蜜蜂种群变化与环境因子的关系进行了调查研究,与野生中蜂生存环境类型相似的皖南和皖西地区生态所生存中蜂,其群势较强,分布可以达到 2.01 群/km²;而江淮地区由于植物种类的减少与农业化学用药的大量施用,使此地区蜂群较少,分布密度最大的仅为 0.06 群/km²^[23]。李位三^[24-26]、余林生^[27]等研究表明,栖息环境的变化、食物因素的制约、种间生存竞争与自然交配的干扰是中华蜜蜂群体缩减的原因,并影响中蜂的群体分布^[28]。

在美国东北部,长期的夏季干旱和持续的秋季降雨,减少了花粉和花蜜的采集,很少的粉、蜜会使蜂群较早的停止哺育幼虫,而引发越冬蜂提前产卵,造成后代蜂群体形瘦小,抵抗力减弱^[29]。

3 生物条件对蜜蜂生存的影响

3.1 病虫害对蜜蜂生存的影响

蜜蜂病虫害大多由多种致病原引起的,在致病病原中,有的病原还携带其它病原,也有数种病原共同起协同作用^[15]。现已确定由多种病原引起的如蜜蜂螨害,还带有急性麻痹病毒^[30];据报道,成年工蜂爬蜂病是由于蜜蜂螺原体引起的,蜜蜂孢子虫及一些病毒也可以引起爬蜂病,且这些病原的发病季节也十分相似,病症也雷同。而目前已知的感染蜜蜂的病毒有 18 种,且都没有有效的方法进行治疗^[31]。

如今令全球蜂业头痛的 CCD(蜂群衰竭失调)现象,即 2006 年,美国东海岸的蜂农发现蜂群会突然消失,大面积的蜂群数量锐减,CCD 引发了农业与生态环境深层次问题。美国国家研究学会研究中发现使蜜蜂患 CCD 可能有多种因素,初步断定其造成的原因为狄斯瓦螨和气管螨以及美洲幼虫腐臭病、其它病毒及真菌引起,还有其他一些原因如本土蜜蜂种和外来蜜蜂种之间的物种竞争,栖息地丧失,蜜源植被减少,蜜蜂遗传以及农药等^[32]。Cox-Foster 等采用宏基因组学的方法发现以色列急性麻痹病毒与 CCD 有重要关系^[8,33]。Dhruba Naug 分析了蜜蜂 CCD 病的原因及美国近年来自然蜜源的减少与蜜蜂病害及数量减少的关系,认为主要是由于蜜蜂的栖息地正在不断失去,造成了营养条件的压力,从而使蜜蜂种群的生存产生困难^[34]。

3.2 蜜源植物的减少对蜜蜂生存的影响

蜜蜂作为授粉昆虫和模式昆虫在植物生态系统中的地位是重要的。近年来城市建设的加快及种植作物结构的调整,同时林业经济的不合理发展和干旱气候所导致的蜜源减少,如我国北方的椴树蜜源、荞麦蜜源植物的种植正在减少,南方的荔枝、龙眼树乱砍乱伐严重。近年来,人类对资源的过度开发,使原始森林、湿地、草原等生态环境被不断破坏,面积日益减少,蜜蜂自然栖息地的面积更是在缩减。毁灭了大量野生蜂的巢穴,改变了原有的生存环境,减少了蜂群数量,同时植物资源的数量也减少,进而导致整个植物群落不均衡^[35]。尤其是近 35a 来,由于干旱与极端天气的影响,云南的植物种类减少了 30%,而近年来草原退化面积达 8700 亿 hm²,使规模化、产业化农业造成一定区域授粉昆虫数量不足。

大规模种植单一植物,花期比较短暂,使野生授粉昆虫得不到连续充裕的食物供给,严重影响了蜜蜂等授

粉昆虫的生存。同时,现代化建筑、公路、铁路、农田以及人类活动均能造成生境的片段化,对植物的分布和基因漂流形成限制,并导致种群数量的减少,片段化生境中蜜蜂访花活动的改变和访花频率的下降,是加剧片段化生境失衡的重要因素之一^[8,36-37]。集约化生产可能导致动植物生境破碎化、田块扩大、植被类型减少和农业景观中动植物多样性急剧变化,降低农业可持续性。植被的减少,使致病原易随着降雨、大风等飘散,污染蜜蜂的食物、粉源,造成更多的蜜蜂感病,加大了疾病流行的机会。

蜜粉源的减少削弱了蜜蜂抵御病害的能力,容易出现营养不良及消化系统疾病,加速了蜂种的退化。Tautz J^[38]等研究中发现,蜜蜂不但能增加植物的授粉,而且蜜蜂所发出的嗡嗡声能起到削弱毛毛虫对植物的损害及增强自身免疫作用。Bencko V^[39]等认为人们为了获取能源,大量的消耗燃料作物,使蜜蜂的栖息场所不断减少。Heather 等利用营养条件的缺乏,来考察蜜蜂的学习和记忆能力,结果表明,充足花粉的比缺少花粉的蜜蜂有很好的记忆力,且生存率高^[40]。Van Engelsdorp 等实验表明,无充足蜜源的饥饿已成为美国蜂群冬季死亡的第二大因素^[41]。

3.3 外来蜂种的竞争对当地蜜蜂生存的影响

自 1896 年中国引进西方蜜蜂的优良品种如意大利蜂和喀尼阿兰蜂以来,使当地的东方蜜蜂和中华蜜蜂受到严重危害,其分布区域缩小 75% 以上,种群数量减少 80% 以上,1949 年全国蜜蜂有 50 万群左右,中蜂占 90%,1980 年在全国的 530 万群蜜蜂中,中蜂占 31.15%,1991 年全国蜜蜂约为 700 万群,其仅占 26.16%,而到 20 世纪末,黄河以北地区的中蜂种群数量几乎到了灭绝的边缘,从 1906 年的除青海、西藏绝大部分省区均有大量中蜂分布,到 2006 年只有云贵地区及东北少量零星分布^[42]。使山林植物授粉总量减少,导致植物多样性减少^[43]。

