

DOI: 10.5846/stxb201408131605

刘之光, 陈超, 郭海坤, 吕丽萍, 石巍. 2009—2013 年中国西方蜜蜂蜂群损失情况调查分析. 生态学报, 2016, 36(10): - .

Liu Z G, Chen C, Guo H K, Lü L P, Shi W. Mortality in Managed Honeybee (*Apis mellifera* L.) Colonies in China from 2009 to 2013. Acta Ecologica Sinica, 2016, 36(10): - .

2009—2013 年中国西方蜜蜂蜂群损失情况调查分析

刘之光^{1,2,3}, 陈 超¹, 郭海坤¹, 吕丽萍¹, 石 巍^{1,2,*}

1 中国农业科学院蜜蜂研究所, 北京 100093

2 农业部授粉昆虫生物学重点开发实验室, 北京 100093

3 全国畜牧总站, 北京 100125

摘要:近年, 欧洲和北美地区相继出现蜜蜂蜂群崩溃 (Colony Collapse Disorder, CCD) 现象, 蜂业科学家在世界范围内开展蜜蜂蜂群损失情况调查与分析。基于此, 本研究探讨近四年我国主要西方蜜蜂饲养省份蜂群损失情况, 并对损失量、损失原因进行分析。本研究采用欧盟政府间合作框架 (COST) 下项目—CoLoss (Prevention of honey bee COLony LOSSes) 项目组提供的国际统一的标准调查表格, 利用 R 语言在 RStudio 环境下开展全部的统计分析工作, 采用广义线性混合模型分析调查数据的相关性及因变量为非正态分布的非独立数据。调查我国 12 个主要西方蜜蜂饲养省份的蜂群越冬死亡损失情况。2009 年—2013 年蜂群平均损失率为 8.9%, 损失比例同比低于欧洲和北美国家和地区的蜂群损失率, 在可接受范围内。利用广义线性混合模型分析, 显著影响蜜蜂蜂群损失的因素有: 巢脾使用时间及蜂王因素。我国蜂群损失率较低, 大部分损失症状不属于蜜蜂蜂群崩溃症状 (CCD)。蜜蜂蜂群崩溃症状 (CCD) 现象在我国尚未确认发生。加强蜂螨及其他病害的防治工作, 增加更新巢脾频率, 监控蜂王在蜂群中的表现及增加换王次数等可以有效控制蜂群越冬损失率。本研究是首次在全国范围内开展西方蜜蜂蜂群损失调查, 其结果对明确我国蜂群是否受蜜蜂蜂群崩溃症状现象影响提出了明确的解释, 对蜂群损失的防控提供重要的指导建议。

关键词:西方蜜蜂; 蜂群损失率; 蜜蜂蜂群崩溃症状 (Colony Collapse Disorder, CCD); 中国

Mortality in Managed Honeybee (*Apis mellifera* L.) Colonies in China from 2009 to 2013

LIU Zhiguang^{1,2,3}, CHEN Chao¹, GUO Haikun¹, LÜ Liping¹, SHI Wei^{1,2,*}

1 Institute of Apicultural Research, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100093, China

2 Key Laboratory of Pollinating Insect Biology, Ministry of Agriculture, Beijing 100093, China

3 National Animal Husbandry Service Station, Beijing 100125, China

Abstract: In recent years, large-scale losses of honeybee (*Apis mellifera*) colonies have taken place in Europe and North America. Apiculture scientists have organized a CoLoss Network to investigate and explain these losses. This article presents survey results and analyses of honey bee (*Apis mellifera* L.) colony mortality from 2009 to 2013 in 12 provinces in China, analyses of the proportions of colony mortality, and their possible causes. Standard questionnaires were used in this survey, as supplied by CoLoss, and financial support was provided by the European Cooperation in Science and Technology (COST). All statistical analyses were performed using R statistical software. A generalized linear mixed effects model (GLMM) was used to analyze potential risk factors. In total, more than 5,300 beekeepers responded to the survey. This included less than half of the *Apis cerana* survey data set. A total of 3,742 apiaries, which were part of the valuable *Apis*

基金项目:国家现代农业产业技术体系-蜂产业技术体系 (CARS-45); 中国农业科学院科技创新工程 (CAAS-ASTIP-2015-IAR); 中国农业科学院北京畜牧兽医研究所基本科研业务费专项 (2013ymf-mf-3)

