

锡林郭勒盟飞机治蝗概况与探讨

王耀程¹, 刘朝阳² (1. 内蒙古锡林郭勒盟草原工作站, 内蒙古锡林浩特 026000; 2. 中国农业科学院植物保护研究所, 农业部锡林郭勒草原有害生物科学观测实验站, 内蒙古锡林浩特 026000)

摘要 介绍了我国重要蝗区锡林郭勒盟飞机治蝗的历史和概况, 对飞机治蝗工作的优缺点、药剂选择和相关注意事项进行了探讨, 并从国家政策支持 and 新技术的融合 2 个角度探讨了今后飞机治蝗的发展对策。

关键词 蝗虫; 飞机; 国家政策; 新技术

中图分类号 S433.2 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2013)05-01931-03

Overview and Discussion of Locust Control by Means of Aircraft in Xilin Gol League

WANG Yao-cheng et al (Grassland Workstation in Xilin Gol League, Xilinhaote, Inner Mongolia 026000)

Abstract The history and general situation of locust control by means of aircraft in Xilin Gol League, the main areas suffered the infestation of locust in China were briefly introduced, the merits and demerits, the choice of pesticides and other relevant things in locust control by means of aircraft were discussed. Besides we also discussed the development strategies from the aspects of national policy support and the integration of new technologies.

Key words Locust; Aircraft; National policy; New technologies

内蒙古草原占全国天然草原面积的 1/4, 是我国主要的畜牧业生产基地。蝗虫是草原上重要的害虫, 常造成暴发性 and 毁灭性的农业生物灾害。长期以来, 全球性气候的变化和人类对自然资源过度开发导致了生态环境逐渐恶化, 草地退化和沙化的面积不断扩大, 导致蝗灾的发生频率和灾害程度不断加剧^[1]。从 2000 年起, 内蒙古草原连续 5 年蝗虫大暴发, 对畜牧业造成了巨大损失。2001~2002 年内蒙古草原大面积暴发蝗灾, 发生面积、危害程度为历史罕见。2001 年蝗虫成灾面积达 415.47 万 hm^2 , 虫口密度达 50~300 头/ m^2 , 2002 年虫口最大密度达 420 头/ m^2 ^[2]。2003 年内蒙古锡林郭勒盟有 470.00 万 hm^2 草场发生蝗灾, 其中有 230.00 万 hm^2 草场已成为重灾区。仅苏尼特右旗就有 92.00 万 hm^2 草场发生蝗灾, 占全旗草场总数的 1/3。牧草被蝗虫啃食, 加速了草地退化甚至沙漠化, 而退化草地又为蝗虫发生提供了有利生境, 最终形成“蝗害-草原退化-蝗害加剧”的恶性循环。因此, 草原蝗虫的防治已成为草地科学和草地管理中的一项重要战略任务。

飞机治蝗作业始于 1951 年, 是我国农用专业飞行的首次创举, 该项技术在蝗灾治理进程中发挥了重要作用。在 60 年的治蝗工作中, 在内蒙古、新疆、西藏、山东、河南、安徽、河北等重要蝗区都进行过大面积飞机治蝗, 迅速压制了蝗灾, 挽回了大量牧草和粮食损失, 保证了农牧业的可持续发展。2001 年新疆巴里坤县用飞机大面积喷洒 0.4% 锐劲特超微乳油来防治草原蝗虫, 对西伯利亚蝗、红胫戟纹蝗的防效均达到 95% 以上, 对抗药性强的意大利蝗的防治效果也达到 70%, 有效降低了虫口密度。2007 年四川省采用军用米-17B7 型直升机对 3.30 万 hm^2 蝗区进行了飞机防治, 有效克服了高原地区开展虫害防治的困难, 控制了青藏高原区蝗虫的危害与暴发。锡林郭勒盟是内蒙古自治区主要的蝗虫危