其中引入外来蜂种最严重的是,1956 年巴西科尔教授从非洲引进东非亚种,该蜂种逃到野外后,成为攻击性很强的“杀人蜂”。同时,西方蜜蜂通过盗蜂、干扰东方蜜蜂自然交尾、传播病害等途径,对于东方蜜蜂造成威胁,从而减少种群数量及蜂种多样性。随着授粉技术的发展,不断有国外熊蜂品种引进国内,影响了本地熊蜂的生存,也有熊蜂将寄生虫和螨类等病害带进国内。米田昌浩研究报道了 1998—1999 年,从进口到日本的西洋熊蜂的蜂巢里,发现了寄生在熊蜂气门的 *Locustacarus buchneri* 病,对本地熊蜂及当地生态环境有不可预测的潜在危害^[44-45]。

外来物种的入侵及携带的病菌对其本土蜂种的适应性也产生了一定的影响。Gross 等人在研究意蜂与本土蜂种共同采集活动时,发现约 91% 的情况下本地蜂的访花活动会受到干扰^[46]。Vogel 等认为过度的引进西方蜜蜂会对本土蜂有影响,更会对野生蜂进行排斥,但其授粉作用却不能替代本土蜂^[47]。例如,20 世纪 60 年代以前,我国饲养中蜂的总量一直保持在 20 万群以上,而且还建立了不少中华蜜蜂生产区,与本土大多数植物建立了牢固的“相互适应性”以及在蜜蜂育种工作中具有不可替代的优良特性。但是,随着我国大量引进意大利蜜蜂,使得中华蜜蜂的分布区域越来越小,逐年萎缩。更严重的是,仅北京地区中华蜜蜂的数量从 20 世纪 50 年代的 4 万多群,减少到 2000 年的近百群^[48]。数量的减少,加速了蜂种遗传力的衰退,从而增加了消亡的机率^[49]。意蜂凭借其种群数量优势迫使本地蜜蜂取食回报少、质量较差的蜜源植物,导致本地蜜蜂种群繁殖力下降。同时,由于意蜂蜂王与中蜂蜂王释放的性激素很相似,致使中蜂雄蜂无效交尾行为,减少后代延续^[50]。实验表明,意蜂严重影响了其它蜂种如 *Leioproctus* sp., *Lasioglossum* sp. 的采集效率和访花率^[51]。

4 人为因素对蜜蜂生存的影响

4.1 化学用药对蜜蜂生存的影响

全国农田污染严重,为了达到农业增产的目的,我国化肥使用量 220kg/km²,居世界第一,化学农药每年使用 20 万 t,而全国设施农业近 400 万 hm²,生物授粉却只占万分之一^[32]。蜜蜂无免疫系统,对环境污染物质缺乏抵抗力,对环境变化十分敏感。杀虫剂和除草剂等农药的广泛使用,经常导致蜜蜂集体中毒事件的发生,也使一些作物因为蜜蜂授粉受阻而产量下降^[52]。在现有蜜源植物体系中,也正在遭受化学药物的危害,直接影响了蜜源植物的泌蜜,蜜蜂的能量来源减少,生存的数量就减少,同时,增加了蜜蜂中毒的可能性,而没有蜜蜂

授粉的植物又会产量下降,品质下降。蜜蜂赖以生存的蜜源被破坏,限制了它们的活动范围,种群间的交尾机率大大减少,品种得不到改良,其遗传性状不断退化,蜂群的生产能力明显下降,更易引起病虫害的攻击,形成恶性循环^[53]。

在防治蜜蜂病虫害的过程中,使用最广泛的药物,大多为化学药物,化学药物在杀死病原的同时,也对卵、幼虫、蛹甚至成蜂造成伤害,使其幼蜂发育不健全,成蜂中毒。更严重的是易引起病害的抗药性。例如,联苯菊酯和溴氰菊酯这两种常用农药,它们对意蜂工蜂的半致死剂量分别为 16.263mg/L 和 62.900mg/L,易引起蜜蜂中毒^[54]。2007 年 8 月,浙江省长兴县因杀除水稻螟虫使用锐劲特农药,致使 26 个蜂场 2530 群蜜蜂中毒,其中 6 个蜂场 537 群蜜蜂死亡率达 90% 以上^[5]。由于频繁用药,造成一些病菌和害虫对一些常用的农药产生耐受性和耐药性,如用抗生素治疗蜜蜂细菌病和真菌病时,用药时间过长或盲目乱用,造成蜜蜂肠道正常微生物的死亡,破坏肠道菌群,易继发其它疾病^[55]。用药过多或方法不当,易引起盗蜂、迷巢蜂等,甚至围王,给蜂群造成不可估量的损失。单正军等研究农药对蜜蜂的毒性实验研究表明,在现有使用的农药中,有机磷类、氨基甲酸酯类、拟除虫菊酯类农药对蜜蜂都有一定的毒性,氟虫腈、吡虫啉对蜜蜂有极高的毒性,以菊酯类农药和有机磷类农药对蜜蜂的危害最强^[56]。Neal M. Williams 等研究了来自全球 19 个地方的蜂群对生态环境的变化的反应。其因素包括失去栖息地、气味、农业集约化、农药及火情,每个因素对蜂群都有很大的影响,但比较而言,自然栖息地与农药的影响为最大^[57]。

