

“2015.9.13”石河子沙尘暴天气过程分析

徐腊梅 (第八师石河子气象局, 新疆石河子 832000)

摘要 利用常规 Micaps 资料和自动站资料, 从环流形势、物理量、数值预报等方面, 对 2015 年 9 月 13 日石河子发生的大风沙尘暴天气过程进行分析。结果表明, 前期升温快、空气土壤干燥, 北方冷空气快速南下, 风力达 6 级以上; K 指数增幅大, SI 指数梯度明显, 大气层结不稳定; 气压梯度大、有深厚强盛的垂直上升运动和冷平流, 这些条件的相互配合有利于沙尘暴天气的发生发展。ECMWF 模式对于大风沙尘暴天气具有更好的指示和预报能力。

关键词 沙尘暴; 环流形势; 物理量; 数值预报; 石河子

中图分类号 S16; P458 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2016)36-0202-04

Analysis of “2015·9·13” Sandstorm Weather Process in Shihezi Region

XU La-mei (Eighth Division Shihizi Meteorological Observatory, Shihezi, Xinjiang 832000)

Abstract By using conventional Micaps data and automatic station data, the sandstorm weather process on September 13, 2015 in Shihezi was analyzed from aspects of circulation situation, physical quantity and numerical forecast. The results showed that fast heating at earlier stage, dry soil, the northern cold air moving southward fast, wind up to 6 above, greatly increase of K index, obvious gradient of SI index, unstable atmospheric stratification, large pressure gradient, vertical ascending motion and deep strong cold advection are conducive to the occurrence and development of sandstorm weather. Indicating and forecasting ability of the ECMWF model is better for the dust storm.

Key words Sandstorm; Circulation situation; Physical quantity; Numerical forecast; Shihezi

沙尘暴是指强风将地面大量尘沙吹起, 使空气混浊, 水平能见度 < 1 km 的天气现象^[1]。有利于产生大风或强风的天气形势, 有利的沙、尘源分布和有利的空气不稳定条件是沙尘暴形成的主要原因。强风是沙尘暴产生的动力, 沙、尘源是沙尘暴物质基础, 不稳定的热力条件有利于风力加大、强对流发展, 从而夹带更多的沙尘, 并卷扬得更高。除此之外, 前期干旱少雨, 天气变暖, 气温回升, 是沙尘暴形成的特殊天气气候背景^[2]。关于大风和沙尘暴的特征、个例和成因等, 已有许多学者进行了研究, 并取得一定的成果^[3-8]。笔者借鉴前人方法, 利用常规 Micaps 资料和自动站资料, 从环流形势、物理量、数值预报等方面, 对 2015 年 9 月 13 日石河子发生的大风、沙尘暴天气进行分析, 探讨当地沙尘暴天气的预报经验。

1 天气实况

9 月 13 日 16:00—21:00 石河子垦区普遍出现 4~5 级偏西风, 伴随扬沙天气, 莫索湾片区风力达 6 级, 出现沙尘暴。大风、扬沙和沙尘暴天气致使空气质量变差, 部分地方停电。傍晚至夜间普降小雨, 南部山区中量, 局部大量。最先出现 5 级大风的 136 团, 14:00 本站气压降至最低, 为 972.5 hPa, 随后升高, 到 18:00 气压升至 975.6 hPa, 4 h 升压 3.1 hPa, 18:20 出现极大风速 15.7 m/s。出现 10 级大风的 147 团 16:00 本站气压最低, 为 962.5 hPa, 到 20:00 升至 968.4 hPa, 21:00 升至 970.4 hPa, 4 h 升压 5.9 hPa, 20:02 出现极大风速 32.8 m/s。垦区 13 日 17:00—20:00 3 h 变压达 5~6 hPa (图 1)。从实况来看, 13 日 16:00 开始气压梯度已经加大, 垦区自西北向东南方向依次出现大风、扬沙天气, 北部出现沙尘暴。姚学祥^[9]研究表明, 强风一般需要达到 6 级 (10 m/s) 才能出现沙尘暴天气。此次沙尘暴天气莫索湾片