收稿日期: 2014-08-13; 网络出版日期: 2015-00-00

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: shiwei@caas.cn

mellifera dataset that contains 520,653 colonies, were also statistically analyzed in this paper. Average mortality over the winters of 2009 – 2013 was estimated to be 8.9%. The loss (12%) during the winter of 2011 – 2012 was higher than in other years. This level of mortality was considered acceptable by beekeepers and apiculture scientists. There was substantial variation in total loss by province (range 2.3 – 19%). Xinjiang Province and Henan Province differed significantly from other provinces in their average loss. Average loss also differed significantly by type of operation, such as commercial, part-time, and sideline operations, although part-time and sideline operations did not differ significantly from each other during most surveyed years. Xinjiang Province and Henan Province have large numbers of commercial beekeeping operations. Province and operational data were calculated collectively, and the results supported the hypothesis that commercial beekeeping operations caused frequent honeybee queen failure and fostered the spread of other diseases, confirming that these were the two causes of colony loss. Colony collapse disorder (CCD) was not a common problem in China until recently. Overall rates of colony loss were low in general, with differences among operations of different sizes and among different provinces. The GLMM results highlighted several factors that have a significant effect on winter losses. The frequency of comb renewal and problems with the queens were responsible for most losses. The rates of colony mortality were considered acceptable, and the symptoms of colony mortality did not match those of CCD. The parasitic mite *Varroa destructor* was not found to be the main cause of these losses. This is because beekeepers regularly treat colonies for *Varroa destructor* in early spring before the queens lay most of their eggs and again in late fall. This twice-yearly treatment kept the colonies in normal or better conditions before the onset of winter. Improving the frequency of comb renewal, strengthening the prevention and control of bee mites and other diseases, monitoring the queens, and increasing the use of the new queens may keep colony mortality within acceptable ranges. This is the first nationwide investigation of *Apis mellifera* colony losses. These results could help prevent and control honey bee colony losses in China.

Key Words: *Apis mellifera* L.; colony mortality; CCD; China

蜜蜂是主要的授粉昆虫,全世界 115 种主要农作物中的 75% 都依赖蜂类授粉。蜂类授粉贡献了全球 35% 的农作物产值^[1]。然而近年,欧洲和北美地区爆发的蜜蜂蜂群损失成为影响蜜蜂种群和产业发展的重要因素。自 2006 年开始,美国首次出现蜜蜂蜂群崩溃症状 (Colony collapse disorder, CCD) 情况。2006 年—2013 年,美国每年蜜蜂种群越冬损失率为 32%, 35.8%, 29%, 34%, 29.9%, 22.5%, 30.6%, 已经远远超出正常蜂群的越冬损失及蜂农的承受范围^[2-9]。同样的情况也发生在欧洲—英格兰、奥地利、瑞士、土耳其、希腊、比利时、意大利、克罗地亚、波兰、丹麦、保加利亚等多个国家。为此,欧洲各国及美国蜂业科学家共同组成一个国际组织—CoLoss (Prevention of honey bee COlony LOSSes), 调查并研究蜂群损失情况及其原因^[10]。以上国家均在 CoLoss 项目的合作框架下共同开展蜜蜂蜂群越冬损失调查。在调查的 24 个欧洲国家蜂群越冬损失率中,2009 年欧洲各国的平均蜂群损失率为 7%—22%, 2010 年平均损失率为 7%—30% 之间。截止到目前,造成蜜蜂蜂群损失的原因仍不明确,很多科学家认为是复合因素导致的^[11-26]。中国是世界第一养蜂大国,饲养超过 830 万群蜜蜂蜂群 (FAOSTA, Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics Division, 2012)。以生产蜂产品为主,同时蜜蜂授粉也给农业生产带来了巨大的经济效益。近年,欧洲和北美的蜜蜂越冬损失情况频发,中国蜂群的损失现状及损失原因也是不可避免和急需探究的问题。2008 年,中国农业科学院蜜蜂研究所作为国内唯一参加单位参与欧盟蜜蜂消失项目 (COST Action FA0803), 与欧盟主要蜂业科学家共同开展了蜜蜂蜂群损失情况调查与分析。通过对国内主要养蜂大省西方蜜蜂饲养种群越冬损失的调查与数据统计分析,了解我国西方蜜蜂蜂群损失情况,分析导致我国西方蜜蜂蜂群损失的主要原因及潜在威胁,为我国蜜蜂蜂群的长期动态监控及保护提供依据。

1 材料与方法

1.1 数据收集

数据的采集时间为 2009 年 10 月—2013 年 6 月。采集的数据来自我国主要 12 个西方蜜蜂养殖大省,每个省基础调查量为 100 个西方蜜蜂蜂场。调查上年度 11 月—2 月期间蜜蜂蜂群越冬损失数据,数据采集及上报时间为同年 4 月—5 月。蜜蜂蜂群损失数据采用实地调查、面对面采集的方式进行。每年的数据采集及调查工作主要由“现代农业产业技术体系-蜂产业技术体系”综合试验站完成,并将采集数据上传至“蜂产业技术体系-蜜蜂育种与授粉功能实验室数据库”内(www.brpdb.com)。