害区, 每年都进行飞机防治工作, 并取得很大成果。鉴于此, 笔者介绍了我国重要蝗区锡林郭勒盟飞机治蝗的历史和概况, 对飞机治蝗工作的优缺点、药剂选择和相关注意事项进行了讨论, 并从国家政策支持 and 新技术的融合 2 个角度探讨了今后飞机治蝗的发展对策, 旨在为我国相关部门制定蝗灾控制策略提供参考。

1 锡林郭勒盟飞机防治历史

锡林郭勒盟最早使用飞机防治草地“三害”是 1977 年在镶黄旗进行的防治草原蝗虫工作。1987~1990 年东乌旗、阿巴嘎旗、锡林浩特市、东苏旗连续 4 年实施飞机灭鼠, 共调入飞机 19 架, 防治面积达 117.47 万 hm^2 , 防效达 65%~92%。1992、1994 年锡林郭勒盟分别在锡林浩特市、多伦县、正蓝旗开展了飞机治蝗工作。1995 年在锡林浩特市、阿巴嘎旗开展了飞机防鼠工作。自 2000 年开始锡林郭勒盟暴发了严重的草原蝗虫灾害。2001、2002 年锡林郭勒盟连续组织开展了大规模的蝗虫防治工作, 2 年间共调入飞机 22 架, 累计飞行 2 015 架(次), 历时 2 475.7 h, 共完成作业面积 107.93 万 hm^2 , 接近全部作业面积的 50%, 防效在 95% 以上(表 1 和表 2)。无论是租调飞机数量还是完成作业面积, 均创全国地区一级防蝗工作之最。

2 防治区域概况

锡林郭勒盟的气候特点是寒冷、风沙大、少雨, 属于中温带干旱、半干旱大陆性季风气候。大部分地区年平均气温在 0~3 $^{\circ}\text{C}$, 北部中蒙边境地区和灰腾梁一带年平均气温 0 $^{\circ}\text{C}$ 以下, 1 月平均气温 -17 $^{\circ}\text{C}$ 以下, 北部多在 -20 $^{\circ}\text{C}$ 以下, 部分地区 -40 $^{\circ}\text{C}$ 以下, 局部地区 -45 $^{\circ}\text{C}$ 以下。全年除 7 月份外, 日最低气温均可出现 0 $^{\circ}\text{C}$ 以下。

锡林郭勒盟风能资源丰富。全盟大部分地区年平均风速为 4~5 m/s , 西南部 5 m/s 以上。最大风速普遍在 24~28 m/s , 局部瞬间 34 m/s 。大风日数(≥ 8 级), 全年大部地区在 60~80 d。全年盛行偏西风。年降雨量大部分地区为 200~350 mm, 大兴安岭余脉西坡及阴山余脉北坡局部地区在 400

作者简介 王耀程(1955-), 男, 内蒙古赤峰人, 工程师, 从事蝗虫飞机防治研究, E-mail: liuzhaoyang2008@126.com。

收稿日期 2013-01-18

mm以上,西部地区局部不足150 mm,全年雨量大部集中于6~8月。全年蒸发量1 700~2 600 mm。日照时间长。全年日照时数西部地区在3 200 h以上,南部地区大部在2 700~3 100 h,中部和东部地区不足3 000 h,其他地区在2 900~3 000 h。无霜期100~120 d。

表1 2000~2011年锡林郭勒盟虫害发生与防治统计 hm²

年份	蝗虫			其他害虫		
	成灾面积	严重成灾面积	防治面积	成灾面积	严重成灾面积	防治面积
2000	616.7	217.8	9.5			
2001	666.2	291.6	117.9			
2002	496.2	263.5	105.4			
2003	468.5	230.9	76.2			
2004	338.5	184.7	89.6			
2005	64.6	31.0	13.5			
2006	32.3	18.7	11.9			
2007	36.4	15.5	13.4			
2008	57.1	25.5	19.1	146.3	57.9	7.0
2009	77.6	49.7	30.7	203.6	79.5	0
2010	86.8	35.0	36.5	27.3	10.0	4.2
2011	72.7	36.1	38.0	29.0	13.3	4.3
合计	3 013.7	1 400.0	561.8	406.2	160.6	15.5