许多研究证实阿维菌素制剂对蜜蜂也具有极高的急性生物毒性^[58],王成菊等^[59]采用摄入法和接触法测定了阿维菌素及 10% 阿维菌素·吡螨灵微乳剂、15% 阿丁硫微乳剂、1.8% 阿维菌素水乳剂、1.7% 吡虫啉·阿维菌素微乳剂、30.3% 炔螨特·阿维菌素水乳剂、5% 阿维菌素·高效氯氰菊酯泡腾片剂对意大利成年工蜂的毒性,受试药剂对蜜蜂毒性均为高毒;10% 阿维菌素·吡螨灵微乳剂、15% 阿丁硫微乳剂对蜜蜂摄入毒性甚至达到剧毒等级。同时,NRC 撰文表示转基因作物预防了农药对授粉蜜蜂的伤害^[60],Marvier 和 Duan 等通过实验也未证实,施用杀虫剂的转基因作物对蜜蜂有亚致死作用^[61-62]。

4.2 农事耕作方式的改变对蜜蜂生存的影响

随着都市化进程的加快,生存环境正受到人为因素的影响。农业生产活动如土地的农业利用、耕作、作物间套种植方式、放牧的使用以及农业动植物遗传改良影响了生物多样性,商业性的采集和生长地被开发也是种群消失的一个重要原因,而环境污染造成局部地方生态环境质量下降,生态系统中益虫(如蜜蜂类、寄生蜂类)和益鸟减少^[63-64]。同时,为了适应机械化、产业化,大面积的单一农作物种植,对蜜蜂的营养及遗传多样性带来了不利的影响。农事行为改变了周边环境,有害的环境激素通过环境介质和食物链进入蜜蜂体内与受体结合后,就会在体内发出错误信息,从而破坏生物体的正常代谢,造成生物体的激素分泌失调和生殖器官畸形,影响后代的生存和繁衍^[65]。

信息化的电子线路对蜜蜂生存也有负面的影响。Dennis 和 Greenberg 通过对宾夕法尼亚州立大学蜂场的多年观测,品种差的蜂王会导致蜂群的死亡率提高,而蜂王品质差可能与高压电线离蜂场太近有关^[66-67]。

5 发展对策与展望

蜜蜂是大农业的有机组成部分,与农业生态的关系十分密切。蜜蜂与农业生物多样性有着较为紧密的关系,与生态环境相互依存,相互促进,有利于生物多样性的发展。从上述几个方面可以看出,蜜蜂的生存条件急需改善。2009 年 3 月至 4 月间,农业部联合多家农业主管部门召开 3 次会议,部署全国蜂业发展计划,并将中华蜜蜂列入《国家级畜禽遗传资源保护名录》,对于未来蜂业的发展提供了契机。但是,我国蜜蜂产业的发展环境不断恶化。在今后蜜蜂的研究工作中,重点应从以下几个方面着手:

(1) 加强蜜蜂的育种与保护研究,尤其是我国特有的蜂种——中华蜜蜂。蜜蜂属已知的蜂种有 9 个,在中国的就有 6 个,我国是蜜蜂种质资源大国。通过建立蜂种保护区等手段达到保存、优化、扩繁的目的,为其创造良好的自然条件。同时,加强现代饲养方式的推广,改良传统的养殖方法,逐步与现代信息技术相结合,

提高其集约化、产业化发展。现已初步采用无线传感器网络技术对蜜蜂的生理参数及病害进行相关研究,相信未来几年,农业信息化的手段将进一步加大在蜂业研究上的应用,促进蜜蜂育种的发展。

(2) 提倡绿色安全用药,研制低毒低残留的蜜蜂用药。在农业生产、管理过程,通过大力宣传低毒农药,正确按用药期使用等措施达到保护农作物及蜜源植物免受化学药品的污染^[68]。规模化、产业化农业造成一定区域授粉昆虫数量不足,高浓度、大剂量杀虫剂导致授粉昆虫数量锐减,农田生物多样性下降,虫媒花作物的生态平衡出现严重危机,尤其是迅猛发展的设施农业,其生物授粉环节存在严重技术性真空,致使各类化学生长素滥用成风,形成农业增产新的痼疾,导致农产品质量存在严重安全隐患。

(3) 大力开展蜜蜂授粉技术研究。我国载蜂量大、需求潜力大。全国平均每平方公里还不到一群蜂,而欧洲有些国家每平方公里达4—7群蜂。单一从作物说,全国有近亿亩油菜,就需要1500—2000万群蜂。利用蜜蜂授粉不仅使成本降低,且比人工授粉效果好,增加了作物的产量、改善了品质,特别在蔬菜制种和瓜果生产方面尤为突出,具有人工授粉不可代替的高效率、高效益的独特作用^[69]。在美国,每年蜜蜂直接生产的蜂产品价值约1.4亿美元,而利用蜜蜂为农作物授粉,使农作物增产的价值达190亿美元,是蜂产品价值的130多倍。在我国,养蜂业实现的社会效益至少是养蜂收入的10—15倍。虽然,2010年农业部印发了推广蜜蜂授粉的通知,但是如何实现大面积作物的高效授粉仍需要解决系列问题。

(4) 蜜蜂病原体毒力的研究。过去对蜜蜂病原体认识不够,忽视了毒理学的研究,没有深入将生物学、传染病学、毒理学协同研究,也未能发现病原体的危害性质,且某种病毒所起的作用研究也相对较少^[20]。蜂螨的危害到现在仍没有找到其发生的根源;防治病害药物是否具有致畸、致癌、致突变作用,是否对蜂群生存产生影响,都有待深入研究。