1.2 调查问卷

2009 年—2013 年的调查问卷采用欧盟蜜蜂消失项目组统一标准调查问卷^[25,27],翻译并进行国内适应性整理后下发到调查省份。

1.3 数据整理

对全部填报的数据进行过滤及整理,尤其是去掉一些关键数据不完整的数据组及超范围数据组。同时明显的重复数据有可能是填报过程中的重复填报遗漏,这类数据也会被删除。部分省份在某些年份的数据量小于 10 条,调查蜂群总数低于 5,000 群,缺乏该省份蜂群总体数据的代表性,这部分数据在分析前也予以排除。对初级过滤数据运行自定义 Python 程序再次过滤,保证数据的可靠性及准确性。根据我国养蜂业特点,对国内养蜂规模数据进行分组,蜜蜂蜂群在 50 群以下的设为业余组,50—200 群的设为专业组,200 群以上的设为商业组。通过养蜂规模分组^[9,25,27],可以有效的分析不同规模蜂场的蜜蜂蜂群损失情况及主要原因。

1.4 统计分析

蜜蜂蜂群损失率依据 Van der zee^[28]的统计标准进行。蜜蜂蜂群损失率是蜜蜂蜂群损失数与蜂群总数的比值。利用准二项分布(Quasi-binomial distribution)及 logit 关联函数构建广义线性模型,基于标准误计算置信区间。蜂蜜单位产量是蜂蜜总产量与蜂群总数的比值。更换蜂王次数的统计中,我们去掉了“0”这个数值,“0”这个数值的填入模糊了数据的输出。并不确定是没有更换蜂王还是数据缺省。随后,构建广义混合线性模型检测潜在风险因素对蜂群损失的影响。在 Van der zee^[27]的文章中首次使用广义混合线性模型分析蜜蜂蜂群损失数据。将省份和蜂场作为随机因素复合到零模型中,增加是否防治蜂螨,更换蜂王次数,巢脾更新率,蜂王因素及其他威胁因素和饲料等多因素变量到零模型中,检测各种因素对蜜蜂种群损失的影响。由于调查表的年度更换,我们无法设计可以包含全部影响因素的完整模型(全模型)。

所有的统计分析用 R 语言在 RStudio 统计环境下运行^[29],广义线性混合模型采用 Lme4 软件包进行处理^[30]。

总计调查 2009 年—2013 年每年度全国范围内 12 个省份,累计统计数据 3742 条(蜂场),统计蜂群总数 520,653 群(表 1)。

2 结果与分析

2.1 蜜蜂蜂群损失率

2009 年—2013 年间平均蜂群损失率为 8.9%(95% CI (Confidence Interval):8.4%—9.5%)。其中,蜂群损失率较低的为 2012—2013 年度,平均蜂群损失率为 8.5%(95% CI:7.8%—9.3%),最高的为 2011—2012 年度,平均蜂群损失率仅为 12.0%(95% CI:10.7%—13.4%)(表 1)。在我们的调查中,并没有调查蜂农可以接受的损失率。但是对比 2012—2013 年度美国蜂农可以接受的蜂群损失率 14.6%而言^[9],我国的蜂群损失率应该在可以接受的范围内。

蜂场规模的差异也会对蜜蜂蜂群损失造成影响。从 4 年总体来看,业余组平均损失率为 6.9%(95% CI:5.9%—8.0%),专业组平均损失率为 8%(95% CI:7.6%—8.6%),商业组平均损失率为 10.4%(95% CI:

8.8%—12.3%), 业余组、专业组和商业组蜂群损失均存在显著差异。按年份来看, 2011—2012 年度, 业余组平均损失率为 9.4% (95% CI: 7.4%—11.7%), 商业组平均损失率为 17.4% (95% CI: 12.8%—23.2%), 业余组与商业组蜂群损失存在显著差异。2012—2013 年度, 业余组平均损失率为 5.3% (95% CI: 3.8%—7.4%), 专业组平均损失率为 9% (95% CI: 8.1%—9.9%), 业余组与专业组蜂群损失存在显著差异, 其他年份及规模的蜂场不存在显著差异(表 2)。