注:2000~2005年发生与防治面积是统计报表数;其他害虫指草地螟1代、2代和沙葱蚩叶甲。

表2 1977~2011年锡林郭勒盟飞机灭蝗作业详细记录

年份	架次	防治面积//万 hm ²	飞机类型
1977	210	1.0	Y5
1979	61	2.1	Y5
1982	33	1.7	Y5
1992	40	1.5	Y5
1994	91	4.9	Y5
1995	15	0.8	Y5
2000	53	2.8	Y5
2001	1 088	57.2	Y5
2002	950	50.7	Y5
2003	646	38.8	Y5
2004	646	34.5	Y5
2006	127	6.8	Y5
2007	11	0	小蜜蜂
2010	639	13.3	Y5、小蜜蜂 ^a
2011	712	11.5	Y5、小蜜蜂 ^b
合计	5 322	227.5	

注:Y5(运-5)飞机防治量为533.33 hm²/架次,而小蜜蜂(“小蜜蜂”超轻型飞机)为13.33 hm²/架次;a. Y5达125架次,小蜜蜂达514架次;b. Y5达83架次,小蜜蜂达629架次。

3 防治对象与时间

应根据害虫种群动态掌握防治适期,最好定点、定期侦察,将喷药时间控制在幼蝗阶段,既省工、省药又经济有效。蝗虫的主要防治种类有亚洲小车蝗、毛足棒角蝗、白边痲蝗、宽翅曲背蝗等。飞机防治应本着“飞蝗不扩散,土蝗不扩散”的原则,在3龄前进行防治,大概时间为每年的6月20日至7月30日。白边痲蝗等大型蝗虫的化学药剂防治指标为10头/m²,生物制剂防治指标为5~10头/m²。宽翅曲背蝗等中型蝗虫的化学药剂防治指标为20头/m²,生物制剂防治指标为11~20头/m²[3]。毛足棒角蝗等小型蝗虫的化学药剂防

治指标为30头/m²,生物制剂防治指标为15~30头/m²。

4 防治药剂和器械

近年来,飞机治蝗一般采用超低量喷雾技术。用于超低容量喷洒作业的农药必须是高效、低毒、低残留药剂,剧毒农药切忌喷施,严防产生药害。在防治前应通过试验确定药剂配制比例,准确掌握配方和有效药量。飞机治蝗常用的化学药剂有4.5%高效氯氰菊酯乳油,生物药剂有200亿活菌/ml类·苏悬乳剂、100亿/ml杀蝗绿僵菌油悬浮剂、苦参碱、微孢子虫等。

飞机灭蝗中常用的飞机型号为运-5型飞机和“小蜜蜂”超轻型飞机。运-5飞机及其改装机型的原型为原苏联的安-2运输机。运-5起飞总重为5 500 kg,最大载重2 133 kg,约占39%[4]。运-5飞机对起降场地要求低,可以非常低的速度稳定飞行,十分适用于农业飞机施药防治病虫害,飞机装药量大,飞行速度快,有效喷幅宽,单架次防治面积大,但其机体大,空中标头半径大、时间长,非作业飞行(自起飞地至防治区及空中调头)时间长,对地面后勤保障及配套设施要求高,使用费用较高。“小蜜蜂”超轻型飞机对起降条件要求低,机翼大,安全性能好,滑翔能力强。其标准装药量为80~100 kg,作业飞行高度为10~15 m,喷幅为20~30 m。“小蜜蜂”超轻型飞机虽然对起降条件要求低,但仍需要较平坦的固定跑道;飞行灵巧,空中调头半径小;装药量小,喷幅较小,单架次防治面积小;由于重量轻,受风力影响大,稳定性较差;但其造价低,对地面配套设施和后勤保障要求低,使用费用低[5]。