致谢:感谢颜珣对本文写作的帮助。

References:

- [1] Su S K, Chen S L. The apiculture and ecological agriculture. *Journal of Bee*, 2009, 29(1): 8-10.
- [2] Stanku T. A Review and bibliography of the literature of honey bee colony collapse disorder: a poorly understood epidemic that clearly threatens the successful pollination of billions of dollars of crops in America. *Journal of Agricultural and Food information*, 2008, 9(2): 115-143.
- [3] Higes M, Martín-Hernández R, Garrido-Bailón E. Honeybee colony collapse due to *Nosema ceranae* in professional apiaries. *Environmental Microbiology Reports*, 2009, 1(2): 110-113.
- [4] Dong K, He S Y. Honeybee pollination for field crop can push agriculture sustainable development. *Apiculture of China*, 2007, 58(6): 38-42.
- [5] Li H Y, Liu S L, Wang Y, Wu J. Influence of fipronil on the apicultural industry and the ecology and its countermeasures analysis. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2007, 35(36): 11873-11874.
- [6] Morse R A, Calderone N W. The value of honey bees as pollinators of U. S. crops in 2000. *Bee Culture*, 2000, (4): 1-15.
- [7] Greenleaf S S, Kremen C. Wild bee species increase tomato production and respond differently to surrounding land use in Northern California. *Biological Conservation*, 2006, 133(1): 81-87.
- [8] Chu Y F, Hu F L. Influencing factors of survival crisis of honeybee. *Journal of Bee*, 2009, 29(6): 9-10.
- [9] Kuang B Y, Kuang H O, Yang W C, Wang R S, Wang J P, Cao L F, Zhou M. The relationship between the ecology and honeybee. *China Animal Husbandry Science and Technology Forum in Chongqing*, 2007: 397-402.
- [10] Li W S. The effect of honeybee on ecological agriculture. *Apiculture of China*, 2010, (3): 50-52.
- [11] Wang Y. Induce on decreasing honeybees to the dramatically ecological changes. *Apiculture of China*, 2005, 56(8): 38-40.
- [12] Wang Y, Peng W J, Wu L M. Honeybee pollination and ecology. *Apiculture of China*, 2005, 56(10): 31-32.
- [13] Zhou S D, Zhou W K, Zhu H G, Wang C X, Wang Y. Impact of climate change on agriculture and its countermeasures. *Journal of Nanjing Agricultural University: Social Sciences Edition*, 2010, 10(1): 34-40.
- [14] Yu L S, Ji T, Zhang Z Y, Xie W F, Huang S S. Effects of the ecological environment on honeybee and safety production of bee products. *Apiculture of China*, 2009, 60(10): 45-47.
- [15] Xiao X H. Comprehensive ecological effect of infecting factors on honeybee disease. *Chinese Journal of Ecology*, 1994, (5): 56-58.
- [16] Huang W C. Bacteroidal diseases of larval honey bee. *Journal of Bee*, 2004, (4): 21-23.
- [17] Cao Y F, Yu L S, Bi S D, Ding J. Studying progress of the influence of temperature to honeybee. *Journal of Bee*, 2007, 27(4): 13-14.