与此同时, 不同的省份间也存在蜜蜂蜂群损失的差异。新疆和河南的蜂群损失率最高, 分别达到了 19% (95% CI: 17.7%—20.4%) 和 16.2% (95% CI: 13.6%—19.2%), 其中新疆的蜂群损失总量显著高于其它省份。而云南和甘肃的蜂群损失率最低, 分别仅有 3.4% (95% CI: 2.3%—4.9%) 和 2.3% (95% CI: 1.6%—3.4%)。蜂群损失率由高及低的省份排序为: 新疆、河南均在 10% 以上, 其次为吉林、山西、黑龙江、四川、江苏、辽宁、浙江、重庆、云南、甘肃(表 3)。

表 1 2009—2013 年度蜂群总损失率及年平均损失率
Table 1 Colony losses from 2009—2013

年度 Period	数据量 N. op.	蜂群总数 N. col. sum	蜂群数量四分位数 N. col. Median (Interquartile range)	蜂群损失率 (95% 置信区间) Overall loss% (95% CI)
2009.10—2013.4	3,742	520,653	90 (60—150)	8.9 (8.4—9.4)
2009.10—2010.4	652	105,693	97 (64—150)	9.0 (8.7—10.5)
2010.10—2011.4	939	129,943	92 (62—150)	9.7 (8.7—10.7)
2011.10—2012.4	1,050	143,575	90 (60—150)	12.0 (10.7—13.4)
2012.10—2013.4	1,101	141,442	100 (69—150)	8.5 (7.8—9.3)

数据量指统计的蜂场数; 蜂群数量四分位数是通用统计量, 此处用以表现至少 50% 的蜂场处于统计的蜂群数

N.op.: 数据量 Number of apiary operations; N. col. sum: 蜂群总数 Number of colonies summary; N. col. median: 蜂群数量四分位数 Median number of colonies

表 2 2009—2013 年度不同规模蜂场蜂群损失情况
Table 2 Colony losses from 2009—2013 by operation size

年度 Period	业余组 Part time (1—50col)				专业组 Sideline (50—200col)				商业组 Commercial (200+col)			
	数据量 N. op.	蜂群总数 N. col. sum	蜂群数量 四分位数	蜂群 损失率	数据量 N. op.	蜂群总数 N. col. sum	蜂群数量 四分位数	蜂群 损失率	数据量 N. op.	蜂群总数 N. col. sum	蜂群数量 四分位数	蜂群 损失率
			N. col. (interquartile range)	Overall loss% (95% CI)			N. col. (interquartile range)	Overall loss% (95% CI)			N. col. (interquartile range)	Overall loss% (95% CI)
2009.10—2013.4	613	23,317	40 (30—48)	6.9 (5.9—8.0)	2,650	290,871	100 (75—135)	8.0 (7.6—8.6)	479	206,465	280 (240—400)	10.4 (8.8—12.3)
2009.10—2010.4	128	5,216	40 (32—50)	7.2 (5.9—8.9)	434	56,350	100 (75—135)	8.5 (7.9—9.2)	90	44,127	282 (240—400)	11.3 (8.6—13.1)
2010.10—2011.4	143	5,534	40 (32—48)	7.8 (6.0—10.0)	671	70,523	94 (71—130)	9.6 (8.4—10.8)	125	53,886	300 (240—400)	10.0 (7.6—12.9)
2011.10—2012.4	189	6,668	39 (27—50)	9.4 (7.4—11.7)	736	77,572	100 (71—130)	8.1 (7.2—9.1)	125	59,335	300 (240—400)	17.4 (12.8—23.2)
2012.10—2013.4	153	5,899	40 (30—50)	5.3 (3.8—7.4)	809	86,426	100 (76—130)	9.0 (8.1—9.9)	139	49,117	270 (238—390)	8.1 (6.3—10.3)

根据我国养蜂业特点, 对国内养蜂规模数据进行分组, 蜜蜂蜂群在 50 群以下的设为业余组, 50—200 群的设为专业组, 200 群以上的设为商业组。

2.2 蜜蜂蜂群崩溃症状 (Colony Collapse Disorder, CCD)

欧洲地区调查主要针对 CCD 症状, CCD 是近年在美国和欧洲地区出现的导致蜜蜂种群群体消失的现象, 主要症状为: 蜂群的大部分在逆境条件下消失, 即便是蜂群内还有幼虫存在, 蜂箱内外及蜂场周围没有死

蜂^[10,24],这是 CCD 的典型症状。在调查表的设计中,有 2 个问题是关于 CCD 的:1)是否经历过 CCD 现象;2)出现 CCD 症状而导致崩溃的蜂群数量。在我们的调查中,仅有 360 份问卷反馈此问题,其中仅有 1 份问卷回答是肯定的。在第二个问题调查中,92%的反馈问卷明确表示没有 CCD 原因导致的蜂群损失。因此,我们可以推断,蜂农并不清楚 CCD 的发生情况及 CCD 发生的典型症状。结合现代农业产业技术体系-蜂产业技术体系试验站日常监测情况看,目前没有确认 CCD 在国内的发生。