5 防治流程与飞行参数

5.1 防治流程 采用飞机防治草原害虫,首先要对作业区进行划定。根据虫害发生情况将作业区划成长方形或平行四边形,并利用GPS进行四角定位,绘制比例尺为1:50 000(1:100 000或1:200 000)的飞行作业区示意图。绘制飞行作业区示意图时,应重点考虑飞行作业区的合理长度,避免在飞行作业区出现空飞现象。简易机场选建:按飞机防治30 km经济作业半径划定飞机防治作业区,并根据飞机防治简易跑道建设标准要求进行跑道及停机坪的建设。

防治流程:蝗虫调查(采样)→作预测预报(确定发生面积)→修建简易机场→储备航油、药品,准备电台→调试飞机→灭蝗→灭效调查。

飞机作业时,地面工作人员要随时做好各项记录,要派出技术组到作业区随时监测防治效果和每天喷药面积,并将喷过药的草场面积用GPS定位,每天与飞行员的记载GPS系统进行核对,以确保作业质量。喷洒作业期间,信号队列、飞机喷药、药效检查三者密切结合、互相联系,灭虫区喷药顺序应事先规划好,检查虫口密度和药效时应按技术操作规程,确保质量和安全。治蝗飞机在装药地起飞,到达防治区域上空后选择长边方向从角点开始施药,到达另一端后停止施药,并进行180°转弯,同时施药位置平移单位喷幅距离,从另一端开始施药,以此类推,进行蛇型飞行作业。飞机喷雾作业应根据环境的不同尽量减少空飞航程,不断提高灭蝗效

率。施药后应及时监测雾滴的大小、沉降速度和均匀度等喷药质量指标^[6]。早晨气温低,雾滴易下沉,防效较好;中午 12:00 以后气温升高,雾滴不易下沉,防治效果较差^[7]。

5.2 虫口密度与防效调查 在各防治区,用随机取样的方法选取 3 块施药区和 1 块非施药区作为防效调查样区。每个样区内用样框调查 5 个样方,查明样框内的虫口密度。施药前调查所选样区虫口基数,施药后 1、3、5、7 d 用相同方法调查虫口密度。调查结果显示,施用 4.5% 高效氯氰菊酯乳油 1~3 d 后蝗虫大量死亡,5 d 后死亡率达到最大,灭效达到 94%。

5.3 飞行参数 飞机喷药应掌握好飞行作业高度,过高雾粒易飘失,过低喷幅带不够,会直接影响草地受药量。因此,一定要保持机械性能完好,喷洒药剂均匀,从而充分发挥药效。目前在草原地区用于防治害虫的飞机主要是运-5 型飞机,飞行高度 8~10 m,飞行速度 60 km/h,每架次可载药液 800 kg,每架次需 1 h。飞机作业风速不大于 5 m/s,用量 1 500 g/hm² (药水比 4:6),喷幅 50 m,每架次可防治 533.33 hm²。在风力 3 级以上、作业地区出现阴雨天气以及雨后露水大、气温高、气流上升快的天气情况下应停止喷洒。

6 讨论

6.1 药剂选择 1983 年国务院决定停用六六六和滴滴涕等农药,结束了我国长达 31 年的飞机喷粉历史,取而代之的是超低量喷雾技术。锐劲特、高效氯氰菊酯等是目前常用的超低量喷雾化学药剂,适用于防治暴发程度高的蝗灾,能够起到及时压低虫口密度的作用。然而化学药剂对生物多样性的危害明显,在杀灭害虫的同时也杀灭了害虫天敌。绿僵菌乳油、苦参碱等生物药剂对蝗虫具有更强的专一性,可有效保护天敌,维持草原的可持续稳定性。因此,在蝗灾暴发程度较低的地区可考虑生物制剂。2010 年山东省飞机治蝗集中使用了对蝗虫专一寄生的绿僵菌、蝗虫微孢子虫和苦参碱 3 种生物农药,防治效果均达 90% 以上。