区风力均在 6 级以上, 147 团风速达 10 级, 为沙尘的扬起提供了强的风力条件。

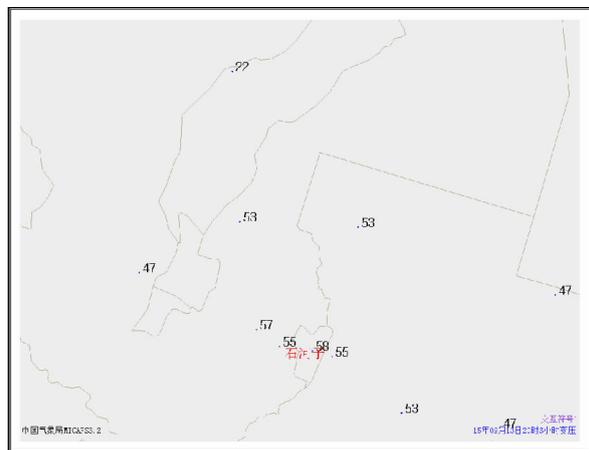


图 1 2015 年 9 月 13 日 20:00 石河子地区 3 h 变压分布

Fig. 1 Three hours change pressure in Shihezi region at 20:00 on Sep. 13, 2015

2 环流形势分析

2.1 500 hPa 高空形势 12 日 20:00, 欧亚范围内为两脊一槽型, 西西伯利亚至威海为深厚的槽区, 新疆位于槽前脊后; 13 日 20:00, 新疆脊东移垮台, 北方冷空气迅速南下至石河子地区, 当地位势高度由 582 dagpm 下降至 578 dagpm。14 日 08:00, 冷空气继续南下, 位势高度降至 570 dagpm。冷空气的快速南下是大风天气暴发的原因之一。

2.2 海平面气压场 13 日 17:00 东欧地区形成 1 035 hPa 的高压中心, 在贝加尔湖地区为 995 hPa 的低压中心, 两地气压差达 40 hPa, 80°~90°E 存在 6 根等压线, 气压梯度大, 石河子地区位于中间, 至 20:00 北疆地区仍维持 6 根等压线 (图 2)。大的气压差为大风沙尘天气的形成提供了动力条件。