- [18] Thakur S S. Impact of ecological conditions on bee behavior on different crops at Pantnagar, Uttarakhand. *Journal of Entomological Research*, 2007, 31(3): 265-270.
- [19] Harrison J F, Fewell J H. Environmental and genetic influences on flight metabolic rate in the honeybee, *Apis mellifera*. *Comparative Biochemistry and Physiology—Part A: Molecular and Integrative Physiology*, 2002, 133(2): 323-333.
- [20] Fuchikawa T, Shimizu I. Effects of temperature on circadian rhythm in the Japanese honeybee, *Apis cerana japonica*. *Journal of Insect Physiology*, 2007, 53(11): 1179-1187.
- [21] McMullan J B, Brown M J F. Brood pupation temperature affects the susceptibility of honeybees (*Apis mellifera*) to infestation by tracheal mites (*Acarapis woodi*). *Apidologie*, 2005, 36(1): 97-105.
- [22] Zhao P. Protection of *Apis cerana cerana* resources in Aba autonomous region. *Apiculture of China*, 2001, 61(1): 31-32.
- [23] Yu L S, Zou Y D, Bi S D, Wu H C, Cao Y F. Relationships of bee population fluctuation and distribution with natural environment in Anhui Province. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2006, 17(8): 1465-1468.
- [24] Li W S. Research on apicultural regional planning at Anhui Province. *Chinese Journal of Ecology*, 1988, (1): 41-44.
- [25] Li W S. A critical reason difficult propagation of *A. cerana cerana* in flatlands and hilly country. *Apiculture of Hubei*, 1991, (3): 3-4.
- [26] Li W S, Yu L S. Emergence and biological features of diploic drone of Chinese Bee. *Journal of Bee*, 1991, (12): 3-6.
- [27] Yu L S, Han S M. Effect of habitat and interspecific competition on *Apis cerana cerana* colony distribution. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2003, 14(4): 553-556.
- [28] Wang J D, Liang Q, Su R. *Honeybee Preventionology*. Beijing: China Agriculture Press, 1993: 93-96.
- [29] Mattila H R, Otis G W. Dwindling pollen resources trigger the transition to broodless populations of long-lived honeybees each autumn. *Ecological Entomology*, 2007, 32(5): 496-505.
- [30] Fang Y, Chen J, Bai R C, Li J K. The new progress on bee collapse disorder in American. *Apiculture of China*, 2008, 59(1): 51-52.
- [31] Wang A. Research progress on honeybee disease. *Apiculture of China*, 2010, 61(1): 51-52.
- [32] Wang Y. Based on ecological and service for “Three Agriculture”—thinking about sustainable development of China honeybee. *Apiculture of China*, 2009, (1): 47-48.
- [33] Cox-Foster D L, Conlan S, Holmes E C, Palacios G, Evans J D, Moran N A, Quan P L, Brieseman T, Hornig M, Geiser D M, Martinson V, van Engelsdorp D V, Kalkstein A L, Drysdale A, Hui J, Zhai J H, Cui L W, Hutchison S K, Simons J F, Egholm M, Pettis J S, Lipkin W L. A Metagenomic survey of microbes in honey bee colony collapse disorder. *Science*, 2007, 318(5848): 283-287.
- [34] Naug D. Nutritional stress due to habitat loss may explain recent honeybee colony collapses. *Biological Conservation*, 2009, 142(10): 2369-2372.
- [35] Diao Q Y, Wang Y, Jiang Q L, Wu J. A primary study on the status and function of apiculture in the Chinese agriculture. *Apiculture of China*, 2007, 58(11): 11-12.
- [36] Goverde M, Schweizer K, Baur B, Erhardt A. Small-scale habitat fragmentation effects on pollinator behaviour: experimental evidence from the bumblebee *Bombus veteranus* on calcareous grasslands. *Biological Conservation*, 2002, 104(3): 293-299.
- [37] Bhattacharya M, Primack R B, Gerwein J. Are roads and railroads barriers to bumblebee movement in a temperate suburban conservation area? *Biological Conservation*, 2003, 109(1): 37-45.
- [38] Tautz J, Rostás M. Honeybee buzz attenuates plant damage by caterpillars. *Current Biology*, 2008, 18(24): 1125-1136.
- [39] Bencko V, Rameš J, Fabiánová E, Pešek J, Jakubis M. Ecological and human health risk aspects of burning arsenic-rich coal. *Environmental Geochemistry Health*, 2009, 31(S1): 239-243.
- [40] Mattila H R, Smith B H. Learning and memory in workers reared by nutritionally stressed honeybee (*Apis mellifera* L.). *Physiology and Behavior*, 2008, 95(5): 609-616.
- [41] van Engelsdorp D, Hayes J Jr, Underwood R M, Pettis J. A survey of honey bee colony losses in the U. S., fall 2007 to spring 2008. *PLoS ONE*, 2008, 3(12): e4071-e4071.
- [42] Yang G H. Unveiled the mystery of disappearing Chinese honey bees. *Science*, 2007, (4): 35-36.
- [43] Wang F H, Yuan B L, Yang F. Guard against the diseases and pests from invasive alien bumblebee. *Journal of Bee*, 2008, 28(9): 29-31.
- [44] Yang G H. Harm of introducing the western honeybee *Apis mellifera* L. to the Chinese honeybee *Apis cerana* F. and its ecological impact. *Acta Entomologica Sinica*, 2005, 48(3): 401-406.
- [45] Yang G H. The effect of *Apis cerana cerana* on forest ecosystem. *Apiculture of China*, 2009, 60(4): 5-10.
- [46] Gross C L, Mackay D. Honeybees reduce fitness in the pioneer shrub *Melastoma affine* (Melastomataceae). *Biological Conservation*, 1998, 86(2): 169-178.
- [47] Vogel S, Westerkamp C. Pollination: an integrating factor of Biocenoses // Seitz A, Loeschle V, eds. *Species Conservation: A Population-Biological Approach*, Basel: Birkhauser Verlag, 1991: 159-170.