6.2 飞机灭蝗的优缺点 飞机灭蝗具有快速连片、不受地形起伏的限制、短时间内蝗虫害得到控制的优点。如果草原上有积水泥泞,机引喷雾器不能应用,更显示飞机灭蝗的优势^[8]。然而飞机治蝗也具有成本高、受气候等因素影响较大的缺点。2002 年锡林郭勒盟飞机治蝗就是由于天气状况不佳而两度延迟飞机灭蝗计划,从而导致巨大经济损失。

6.3 飞机灭蝗的注意事项

6.3.1 合理设置飞行设施。防治区域应远离村庄、湖泊、树木集中和电线交织的地带^[9]。机场选择在防治区域内以 30 km 为半径的中心地段。飞机跑道设为常风向的方向,逆风起降,事先应填平压实划定的飞机跑道中的所有坑洼,用白灰画出跑道并插小彩旗作标记,以宽度 100 m、长度 800 m 为宜。

6.3.2 完善相关机构。飞机灭蝗工作中应设置技术组、加药组和后勤组等完善的机构。技术组负责飞机防治区蝗虫密度、危害面积、发生地点、飞机防治效果监测以及防治药效的调查,使用 GPS 设备对防治区域进行卫星定位,做到准确测报,指导防治^[10]。此外,技术组还应解决飞机安全测试、

飞行路线、飞行计划和飞行员轮休等问题,以保证飞机安全作业。1989 年新通航 Y-11 型 B-3888 飞机在新疆巴里坤县兰旗沟临时土质简易机场执行山区草原灭蝗任务,就是由于飞机安全测试不过关而导致飞机起飞时左发动机出现“气喘”现象,导致飞机“停车”故障,幸好机组人员及时发现,排除故障^[11]。加药组负责飞机的加药、加油、飞行时间登记等工作。后勤组负责飞行防治人员的食宿、生活安排、农药的供应等。

6.3.3 加强技术人员的培训。首先,应加强对飞行人员业务素质素质的培训,提高处理各种危机和问题的能力,如对飞行高度和距离的判断、对风的影响的修订、把握好作业转弯时的飞行速度;其次,提高飞行员的安全意识,避免农药中毒或疲劳驾驶;再次,应培养飞行员认真谨慎的精神,有些事故的发生并非飞行员未看到障碍物,而是由于太专注喷药或者反映作业而一时疏忽障碍物的存在,最终导致事故的发生;最后,信号队作业时,排列要整齐,目标要显著,移位行进中避免出现“S”状,杜绝重喷、漏喷现象。

6.4 飞机灭蝗的发展对策 60 年来我国的飞机治蝗取得了巨大成就,有效控制了大量蝗灾,保证了农牧业安全平稳发展。然而,目前飞机治蝗工作仍有一些需改进的地方,如飞机治蝗投入不够、申请程序繁琐、相关服务配套设施不完善和导航手段落后等问题严重制约着我国飞机治蝗向更高层次的发展。

6.4.1 国家应加大政策上的支持。草地蝗虫的暴发造成了严重的农牧业损失。因此,从防灾减灾的战略高度出发,国家应加大对飞机治蝗的投入。目前,我国的飞机治蝗都比较被动,动用的非相关人员多,相应成本很大,效率不高。我国相关部门应成立专业的飞机治蝗队伍,使治蝗减灾工作向专业化、产业化迈进。飞机治蝗工作时间性强,延误会导致更大损失。蝗区将极有可能进一步扩大,飞蝗成灾的可能性也会大大增加。目前我国航空管制的部门和层次多,申请用机繁琐,审批时间长^[12]。用户常因为飞机调度难度大、不及时、飞行服务质量差等原因而不愿采用飞机治蝗,从而一定程度上增大了蝗虫危害。因此,我国应建立专门的飞机治蝗服务体系,精简飞机治蝗程序,通过合适的经营机制提高飞机灭蝗质量。