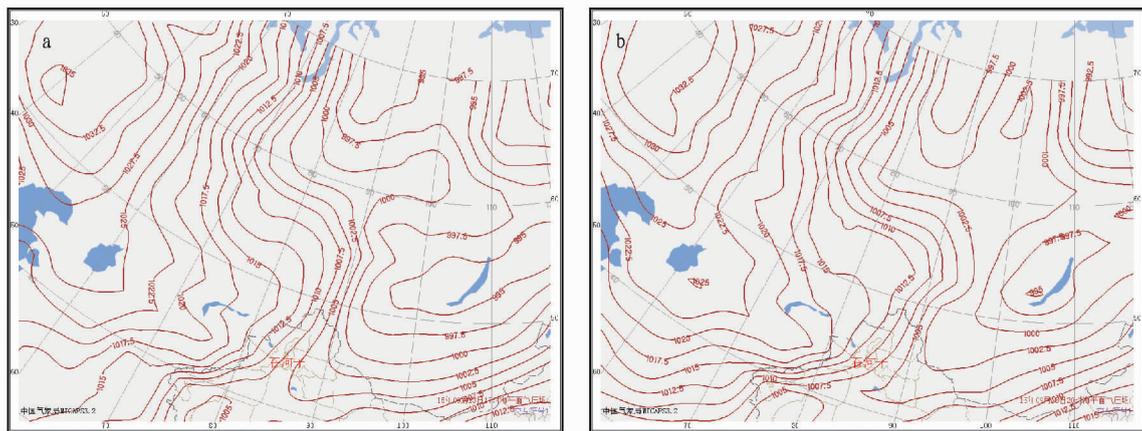


图2 2015年9月13日17:00(a)和20:00(b)海平面气压场

Fig.2 Sea level pressure field at 17:00(a) and 20:00(b) on Sep.13, 2015

2.3 地面形势 此次大风沙尘暴天气主要是偏西路径冷空气造成的,地面图上冷空气从东欧东南下至咸海,再沿偏西方向经过巴尔喀什湖进入北疆,进而影响石河子地区。

3 物理量分析

3.1 热力条件 石河子垦区地处天山北麓中段、古尔班通古特大沙漠南缘,石河子北部的莫索湾片区紧邻沙漠,加之前期升温较快,7 d内最高气温由24℃升至32℃,致使大气和土壤干燥,为此次沙尘暴出现提供了沙源条件和特殊的气候背景。出现大风和沙尘暴的前1 d和当天,石河子垦区的最高气温大部都在30~34℃。从不稳定条件来看,12日20:00 K指数大值中心位于巴尔喀什湖至咸海之间,中心值为31℃;13日08:00东移南下,中心位于南疆西部和新疆北部的西西伯利亚地区,中心值分别为29和27℃,13日20:00南北两中心打通东移,中心值为30~31℃。24 h内石河子地区 K指数由12℃上升至24℃。SI指数正值区域与负值区域梯度明显(图3),这种大气层结的稳定到不稳定的快速变化有利于大风沙尘暴天气的形成与加强。

3.2 垂直速度 13日14:00石河子地区500~850 hPa均为上升运动区,500 hPa的负中心位于新疆西北国境线附近,数值达 -1.92 Pa/s ,700 hPa达 -1.32 Pa/s ,850 hPa为 -0.36 Pa/s (图4);20:00300 hPa石河子地区大部也为上升运动

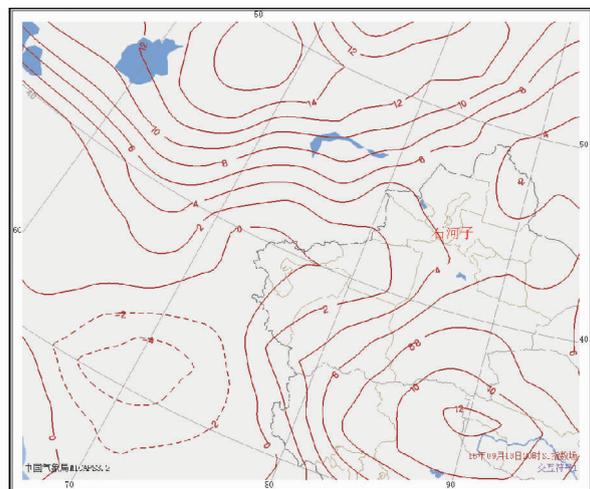


图3 2015年9月13日20:00石河子地区SI指数场分布

Fig.3 SI index field distribution in Shihezi area at 20:00 on Sep.13, 2015

区,500 hPa以下的上升运动区向东南方向移动,500 hPa中心区位于阿拉山口附近,中心值为 -0.72 Pa/s ,700和850 hPa克拉玛依已转为下沉运动,主要的上升运动区从西北向东南方向刷过莫索湾地区,该地区850 hPa垂直速度达 -0.36 Pa/s ,造成莫索湾地区的大风和沙尘暴天气。