- [48] Xie H, Wu J N. Research on the survival crisis of *Apis cerana*. Honeybee-keeping Technology, 2004, (4): 22-25.
- [49] Gemmill-Herren B, Ochieng A O. Role of native bees and natural habitats in eggplant (*Solanum melongena*) pollination in Kenya. Agriculture Ecosystems and Environment, 2008, 127(1/2): 31-36.
- [50] Ji R, Xie B Y, Yang G H, Li D M. From introduced species to invasive species — a case study on the Italian bee *Apis mellifera* L. Chinese Journal of Ecology, 2003, 22(5): 70-73.
- [51] Gross C L. The effects of introduced honeybees on native bee visitation and fruit-set in *Dillwynia juniperina* (Fabaceae) in a fragmented ecosystem. Biological Conservation, 2001, 102(1): 89-95.
- [52] Bailey J, Scott-Dupree C, Harris R, Tolman J, Harris B. Contact and oral toxicity to honeybees (*Apis mellifera*) of agents registered for use for sweet corn insect control in Ontario Canada. Apidologie, 2005, 36(4): 623-633.
- [53] Bu Y Q, Shan Z J, Zhou J Y, Lin X L. Research review on biological toxicity and safety assessment of pesticides to honeybee. Agrochemicals, 2009, 48(6): 399-403.
- [54] Dai P L, Wang Q, Sun J H, Zhou T, Liu F, Wang X. Bioassay of four pesticides on *Apis mellifera*. Agrochemicals, 2007, 48(8): 546-547.
- [55] Wang Z. Protect and cure honeybee disease cautious to use the medicine—current situation and strategies of prevention of honeybee diseases and pests. Honeybee Technology, 2005, (6): 22-23.
- [56] Shan Z J, Chen Z Y. Effect pesticides on terrestrial biological conditions and control the pollution of technology. Pesticide Science and Administration, 2007, 28(11): 18-25.
- [57] Williams N M, Crone E E, Roulston T H, Minckley R L, Packere L, Potts S G. Ecological and life-history traits predicts bee species responses to environmental disturbances. Biological Conservation, 2010, 143(10): 2280-2291.
- [58] Zheng M Q, Qiu L H, Wang C J, Li X F, Jiang H, Tao C J. Safety evaluation of pesticides containing avermectin or emamectin benzoate. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2005, 33(6): 980-981.
- [59] Wang C J, Qiu L H, Zheng M Q, Tao C J, Jiang H, Zhang W J, Li X F. Safety evaluation of abamectin and its mixtures to honey bees (*Apis mellifera* L.). Journal of Agro-Environment Science, 2006, 25(1): 229-231.
- [60] National Research Council (NRC), National Academy of Sciences. Status of Pollinators in North America. Washington DC: The National Academy Press, 2006.
- [61] Marvier M, McCreedy C, Regetz J, Kareiva P. A meta-analysis of effects of Bt cotton and maize on nontarget invertebrates. Science, 2007, 316(5830): 1475-1477.
- [62] Duan J J, Marvier M, Huesing J, Dively G, Huang Z Y. A meta-analysis of effects of Bt crops on honey bees (Hymenoptera: Apidae). PLoS ONE, 2008, 3(1): e1415-e1415.
- [63] Dong Y H, Ouyang Z, Liu S L. Role of Agrobiodiversity in agro-ecosystem health and its management measures. Chinese Journal of Eco-agriculture, 2006, 14(3): 16-20.
- [64] Chen X, Tang J J, Wang Z Q. The impacts of agricultural activities on biodiversity. Chinese Biodiversity, 1999, 7(3): 234-239.
- [65] Wu Y Y, Li L H, Diao S Q, Yang X Q, Chen S J, Cen J W, Zhou W J. Effects of environmental hormone on aquatic products safety and measure of preventing the effects. Marine Sciences, 2008, 32(1): 94-96.
- [66] van Engelsdorp D, Meixner M D. A historical review of managed honey bee populations in Europe and the United States and the factors that may affect them. Journal of Invertebrate Pathology, 2010, 103(S1): S80-S95.
- [67] Greenberg B, Bindokas V P, Frazier M J, Gauger J R. Response of honey bees, *Apis mellifera* L., to high-voltage transmission lines. Environmental Entomology, 1981, 10(5): 600-610.
- [68] Kleijn D, Kohler F, Báldi A, Batúry P, Concepción E D, Clough Y, Díaz M, Gabriel D, Holzschuh A, Knop E, Kovács A, Marshall E J P, Tschamtké T, Verhulst J. On the relationship between farmland biodiversity and land-use intensity in Europe. Proceedings of the Royal Society B (Biological Sciences), 2009, 276(1658): 903-909.
- [69] Gallai N, Salles J M, Settele J, Vaissière B E. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. Ecological Economics, 2009, 68(3): 810-821.

参考文献:

- [1] 苏松坤, 陈盛禄. 养蜂业与生态业. 蜜蜂杂志, 2009, 29(1): 8-10.
- [4] 董坤, 和绍禹. 开展大田作物蜜蜂授粉促进现代农业可持续发展. 中国蜂业, 2007, 58(6): 38-42.
- [5] 李海燕, 刘世丽, 王勇, 吴杰. 农药锐劲特对养蜂业和生态的影响及其应对措施. 安徽农业科学, 2007, 35(36): 11873-11874.
- [8] 褚亚芳, 胡福良. 蜜蜂生存危机的影响因素. 蜜蜂杂志, 2009, 29(6): 9-10.
- [9] 匡邦郁, 匡海鸥, 杨文超, 王瑞生, 王介平, 曹联飞, 周敏. 论蜜蜂与生态建设的关系. 第三届中国畜牧科技论坛论文集, 2007:

397-402.