表 3 2009—2013 年度不同省份蜂场蜂群损失情况
Table 3 Colony losses from 2009_2013 by operation size and province

省份 Province	数据量 N. op.	蜂群总数 N. col. sum	蜂群数量四分位数 N. col. median (inter quartile range)	蜂群损失率(95%置信区间) Overall loss% (95% Confidence Interval)
新疆	430	116,721	190 (121—300)	19.0 (17.7—20.4)
河南	296	22,909	75.5 (64—85)	16.2 (13.6—19.2)
吉林	533	44,005	80 (65—100)	8.5 (7.2—10.0)
山西	312	20,915	56 (40—80)	6.8 (5.1—9.0)
黑龙江	227	24,926	78 (59—105)	6.8 (5.2—8.8)
四川	193	58,205	206 (150—300)	6.8 (5.7—8.0)
江苏	315	32,827	100 (80—120)	5.5 (4.2—7.1)
辽宁	396	29,826	70 (47—96)	5.0 (3.7—6.7)
浙江	477	81,422	120 (85—180)	4.6 (3.8—5.5)
重庆	90	23,656	142 (86—184.5)	4.0 (2.8—5.7)
云南	152	26,757	180 (138—220)	3.4 (2.3—4.9)
甘肃	321	38,484	50 (32—90)	2.3 (1.6—3.4)

2.3 潜在风险因素

我们利用广义线性混合模型检测潜在的风险因素,主要风险因素有:蜂螨、更换蜂王次数、巢脾的更换频率、蜂王因素及其他威胁因素是对蜜蜂蜂群造成损失的潜在威胁因素。其中,蜂王因素是直接关系到蜂群损失的因素,在蜂群的日常管理中,及时发现蜂王的不适应状况(诸如不产卵,损伤,丢失等),及时更换新蜂王是避免蜂群损失的关键因素。于此同时,巢脾的更换频率也直接影响到蜂群的损失情况。长期使用的巢脾是对蜂群潜在的风险威胁(表 4)。

表 4 潜在风险因素情况
Table 4 Odds/odds ratios for individual potential risk factors

影响因素 Term	损失率(95%置信区间)Odds ratio of loss (95% CI)
巢脾更新率 Brood comb renewal	0.69 (0.53—0.89)
蜂王因素 Queen problem	1.14 (1.11—1.16)

连续随机变量-巢脾更新率及蜂王因素的差异显著比较基于蜂群损失率变化

2.4 威胁因素对蜜蜂的影响

省份与蜂场作为随机变量构建广义线性混合模型,计算不同威胁因素相对与基本干扰对蜜蜂蜂群损失的影响(将人类干扰设为基本干扰因素)(表 5)。从分析数据可知,大黄蜂、老鼠、杀虫剂、蚂蚁的发生较其他因素更为频繁。大黄蜂侵害在我国北方地区普遍发生,需要加强日常管理及防控,尤其在夏秋交替季节。鼠害威胁低于其他国家平均发生水平,这与我国蜂农的日常管理和有效控制直接相关。熊和火灾的发生并不频繁,但是一旦发生熊和火灾的威胁,对于蜜蜂蜂群而言将是毁灭性打击。

3 讨论

在连续 4 年的蜜蜂蜂群损失调查中,我国西方蜜蜂蜂群损失率一直稳定在可接受的范围内。4 年调查统

计全国蜜蜂蜂群平均损失率为 8.9%,我国现有蜂群 830 万群,由此计算,北方蜜蜂蜂群越冬合计年度损失蜂群约为 74 万群,对我国蜜蜂蜂群整体数量的影响在可控范围内。

表 5 其他威胁发生对蜜蜂蜂群损失的影响
Table 5 Frequency for different types of threats

威胁因素 Threat	统计数量 N. affected	威胁因素 Threat	统计数量 N. affected
蚂蚁 Ant	136	熊 Bear	1
蜂箱小甲虫 Beetles	4	食蜂鸟 Birds	7
大黄蜂 Hornet	390	蜂螨爆发 Mite	87
鼠害 Mouse	159	杀虫剂 Pesticide	178
暴风雨 Storm	10	火灾 Fire	1