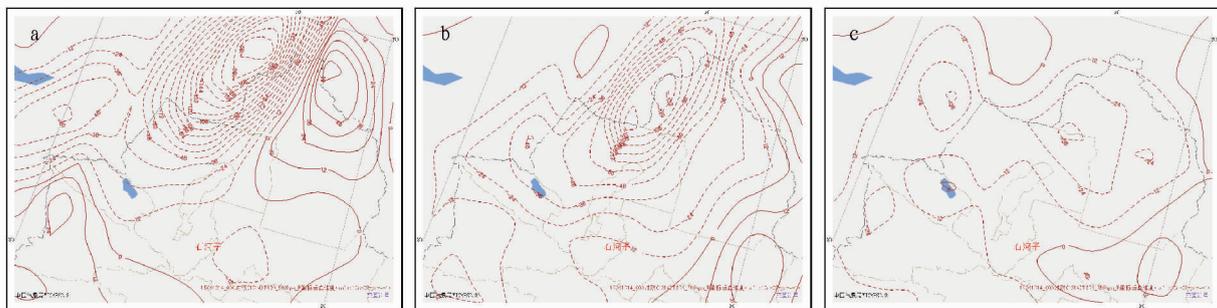


图4 2015年9月13日14:00 500 hPa(a)、700 hPa(b)和850 hPa(c)垂直速度分布(单位: 10^{-2} Pa/s)

Fig.4 500 hPa(a), 700 hPa(b) and 850 hPa(c) vertical velocity at 14:00 on Sep.13, 2015

3.3 温度平流 从300~850 hPa温度平流来看,大风沙尘暴天气来临之前,石河子垦区高低空均处于弱的冷平流控制。12日20:00,500~850 hPa冷平流中心位于巴尔喀什湖

西北至北部,500、700、850 hPa的中心值分别为 -23×10^{-5} 、 -30×10^{-5} 、 $-35 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C/s}$ 。13日20:00,300~850 hPa冷平流加强,300~500 hPa $-20 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C/s}$ 的冷平流中心已位于

新疆北国境线附近,700 hPa 冷中心为 $-30 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C/s}$,850 hPa 冷平流东移进入阿勒泰地区,中心强度加强至 $-50 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C/s}$,且冷平流区域已覆盖整个北疆地区。石河子地区冷平流数值在 $-20 \times 10^{-5} \sim -30 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C/s}$,莫索湾片区达 $-30 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C/s}$ 。从整层温度平流可以看出,低层 850 hPa 冷空气最先影响垦区,之后是 700,500 和 300 hPa,且冷平流中心 850 hPa 明显超前于 500 和 700 hPa,冷平流区域南伸至北疆天山山区。整层大气斜压性较好。中低层较强的冷平流也是此次过程出现大风的重要热力机制之一。

4 数值预报检验

4.1 海平面气压场 从 ECMWF 和 T639 数值预报模式预报的 9 月 13 日 20:00 海平面气压场(图 5)可以看出,ECMWF 和 T639 与实况高压中心位置和等压线均基本吻合,ECMWF 高压中心面积与实况相对于 T639 更准确,T639 1 008 hPa 等压线位置较 ECMWF 更接近实况。2 种模式在蒙古国均预报了 1 008 hPa 的低压中心,而实况没有。总体来看,ECMWF 较 T639 预报的高压中心强度和冷空气南伸幅度更强更大,均比实况略强。

4.2 风场 从 EC 细网格 10 m 风场预报(图 6a)来看,13 日 14:00 石河子垦区北部和西部风速略有加大,风速普遍为 4 m/s;17:00 石河子垦区炮台和莫索湾片区风速已加大至 10 ~ 12 m/s,大部分地区已出现 5 级大风;20:00,风速东南下传,莫索湾片区风速在 12 ~ 14 m/s,炮台风速减小至 8 m/s,