6.4.2 飞机治蝗应采用高新技术。我国应加强卫星对蝗情的监测,通过卫星图像确定防区,完善草原虫害监测预警体系,做到虫害防治的及时和高效^[13]。多年来,我国飞机施药导航主要依靠人工打红白旗作为信号,该种导航方式不但会使作业区的准确度变差,易造成防治区域的重叠和遗漏,而且动用人力较多,增加防治成本。为提高飞机灭蝗作业效率,需要采用先进的 GPS 导航技术,以提高施药精度和防治效率。河南省在夏蝗飞机防治中使用 GPS 导航的经验表明,卫星导航比人工导航可节省农药 10.8%,减少人力 90%,提高防效 7.6%,使防治作业时间明显缩短^[14]。此外,为了做到飞机治蝗的安全作业、精确防控,我国应大力开发和推广

可以看出,4 种中草药的电导率明显高于对照组,表明 4 种中草药对受试菌的细胞膜具有一定的破坏作用。其中,5 号中草药的抑菌作用与受试菌细胞膜的破坏具有较大关系。

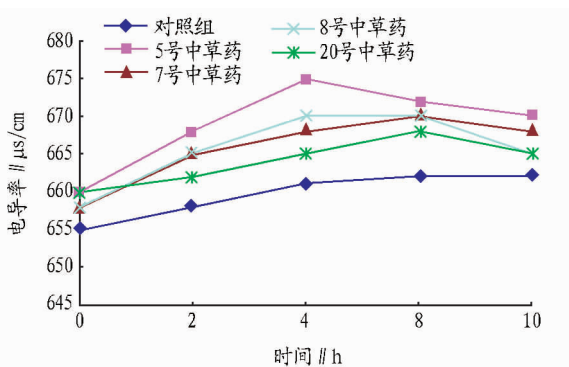


图 2 不同中草药对供试菌细胞膜的影响

3 结论与讨论

试验结果表明,26 种中草药中 5 号大黄、7 号长青叶、8 号甘草、20 号独活和 21 号山萸肉对金黄色葡萄球菌的生长均有抑制作用,其中大黄、长青叶、甘草和独活的抑菌效果较好。大黄的 MIC 值为 1.9 mg/ml, MBC 值为 3.9 mg/ml; 长青叶的 MIC 值为 250 mg/ml, MBC 值为 500 mg/ml, 甘草的 MIC 值为 500 mg/ml, MBC 值为 500 mg/ml; 独活的 MIC 值为 500 mg/ml, MBC 值为 500 mg/ml。

电导率测定结果表明,上述中草药的抑菌作用与它们对受试菌细胞膜的破坏有关。

该试验结果表明,处理组的 OD 值明显低于对照,表明与对照组相比,4 种中草药对金黄色葡萄球菌均有抑制作用,其中 5 号中草药的值最高,表明其抑菌效果最好。19 h 后,处理组和对照的 OD 值达到最高点,然后 OD 值都有所下降。对照组 OD 值下降的原因可能是随着时间的延长,营养物质供应不足造成细胞增殖速度下降同时部分细胞开始凋亡造成的;对照组 OD 值也会下降而且下降幅度会更多。然而,

处理组的 OD 值确有下降,但下降幅度不大,而且与对照组的差异有缩小的趋势。究其原因,可能是因为金黄色葡萄球菌本身具备一定的自我修复能力,从而导致随着时间的延长,中草药的抑菌效果下降的现象。由此可见,试验中筛选出的单一中草药的抑菌能力仍然有限,生产中可考虑通过几种中草药的组配来满足抑菌效果的需要。

该试验结果表明,5 号大黄的抑菌效果非常明显,其 MIC 值为 1.9 mg/ml。从对金黄色葡萄球菌抑制效果来看,大黄已经具有一定的实用价值,同时可以考虑对 5 号大黄的抑菌效果和抑菌机理深入研究,找到其作用位点。这可能有助于提高大黄抑菌的效果并实现产业化。

该试验结果表明,4 种中草药的电导率明显高于对照组,表明 4 种中草药对受试菌的细胞膜具有一定的破坏作用。其中,5 号中草药的抑菌作用与受试菌细胞膜的破坏具有较大关系。8 h 后,对照组和处理组的电导率都有所下降。究其原因,可能是因为金黄色葡萄球菌本身具备一定的自我修复能力,从而导致随着时间的延长,抑菌效果下降。