N. affected:统计数量 Number of affected

我们调查的 12 个省份是我国主要的西方蜜蜂养殖大省。近四年中,年度损失率较为近似,均在 10% 左右。现有的蜂群损失率相对美国的蜂群损失率而言,在合理的范围内^[7-9,24]。加强蜂场的日常管理及蜂螨治理,可以有效的维护蜂群的群势,降低蜂群的损失率^[27]。蜂场规模的差异导致蜂群管理方式及饲养方式的差异,商业型蜂场对蜂群的基本管理较为粗放,更注重蜂群利益产出和主要流行性疾病防控方面。因此,蜂群年度损失偏高。但是由于商业型蜂场蜂群基数较大,春季繁殖更快,蜂群可以快速增长,并不影响第二年的蜂群总量。对传染性疾病或蜂螨进行有效的控制,现有的商业蜂场损失率仍在可控和可接受的范围内。

不同省份的蜂群损失率统计中,新疆和河南是蜂群损失较高的省份。在统计中发现,这两个省份所属蜂场规模较大,集约化管理程度较高,年度治理蜂螨的次数较其他省份偏高。目前,我国蜜蜂蜂场蜂螨治理主要以药物治理为主,氟胺氰菊酯类药物是其主要成分。在 2 年期蜂群巢脾内检测到氟胺氰菊酯类药物的残留和积累,该类药物对蜜蜂幼虫发育会造成危害^[31-33]。由于这两个省份强化集约式饲养与管理,不排除用药过量及药物残留对蜂群的影响,造成了蜂群损失率偏高。

蜜蜂蜂群崩溃症状(CCD)在我国并没有确认发生。不同规模蜂场具有不同的管理方式。商业型蜂场的管理更为粗放,注重传染性疾病的防控,疏于日常管理。而业余型蜂场的日常管理更为细致,对于蜂王的检查,蜂螨及其他疾病的防控较为细致和严格。我国虽是养蜂大国,但是养蜂规模普遍偏小,业余型和专业型蜂场数合计占到统计蜂场的 87% 左右,蜂群总数约为 61%。而欧洲小型蜂场蜂群数仅占到了 28%,其余均为大型蜂场的蜂群^[10]。美国小型和中型蜂场蜂群数仅占到约 4%^[5]。由此可见,细致的管理和病害防控对于降低蜜蜂蜂群损失尤为重要。在前文的分析中,蜂王因素是导致蜂群损失的主要原因,而细致的管理可以及时发现蜂王的损害或损失,对蜜蜂蜂群的进一步损失做出提前的防控。不同蜂场规模导致的不同饲养管理模式或许是影响 CCD 发生的因素之一。

在损失因素的分析中,蜂王因素和巢脾更新率是导致蜂群损失的主要原因。蜂王因素主要有蜂王丢失、蜂王损失、蜂王使用时间过长、蜂王产卵不佳等情况,蜂王因素直接导致蜂群损失,尤其在越冬前后。因此,在秋季繁殖前更换新王或加强越冬前蜂王的监控,保证健康蜂王越冬,可以有效较少蜂群的越冬损失。巢脾更新率也是导致蜂群越冬损失的原因之一。多年用巢脾存在药物残留、螨害幼虫残留、吸引其他病害侵袭等多种危害。适时更换巢脾,可以有效切断病害侵袭,降低蜂群感染病害等危险。同时,较新的巢脾有利于蜂王的产卵和蜂群的壮大,对秋季繁殖的蜂群尤为重要。因此,提高巢脾更新率是降低蜂群越冬损失的方法之一。蜂螨一直是危害蜂群的主要因素,但是由于我国成熟蜂场均有按时开展蜂螨防控的习惯,提前开展关王治螨或药物治螨等工作,蜂螨危害在近年并不突出。但对螨害的防控仍然不能松懈。因此,合理的生产方式和病害的提前防控工作在保证蜂群健康的主要因素。

4 结论

自 2006 年美国、欧洲相继出现蜜蜂 CCD 现象,各国均开展蜜蜂蜂群损失的调查,试图查明蜜蜂蜂群损失

情况并解释损失原因。中国作为世界蜂业大国,一直密切关注着本国蜜蜂蜂群的损失情况。2009 年—2013 年,我们调查并统计了我国西方蜜蜂蜂群损失情况,西方蜜蜂蜂群自然损失在可接受范围内,并没有受到美国、欧洲蜜蜂蜂群大规模消失的影响。加强蜂群的日常管理和饲喂,及时更换蜂王,可以有效降低西方蜜蜂蜂群的逆境损失情况。这是我国首次在全国范围内开展蜂群损失调查与分析,在“现代农业产业技术体系——蜂产业技术体系”及“中国农业科学院创新工程项目”的支持下,持续开展我国蜜蜂蜂群损失监控是我们未来工作的重点。