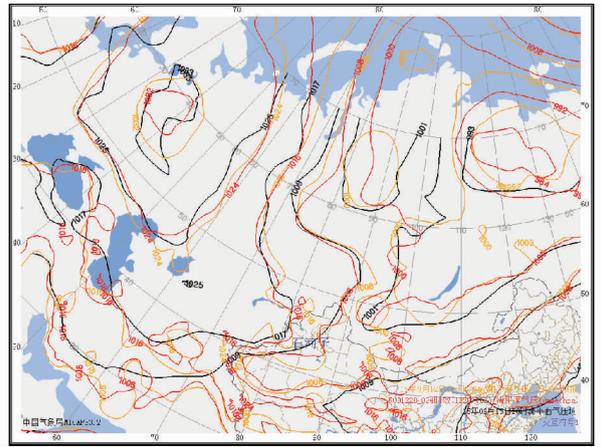
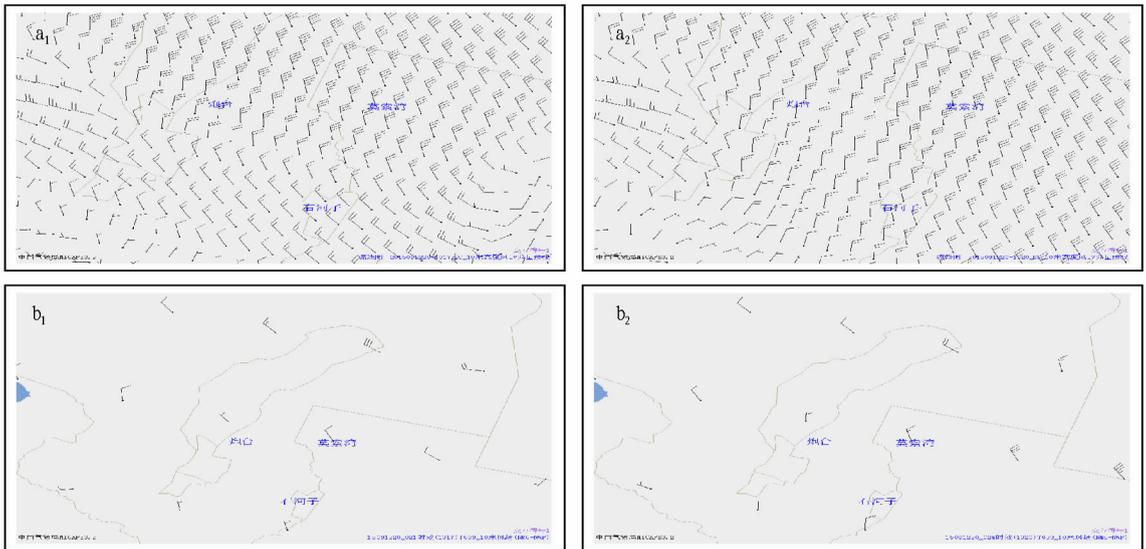


图 5 2015 年 9 月 13 日 20:00 ECMWF 和 T639 海平面气压预报场与实况对比(单位: hPa)

Fig. 5 Comparison of ECMWF and T639 sea level pressure forecasting field with actual situation at 20:00 on Sep. 13, 2015

石河子增大至 8 m/s。17:00—20:00 莫索湾出现了 6 级以上大风并出现沙尘暴,石河子风速达 5 级,出现扬沙天气。23:00 风速明显减弱。从 T639 模式 10 m 风场预报(图 6b)来看,13 日 14:00 风速很小,基本为静风,17:00 风速普遍加大至 4 m/s,20:00 莫索湾增大至 6 m/s。2 种模式与实况相比较,大风出现的时间较为对应,但 T639 模式风速预报明显偏小,EC 细网格的风场预报更具有好的指导意义。



注: a₁、b₁ 为 13 日 17:00; a₂、b₂ 为 13 日 20:00。

Note: a₁、b₁: 17:00 on Sep. 13; a₂、b₂: 20:00 on Sep. 13.

图 6 EC(a)和 T639(b)模式对 2015 年 9 月 13 日 17:00 ~ 20:00 10 m 风场预报

Fig. 6 Wind field prediction at 10 m height during 17:00 ~ 20:00 on Sep. 13, 2015 by EC (a) and T639 (b)