参考文献

- [1] 何国庆,贾英民,丁立孝. 食品微生物学[M]. 北京:中国农业大学出版社,2009:324-326.
- [2] 陈士林,林余霖. 中草药大典[M]. 北京:军事医学科学出版社,2006:1-525.
- [3] 刘慧. 现代食品微生物学实验技术[M]. 北京:中国轻工业出版社,2006:174.
- [4] 赵启越,刘亚芹. 26 种中草药抑菌试验观察[J]. 牡丹江医学院学报,2000,21(3):35-37.
- [5] 李丽,王捷,柳恩杰. 啮菌恶唑体外抑真菌研究[J]. 农药,2004,43(9):410-411.
- [6] 郭春叶,龚月生,刘林丽,等. 酵母菌生长曲线的测定及其转葡萄糖苷合酶基因重组菌遗传稳定性的检测[J]. 安徽农业科学,2007,35(7):1909-1910.
- [7] TIAN L, SHI H, TIAN S G, et al. Bacteriostasis in Vitro of the Extracts from Rosa laxa Ratz. Fruits[J]. Medicinal Plant,2012,3(8):47-49.
- [8] 王瑞君. 几种中草药对金黄色葡萄球菌体外抑制作用的研究[J]. 现代食品科技,2009(09):1104-1106.

(上接第 1933 页)

遥控飞机甚至无人机的飞机治蝗作业^[15]。

参考文献

- [1] 刘玲,郭安. 2004 年内蒙古草原蝗虫大发生的气象生态条件分析[J]. 气象,2004,30(11):55-57.
- [2] 潘建梅. 内蒙古草原蝗虫发生原因及防治对策[J]. 中国草地,2002,24(6):66-69.
- [3] 侯丰. 飞机灭蝗效益分析报告[J]. 内蒙古草原,1992(4):34-38.
- [4] 李远. 漫谈飞机灭蝗[J]. 航空知识,2002(7):46-47.
- [5] 刘浩升,李耀发. 环渤海蝗区飞机治蝗技术的历史概况与展望[J]. 河北农业科学,2010,14(8):69-71,116.
- [6] 周裕,唐川江,张绪校,等. 采用飞机喷洒 5% 锐劲特悬浮剂防治草地蝗虫的试验报告[J]. 草业科学,2008,25(4):79-81.
- [7] 蔡余万,邱学强,曾新平,等. 飞机喷洒 5% 锐劲特悬浮剂防治草地蝗虫的试验报告[J]. 新疆畜牧业,2001(4):23-24.
- [8] 李丰憬,张有禄,王殿才,等. 飞机超低量喷雾防治草原蝗虫及其效果

观察[J]. 黑龙江畜牧兽医,1993(3):14-15.

- [9] 郭雨溥. 1953 年新疆省飞机治蝗的概况与经验[J]. 农业科学通讯,1954(4):198-200.
- [10] 祁先江. 飞机防治蝗虫注意事项[J]. 农业科技,2007(7):19-20.
- [11] 于伟方. Y-11 型发动机起飞停车事故的原因及预防[J]. 新疆农垦科技,2012(2):33-34.
- [12] 朱恩林. 飞机治蝗进程及发展对策探讨[J]. 植保技术与推广,1998,18(1):37-38.
- [13] 耿继光. 安徽省测防事业的历史、现状及近期发展的几点思考[J]. 安徽农学通报,1998,4(3):22-23.
- [14] 吕国强,王建敏. GPS 技术在河南省治蝗减灾中的开发应用[C]//河南省植保学会第九次、河南省昆虫学会第八次、河南省植病学会第三次会员代表大会暨学术讨论会论文集. 南阳:[出版者不详],2009:202-204.
- [15] 王长生. 同德县飞机超低容量喷雾灭蝗总结[J]. 青海畜牧兽医,1981(1):7-11.