致谢:感谢“现代农业产业技术体系-蜂产业技术体系”吉林试验站、天水试验站、晋中试验站、兴城试验站、扬州试验站、金华试验站、乌鲁木齐试验站、新乡试验站、红河试验站、牡丹江试验站、成都试验站、重庆试验站在连续多年的蜂场调查中给予大量的帮助。感谢调查蜂农给予的积极配合。Leon YE 工作室为蜜蜂资源与授粉功能试验室数据库网站的建设提供了技术支持,在此一并表示感谢。

参考文献 (References):

- [1] Klein A M, Vaissiere B E, Cane J H, Steffan-Dewenter I, Cunningham S A, Kremen C, Tscharntke T. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 2007, 274(1608): 303-313.
- [2] Ellis J D, Evans J D, Pettis J S. Colony losses, managed colony population decline, and Colony Collapse Disorder in the United States. *Journal of Apicultural Research*, 2010, 49(1): 134-136.
- [3] vanEngelsdorp D, Underwood R, Caron D, Hayes J Jr. An estimate of managed colony losses in the winter of 2006-2007: A report commissioned by the Apiary Inspectors of America. *American Bee Journal*, 2007, 147: 599-603.
- [4] vanEngelsdorp 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.
- [5] vanEngelsdorp D, Hayes J Jr, Underwood R M, Pettis J. A survey of honey bee colony losses in the United States, fall 2008 to spring 2009. *Journal of Apicultural Research*, 2010, 49(1): 7-14.
- [6] vanEngelsdorp D, Hayes J Jr, Underwood R M, Pettis J. A survey of managed honey bee colony losses in the USA, fall 2009 to winter 2010. *Journal of Apicultural Research*, 2011, 50(1): 1-10.
- [7] vanEngelsdorp D, Caron D, Hayes J, Underwood R, Heeson M, Rennich K, Spleen A, Andree M, Snyder R, Lee K, Roccasecca K, Wilson M, Wilker J, Lengerich E, Pettis J. A national survey of managed honey bee 2010-11 winter colony losses in the USA: results from the Bee Informed Partnership. *Journal of Apicultural Research*, 2012, 51(1): 115-124.
- [8] Spleen A M, Lengerich E J, Rennich K, Caron D, Rose R, Pettis J S, Henson M, Wilkes J T, Wilson M, Stitzinger J, Lee K, Andree M, Snyder R, van Engelsdorp D. A national survey of managed honey bee 2011-12 winter colony losses in the United States: results from the Bee Informed Partnership. *Journal of Apicultural Research*, 2013, 52(2): 44-53.
- [9] Steinhauer N A, Rennich K, Wilson M E, Caron D M, Engerich E J, Pettis J S, Rose R, Skinner J A, Tarpay D R, Wilker J T, vanEngelsdorp D. A national survey of managed honey bee 2012-2013 annual colony losses in the USA: results from the Bee Informed Partnership. *Journal of Apicultural Research*, 2014, 53(1): 1-18.
- [10] Aston D. Honey bee winter loss survey for England, 2007-8. *Journal of Apicultural Research*, 2010, 49(1): 111-112.
- [11] Brodschneider R, Moosbecherer R, Cralshheim K. Surveys as a tool to record winter losses of honey bee colonies: a two year case study in Austria and South Tyrol. *Journal of Apicultural Research*, 2010, 49(1): 23-30.
- [12] Charrière J-D, Neumann P. Surveys to estimate winter losses in Switzerland. *Journal of Apicultural Research*, 2010, 49(1): 132-133.
- [13] Currie R W, Pernal S F, Ernesto Guzmán-movoa E. Honey bee colony losses in Canada. *Journal of Apicultural Research*, 2010, 49(1): 104-106.
- [14] Gray T, Kence M, Oskay D, Döke M A, Kence A. Scientific note: Colony losses survey in Turkey and causes of bee deaths. *Apidologie*, 2010, 41(4): 451-453.
- [15] Hatjina F, Bouga M, Karatasou A, Kontothanasi A, Charistons L, Emmanouil C, Emmanouil N, Maistros A D. Data on honey bee losses in Greece: a preliminary note. *Journal of Apicultural Research*, 2010, 49(1): 116-118.
- [16] Ivanova E N, Petrov P P. Regional differences in honey bee winter losses in Bulgaria during the period 2006-9. *Journal of Apicultural Research*, 2010, 49(1): 102-103.
- [17] Mutinelli F, Costa C, Lodesani M, Baggio A, Medrzycki P, Formato G, Porrini C. Honey bee colony losses in Italy. *Journal of Apicultural*