5 结论

(1) 此次沙尘暴天气是由新疆脊衰退、北方冷空气快速南下造成的。加之前期升温较快,空气和土壤干燥,地表沙尘极易扬起引起沙尘暴天气。

(2) 24 h 之内 K 指数上升 12 $^\circ\text{C}$,SI 指数正值区域与负值区域梯度明显,大气层结的稳定到不稳定的快速变化有利于

大风沙尘暴天气的形成及加强。

(3) 80° ~ 90° E 囊括石河子垦区的区域存在 6 根等压线,气压梯度大,易生成大风沙尘天气。

(4) 高低空维持强的上升运动,850 hPa 垂直上升运动速度 > -0.36 Pa/s;整层大气斜压性好,850 hPa 冷平流达 $-30 \text{ } ^\circ\text{C/s}$ 。

(5) ECMWF 和 T639 模式对于气压场和风场均具有较好的预报能力,其中 ECMWF 模式在风速预报上较 T639 模式更准确。当 10 m 风速达 8 m/s 时,地面将出现 5 级大风;当 10 m 风速超过 12 m/s 时,地面将出现 6 级以上大风天气。

参考文献

- [1] 中国气象局. 地面气象观测规范[M]. 北京:气象出版社,2003.
 [2] 朱乾根,林锦瑞,寿绍文,等. 天气学原理和方法[M]. 3 版. 北京:气象出版社,2000.
 [3] 陈天宇. “2015.6.9”和田沙尘暴天气分析[C]//丝绸之路气象科技学术研讨会暨新疆气象学会 2015 年学术年会论文集. 昌吉:[出版者不

- 详],2015.
 [4] 刘海涛,何清,杨新林,等. 新疆和田“2010.3.12”区域性黑风能量及不稳定条件分析[J]. 沙漠与绿洲气象,2012,6(1):10-14.
 [5] 赵庆云,张武,吕萍,等. 河西走廊“2010.04.24”特强沙尘暴特征分析[J]. 高原气象,2012,31(3):688-696.
 [6] 姚云果,陈韶华,谢东,等. “3.14”沙尘暴个例分析[J]. 内蒙古科技与经济,2009(7):10-11.
 [7] 陈伟斌,陈见,赵金彪,等. 一次飊线大风天气过程成因分析[J]. 气象研究与应用,2015,36(1):14-19.
 [8] 曹玲,董安祥,张德玉,等. 河西走廊春季大风、沙尘暴的成因差异初探[J]. 气象科技,2005,33(1):53-57.
 [9] 姚学祥. 天气预报技术与方法[M]. 北京:气象出版社,2011.

(上接第 180 页)

生长量高于人工饲料。

2.4 草间钻头蛛产卵情况 由表 5 可知,草间钻头蛛产卵前后期随着产卵次数的增加而缩短。从交配到产第 1 个卵

囊间隔历期最长,以后产卵间隔历期在 3 d 左右。因此,用玻璃指管培养草间钻头蛛,其产卵量有所下降。在室外适宜的温湿度条件下,草间钻头蛛的孵化率为 96.9%。

表 4 喂食不同饲料对草间钻头蛛亚成蛛生长量的影响

Table 4 Effects of feeding with different feeds on the growth of *Hylyphantes graminicola* sub-adult

食物种类 Food kind	蜘蛛数量 The amount of <i>Hylyphantes graminicola</i> //头	喂前重量 The weight before feeding // mg	喂后重量 The weight after feeding // mg	体重增长量 Weight increase // mg
果蝇 Fruit fly	18	1.42 ± 0.77	2.53 ± 1.10	1.11 ± 0.88 a
棉铃虫 Cotton bollworm	20	1.26 ± 0.58	2.55 ± 1.37	1.29 ± 1.04 ab
灰飞虱 Rice planthopper	16	1.17 ± 0.59	1.83 ± 0.68	0.67 ± 0.56 bc
人工饲料 Artificial feed	16	1.24 ± 0.51	1.38 ± 0.51	0.14 ± 0.73 c

注:同列不同小写字母表示不同处理间在 0.05 水平差异显著。

Note: Different lowercases at the same column indicated that there was significant difference at 0.05 level.