- [10] 李位三. 论蜜蜂在生态农业系统中的特殊作用. 中国蜂业, 2010, (3): 50-52.
- [11] 王勇. 蜜蜂减少诱发生态系统剧变. 中国养蜂, 2005, 56(8): 38-40.
- [12] 王勇, 彭文君, 吴黎明. 蜜蜂授粉与生态. 中国养蜂, 2005, 56(10): 31-32.
- [13] 周曙东, 周文魁, 朱红根, 王传星, 王艳. 气候变化对农业的影响及应对措施. 南京农业大学学报: 社会科学版, 2010, 10(1): 34-40.
- [14] 余林生, 吉挺, 张中印, 解文飞, 黄思思. 生态环境对蜜蜂与蜂产品安全生产的影响. 中国蜂业, 2009, 60(10): 45-47.
- [15] 肖锡红. 从生态学角度看蜜蜂病虫害致病因子——综合生态效应. 生态学杂志, 1994, (5): 56-58.
- [16] 黄文诚. 蜜蜂细菌性幼虫病. 蜜蜂杂志, 2004, (4): 21-23.
- [17] 曹义锋, 余林生, 毕守东, 丁建. 温度对蜜蜂影响的研究进展. 蜜蜂杂志, 2007, 27(4): 13-13.
- [22] 赵平. 阿坝中蜂品种资源保护. 中国蜂业, 2010, 61(1): 31-32.
- [23] 余林生, 邹运鼎, 毕守东, 巫厚长, 曹义锋. 安徽省蜜蜂种群消长及其分布与自然环境的关系. 应用生态学报, 2006, 17(8): 1465-1468.
- [24] 李位三. 安徽省养蜂区划研究. 生态学杂志, 1988, (1): 41-44.
- [25] 李位三. 中蜂在平原丘陵地区繁衍困难的一个重要原因. 湖北养蜂, 1991, (3): 3-4.
- [26] 李位三, 余林生. 中华蜜蜂二倍体雄蜂的产生及生物学特性. 蜜蜂杂志, 1991, (12): 3-6.
- [27] 余林生, 韩胜明. 栖息环境和种间竞争对中华蜜蜂群体分布的影响. 应用生态学报, 2003, 14(4): 553-556.
- [28] 王建鼎, 梁勤, 苏荣. 蜜蜂保护学. 北京: 中国农业出版社, 1991: 93-96.
- [30] 房宇, 陈健, 白润成, 李建科. 美国蜂群衰退现象的新进展. 中国蜂业, 2008, 59(1): 51-52.
- [31] 王安. 蜜蜂病害研究进展. 中国蜂业, 2010, 61(1): 51-52.
- [32] 王勇. 立足生态服务“三农”-中国蜂业科技可持续发展的几点思考. 中国蜂业, 2009, (1): 47-48.
- [35] 刁青云, 王勇, 姜秋玲, 吴杰. 论养蜂业在农业中的地位和作用. 中国蜂业, 2007, 58(11): 11-12.
- [42] 杨冠煌. 揭开中华蜜蜂消失之谜. 科学, 2007, (4): 35-36.
- [43] 王凤鹤, 袁宝玲, 杨甫. 引进外来熊蜂谨防病虫害侵入. 蜜蜂杂志, 2008, 28(9): 29-31.
- [44] 杨冠煌. 引入西方蜜蜂对中蜂的危害及生态影响. 昆虫学报, 2005, 48(3): 401-406.
- [45] 杨冠煌. 中华蜜蜂在我国森林生态系统中的作用. 中国蜂业, 2009, 60(4): 5-10.
- [48] 谢鹤, 吴建宁. 中华蜜蜂生存危机探源. 养蜂科技, 2004, (4): 22-23.
- [50] 季荣, 谢宝瑜, 杨冠煌, 李典谟. 从有意引入到外来入侵——以意大利蜂 *Apis mellifera* L. 为例. 生态学杂志, 2003, 22(5): 70-73.
- [53] 卜元卿, 单正军, 周军英, 林小丽. 农药对蜜蜂生物毒性及安全性评价研究回顾. 农药, 2009, 48(6): 399-403.
- [54] 代平礼, 王强, 孙继虎, 周婷, 刘锋, 王星. 4 种农药对意大利蜜蜂的毒力测定. 农药, 2007, 46(8): 546-547.
- [55] 王志. 防治蜂病用药慎行—谈我国蜜病敌害的药物防治现状及其对策. 养蜂科技, 2005, (6): 22-23.
- [56] 单正军, 陈祖义. 农药对陆生环境生物的污染影响及污染控制技术. 农药科学与管理, 2007, 28(11): 18-25.
- [58] 郑明奇, 邱立红, 王成菊, 李学锋, 姜辉, 陶传江. 9 种含阿维菌素或甲氨基阿维菌素农药对蜜蜂安全性评价. 安徽农业科学, 2005, 33(6): 980-981.
- [59] 王成菊, 邱立红, 郑明奇, 陶传江, 姜辉, 张文吉, 李学锋. 阿维菌素及其混配制剂对蜜蜂的安全性评价. 农业环境科学学报, 2006, 25(1): 229-231.
- [63] 董玉红, 欧阳竹, 刘世梁. 农业生物多样性与生态系统健康及其管理措施. 中国生态农业学报, 2006, 14(3): 16-20.
- [64] 陈欣, 唐建军, 王兆骞. 农业活动对生物多样性的影响. 生物多样性, 1999, 7(3): 234-239.
- [65] 吴燕燕, 李来好, 刁石强, 杨贤庆, 陈胜军, 岑剑伟, 周婉君. 环境激素对水产品安全性的影响及预防. 科学视野, 2008, 32(1): 94-96.