- Research, 2010, 49(1): 119-120.
- [18] Gajger I T, Tomljanovi Z, Petrnec Z. Monitoring health status of Croatian honey bee colonies and possible reasons for winter losses. *Journal of Apicultural Research*, 2010, 49(1): 107-108.
- [19] Topolska G, Gajda A, Pohorecka K, Bober A, Kasprzak S, Skubida M, Semkiw P. Winter colony losses in Poland. *Journal of Apicultural Research*, 2010, 49(1): 126-128.
- [20] Vejsnæs F, Nielsen S L, Kryger P. Factors involved in the recent increase in colony losses in Denmark. *Journal of Apicultural Research*, 2010, 49(1): 109-110.
- [21] Van der Zee R. Colony losses in the Netherlands. *Journal of Apicultural Research*, 2010, 49(1): 121-123.
- [22] Van der Zee R, Pisa L, Andonov S, Brodschneider R, Charrière J D, Chlebo R, Coffey M F, Crailsheim K, Dahle B, Gajda A, Gray A, Drazic M, Higes M, Kauko L, Kence A, Kence M, Kezic N, Kiprijanovska H, Kralj J, Kristiansen P, Martin-hernandez R, Mutinelli F, Nguyen B K, Otten C, Özkirim A, Pernal S F, Peterson M, Ramsay G, Santrac V, Soroker V, Topolska G, Uzunov A, Vejsnæs F, Wei S, Wilkins S. Managed honey bee colony losses in Canada, China, Europe, Israel and Turkey, for the winters of 2008-9 and 2009-10. *Journal of Apicultural Research*, 2012, 51(1): 100-114.
- [23] Gray A, Peterson M, Teale A. An update on recent colony losses in Scotland from a sample survey covering 2006-2008. *Journal of Apicultural Research*, 2010, 49(1): 129-131.
- [24] Neumann P, Carreck N L. Honey bee colony losses. *Journal of Apicultural Research*, 2010, 49(1): 1-6.
- [25] Potts S G, Roberts S P M, Dean R, Marris G, Brown M A, Jones H R, Neumann P, Settele J. Declines of managed honey bees and beekeepers in Europe. *Journal of Apicultural Research*, 2010, 49(1): 15-22.
- [26] Nguyen B K, Mignon J, Lagent J, De graaf D C, Jacobs F J, vanEngelsdorf D, Brostaux Y, Saegerman C, Haubruge E. Honey bee colony losses in Belgium during the 2008-9 winter. *Journal of Apicultural Research*, 2010, 49(4): 333-339.
- [27] Van der Zee R, Brodschneider R, Brusbardis V, Charriere J, D, Chlebo R, Coffey M, F, Dahle B, Drazic M, M, Kauko L, Kretavicius J, Kristiansen P, Mutinelli F, Otten C, Peterson M, Raudmets A, Santrac V, Seppälä A, Soroker V, Topolska G, Vejsnæs F, Gray A. Results of international standardised beekeeper surveys of colony losses for winter 2012-2013: analysis of winter loss rates and mixed effects modelling of risk factors for winter loss. *Journal of Apicultural Research*, 2014, 53(1): 19-34.
- [28] Van der Zee R, Gray A, Holzmann C, Pisa L, Brodschneider R, Chlebo R, Coffey M F, Kence A, Kristiansen P, Mutinelli F, Nguyen B K, Adjlane N, Peterson M, Soroker V, Topolska G, Vejsnæs F, Wilkins S. Standard survey methods for estimating colony losses and explanatory risk factors in *Apis mellifera*. *Journal of Apicultural Research*, 2013, 52(4), doi: 10.3896/IBRA.1.52.4.18.
- [29] R Development Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria; R Foundation for Statistical Computing, 2011.
- [30] Bates D, Maechler M, Bolker B. lme4: Linear mixed-effects models using Eigen and Eigen. Vienna: Institute for Statistics and Mathematics, University of Economics and Business, 2011.
- [31] Bryden J, Gill R J, Mitton R A, Raine N E, Jansen V A A. Chronic sublethal stress causes bee colony failure. *Ecology Letters*, 2013, 16(12): 1463-1469.
- [32] Frost E H, Shutler D, Hillier N K. Effects of fluvalinate on honey bee learning, memory, responsiveness to sucrose, and survival. *The Journal of Experimental Biology*, 2013, 216(15): 2931-2938.
- [33] Goswami V, Srivastava P, Khan M S. Efficacy of essential oils against *Varroa destructor* infesting *Apis mellifera* Linn. Colonies and their impact on brood development. *The Journal of Applied and Natural Science*, 2014, 6(1): 27-30.