表 5 草间钻头蛛 F₁ 代产卵前历期

Table 5 The duration of *Hylyphantes graminicola* F₁ generation before spawning period

产卵次数 Spawning times	产卵前历期 The duration before spawning period		
	最大值 The Maximum	最小值 The minimum	平均值 Average
第 1 次 First	10	4	6.62 ± 1.56 a
第 2 次 Second	8	1	3.74 ± 1.55 b
第 3 次 Third	7	1	3.77 ± 1.32 b
第 4 次 Fourth	6	1	3.32 ± 1.49 bc
第 5 次 Fifth	5	1	2.29 ± 0.30 bc
第 6 次 Sixth	4	2	2.88 ± 0.86 bc
第 7 次 Seventh	4	1	2.50 ± 1.22 c

注:同列不同小写字母表示不同处理间在 0.05 水平差异显著。

Note: Different lowercases at the same column indicated that there was significant difference at 0.05 level.

3 结论与讨论

试验结果表明,降低一定的温度有减缓蜘蛛生长的作用,而升高一定的温度可以促进蜘蛛的生长。草间钻头蛛生长的最适温度有待进一步研究。因此,在草间钻头蛛实验室培养过程中,幼蛛的培养需及时补充水分和食物。因幼蛛不能捕食个体较大的食物,该研究用果蝇的幼虫或棉铃虫 3 龄以下的幼虫饲喂,效果较好。试验观察发现,试验初期蜘蛛多不捕食食物,原因可能是刚换玻璃指管,蜘蛛对环境还不适应,也可能是第 2 天有些蜘蛛出现暴食现象,将果蝇全部吃光。3 龄以上棉铃虫个体远比蜘蛛大,相当于蜘蛛的 5 倍体积,蜘蛛多不捕食个体大的棉铃虫,又因 3 龄以上棉铃虫

有自残习性,所以棉铃虫组喂的食物为 3 龄幼虫。试验中还发现,喂食人工饲料的蜘蛛体重增加量极少,有的甚至不增加,这可能与人工饲料是静止的,而蜘蛛的视力极差,不能捕食静止的食物有关。用玻璃指管饲养的草间钻头蛛孵化率有所增加,但孵化率增加的机制有待进一步研究。

草间钻头蛛的室内饲养具有一定的可行性,对繁育及饲养条件的优化有利于提高草间钻头蛛的繁殖和存活率,为饲养释放研究奠定基础。草间钻头蛛在控制害虫和发展无公害农业中可发挥重要作用。

参考文献

- [1] NYFFELER S N M, BENZ P G. Spiders in natural pest control: A review [J]. Journal of applied entomology, 1987; 103(1/2/3/4/5): 321-339.
 [2] 王洪全,颜亨梅,杨海明. 中国稻田蜘蛛群落结构研究初报[J]. 蛛形学报, 1999, 8(2): 95-105.
 [3] 赵敬钊. 中国棉田蜘蛛名录(一)[J]. 蛛形学报, 1992, 1(1): 23-30.
 [4] 王洪全,周家友,李发荣,等. 草间小黑蛛 (*Erigonidium graminicolum* Sundevall, 1829) 的生物学研究[J]. 湖南师范大学自然科学学报, 1980(1): 54-66.
 [5] 陈毓祥. 草间小黑蛛生物学特性及其保护利用[J]. 贵州农业科学, 1983(3): 55-59.
 [6] 王玺,贾京京,张一帆,等. 8 种水稻田常用杀虫剂对 2 种天敌蜘蛛的室内安全性评价[J]. 南京农业大学学报, 2013, 36(3): 53-58.
 [7] 李实福,邹汉玄. 草间小黑蛛生物学特性的初步研究[J]. 动物学杂志, 1985(5): 1-3.
 [8] 王士军,李文香,杨雅仙. 草间小黑蛛人工饲料研制方法的新突破[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(7): 4024-4025, 4028.
 [9] 赵敬钊,周汉春. 草间小黑蛛人工饲料研究初报[J]. 昆虫天敌, 1983, 5(1): 27-28.