CONTENTS

Marine ecological capital: valuation of standing stock of marine living resources	REN Dachuan, CHEN Shang, XIA Tao, et al (4805)
Effect of Endophytic fungi on growth and photosynthetic characteristics of <i>Achnatherum sibiricum</i>	JIA Tong, REN Anzhi, WANG Shuai, et al (4811)
Based on image processing technology estimating leaves stomatal density of <i>Populus euphratica</i> and analysis of its ecological significance	JIAN Shengqi, ZHAO Chuanyan, ZHAO Yang, et al (4818)
Evaluation of the ecological instream flow in the Yellow River basin with hydrological alterations	ZHANG Qiang, LI Jianfeng, CHEN Xiaohong, et al (4826)
The ecological effects of <i>Suaeda salsa</i> on repairing heavily degraded coastal saline-alkaline wetlands in the Yellow River Delta	GUAN Bo, YU Junbao, LU Zhaohua, et al (4835)
Toxicity risks to the closed tidal flat ecosystem of a PCBs waste savepoint at the coast of Zhejiang	HE Shanying, CHEN Kunbai (4841)
Methane emission from a <i>Carex</i> -dominated wetland in Poyang Lake	HU Qiwu, ZHU Lili, XING Ruixin, et al (4851)
The study on Ice-fish Resources in the Three Gorges Reservoir	SHAO Xiaoyang, LI Daofeng, TAN Lu, et al (4858)
Effects of acute cold stress on serum biochemical and immune parameters and liver HSP70 gene expression in GIFT strain of Nile tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>)	LIU Bo, WANG Meiyao, XIE Jun, et al (4866)
Acute toxicity and effect of Cd ²⁺ on life table demography of <i>Brachionus angularis</i> and <i>Keratella valga</i>	XU Dandan, XI Yilong, MA Jie, et al (4874)
The association of BDNF gene polymorphisms with normal behavior traits in house-hold sika deer (<i>Cervus nippon</i>)	LÜ Shenjin, YANG Yan, WEI Wanhong (4881)
Characteristics and controlling factors of photosynthesis in a maize ecosystem on the North China Plain	TONG Xiaojuan, LI Jun, LIU Du (4889)
The soil macrofaunal community structure under a long-term fertilization in wheat field	GU Yanfang, ZHANG Li, DING Shengyan, et al (4900)
Effect of earthworms on the photosynthetic characteristics of wetland plants and their capacity to purify wastewater	XU Defu, LI Yingxue, WANG Ranghui, et al (4907)
Toxicity of three pesticides and their effects on carboxylesterase activity of <i>Propiloscerus akamusi</i>	FANG Guofei (4914)
Reproductive behavior character and sexual tendency of the adult <i>Zeuzera leuconotum</i> Butler (Lepidoptera: Cossidae)	LIU Jinlong, ZONG Shixiang, ZHANG Jintong, et al (4919)
Effects of herbicides stress on the population of alligator weed flea beetles, <i>Agasicles hygrophila</i> (Col.: Chrysomelidae) and corresponding strategies	LIU Yufang, PENG Meifang, WANG Chengchao, et al (4928)
Patterns of fruit and seed production and ecological significance in desert species <i>Eremosparton songoricum</i> (FABACEAE)	SHI Xiang, WANG Jiancheng, ZHANG Daoyuan, et al (4935)
Effect of different nitrogen supply on the temporal and spatial distribution and remobilization of canopy nitrogen in winter wheat under limited irrigation condition	HAO Baozhen, JIANG Lina, FANG Baoting, et al (4941)
Plant architecture characteristics of <i>Haloxylon ammodendron</i> and <i>Haloxylon persicum</i> in Zhungar Basin	WANG Lijuan, SUN Dongyuan, ZHAO Chengyi, et al (4952)
Downscaling land surface temperature based on relationship between surface temperature and vegetation index	NIE Jianliang, WU Jianjun, YANG Xi, et al (4961)
Differential characteristics of soil $\delta^{15}\text{N}$ under varying vegetation in karst areas	WANG Zhijun, LIANG Xuan, HE Qiufang, et al (4970)
Effect of nitrogen application rate on growth and leaf photosynthetic characteristics of <i>Jatropha curcas</i> L. seedlings	YIN Li, HU Tingxing, LIU Yongan, et al (4977)
Seasonal variations in leaf C, N, and P stoichiometry of typical plants in the Yangou watershed in the loess hilly gully region	WANG Kaibo, SHANGGUAN Zhouping (4985)
Clonal integration enhances the ability to scavenge reactive oxygen species in root of <i>Cynodon dactylon</i> subjected to submergence	LI Zhaojia, YU Jie, FAN Dayong, et al (4992)
Pattern of flow-covered sand-fixing woodland and its windbreak effect	YANG Wenbin, DONG Huilong, LU Qi, et al (5000)
Evaluation of soil and water conservation capacity of different forest types in Dongling Mountain	MO Fei, LI Xuyong, HE Shuxia, et al (5009)
Changes in structural components and respiration rates of coarse woody debris at the initial decomposition stage for 11 temperate tree species	ZHANG Limin, WANG Chuankuan, TANG Yan (5009)
Characteristics of nutrient cycling in first and second rotations of Chinese fir plantations	TIAN Dalun, SHEN Yan, KANG Wenxing, et al (5025)
The optimal design of a connected nature reserve network	WANG Yicheng (5033)
Sub-areas compartmentalization of Changjiang Estuary based on the natural geographical characteristics	LIU Lusan, ZHENG Binghui, MENG Wei, et al (5042)
The environmental and economic influence of coal-electricity integration exploitation in the Xilingol League	WU Di, DAI Fangzhou, YAN Yan, et al (5055)
Review and Monograph	
The influence of diversity changes of ecological conditions on the survival of honey bees	HOU Chunsheng, ZHANG Xuefeng (5061)
Scientific Note	
The spatio-temporal change in the secondary production of macrozoobenthos in the intertidal zone of Jiaozhou Bay	ZHANG Chongliang, XU Binduo, REN Yiping, et al (5071)
The studying system construction of wetland parks	WANG Lilong, LU Lin (5081)
Ecological footprint analysis of a semi-arid grassland region facilitates assessment of its ecological carrying capacity: a case study of Xilinguole League	YANG Yan, NIU Jianming, ZHANG Qing, et al (5096)

2009 年度生物学科总被引频次和影响因子前 10 名期刊★

(源于 2010 年版 CSTPCD 数据库)

排序 Order	期刊 Journal	总被引频次 Total citation	排序 Order	期刊 Journal	影响因子 Impact factor
1	生态学报	11764	1	生态学报	1.812
2	应用生态学报	9430	2	植物生态学报	1.771
3	植物生态学报	4384	3	应用生态学报	1.733
4	西北植物学报	4177	4	生物多样性	1.553
5	生态学杂志	4048	5	生态学杂志	1.396
6	植物生理学通讯	3362	6	西北植物学报	0.986
7	JOURNAL OF INTEGRATIVE PLANT BIOLOGY	3327	7	兽类学报	0.894
8	MOLECULAR PLANT	1788	8	CELL RESEARCH	0.873
9	水生生物学报	1773	9	植物学报	0.841
10	遗传学报	1667	10	植物研究	0.809

★《生态学报》2009 年在核心版的 1964 种科技期刊排序中总被引频次 11764 次,全国排名第 1;影响因子 1.812,全国排名第 14;第 1—9 届连续 9 年入围中国百种杰出学术期刊;中国精品科技期刊

编辑部主任 孔红梅

执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报
(SHENGTAI XUEBAO)
(半月刊 1981 年 3 月创刊)
第 31 卷 第 17 期 (2011 年 9 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 17 2011

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn Shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 70.00 元