

生命科学学院 2012 级长白山野外综合实习报告



长白山地区蚂蚁觅食行为及觅食路径研究

指导老师：马丽滨

小组成员：许阳春 唐 婕 姜雅君 孙东梅

姚孟维 黄 琪 魏延南

实习时间：2014 年 7 月 1 日—2014 年 7 月 11 日

中国·长春

二〇一四年七月

长白山地区蚂蚁觅食行为及觅食路径研究

许阳春, 唐婕, 姜雅君, 孙东梅, 姚孟维, 黄琪, 魏延南,

马丽滨*

(东北师范大学生命科学学院, 吉林, 长春 130024)

摘要: 实验从两方面进行: 1. 探究蚂蚁的觅食行为, 文章研究了露水河地区几种常见蚂蚁的自然取食行为; 2. 探究蚂蚁的觅食路径是否存在规律。结果表明: 1. 不同种蚂蚁的取食倾向不同, 它与蚂蚁对蛋白质及碳水化合物的需求有关; 2. 蚂蚁搬运回巢的食物一般为固态物体, 而对液态食物则就地取食; 3. 蚂蚁的获得食物后, 其回巢路线无明显规律, 但在合作搬运食物回巢的过程中, 会有单只蚂蚁进行探路, 其行走路线呈圆圈状; 4. 蚂蚁的觅食路径受对地势、天敌、遮蔽物及其对食物的偏好等因素影响。

关键词: 蚂蚁; 食性; 觅食行为; 觅食路径

1. 前言

蚂蚁是地球上分布最广、种类和数量最多的社会性昆虫, 是生态系统的重要组成部分之一。它们的取食行为与生态系统关系密切, 既是生态系统中的初级消费者, 又是高级消费者, 一些蚂蚁能捕食多种害虫, 控制害虫发生, 但有些种类危害作物生长。研究蚂蚁的觅食行为, 可以为合理利用其有益种类, 防治其有害类群提供理论依据^[1]。

有关蚂蚁取食行为的研究已有一些成果。陈益、唐觉在研究鼎突多刺蚁 *Polyrhachis dives* Smith 的取食习性时发现它们除取食蚜和蚧的分泌物、小型昆虫活体或大型昆虫尸体外, 还取食脊椎动物, 如鸟类和鼠类等的尸体, 以及一些动物的粪便^[2]。关于蚂蚁的觅食方式, 主要有简单合作觅食、小组觅食和集体觅食三种。另外, 有些蚂蚁自己不觅食, 而靠抢劫其它蚂蚁的食物; 或者寄生在其它种类的巢内偷盗食物; 或者偷食其它种类蚂蚁的卵和幼虫, 将其抚育为蚁奴, 甚至捕获其它种类的成蚁并役使其为自己觅食^[3]。

最新的蚂蚁觅食路径研究提示, 蚂蚁能够将“几何信息学”有效的应用在路径识别上^[4]。蚂蚁的“识路”过程中, 化学信息发挥着重要作用^[4]。当蚂蚁觅食或回巢途中, 常会释放气味信息素标识行进轨迹(当行进路线出现一定角度的转弯, 它们会释放气味作为路口路标, 同时暗示是否有食物源存在, 或仅是普通的路口)^[5]。法老蚁 *Monomorium pharaonis* L. 的研究发现, 蚂蚁辨别方向时利用的是反向轨迹^[6]。反向轨迹是指满载而归的蚂蚁在返回

蚁巢时，只要按照与出来时相反的角度便能循路而归。通常在轨迹的交叉点，蚂蚁会发现两条大约呈 30 度角的轨迹（想象路径为一个大大的 Y，一只蚂蚁从巢穴——Y 的下部——向外爬行）。由此，当蚂蚁们从蚁穴出发时，只要沿着那些事先标好角度的特殊路径行进，就一定能够找到食源，而当满载返巢时，只要根据这个夹角就能按照相反的角度循路而归^[6]。

2. 材料与方法

2.1 实验生境

实验在吉林省白山市抚松县露水河镇进行。露水河地处中纬度内陆山区，位于长白山下，属北温带东亚季风气候。冬季漫长、寒冷，夏季多雨、气温潮热，春秋两季干燥，无霜期 110 天左右，属典型的长白山地带气候。实验选取的地点是红松林种子园。红松林种子园人为干扰程度较强，形成了一个比较稳定的人为干扰群落。本实验以长白山地区种常见蚂蚁为研究对象，它们包括：日本弓背蚁 *Camponotus japonicus* Mayr、铺道蚁 *Tetramorium caespitum* L. 及玉米毛蚁 *Lasius alienus* Foerster。实验通过该 3 种蚂蚁对 8 种不同食物的搜集时间来比较它们对食物选择的倾向性。

2.2 实验材料

供试的诱饵包括：熟鸡蛋、米饭、饼干、馒头、黄瓜、蛋糕、香肠、糖。

2.3 实验方法

2.3.1 巢穴蚂蚁研究

本实验通过诱饵引诱法，研究了长白山地区常见蚂蚁的觅食行为及觅食路径。以一个半径为 0.5 米的圆环套住被研究蚁穴，并以蚁穴为中心，将熟鸡蛋、虫体（死亡）、馒头、米饭、饼干等食物各取等量作为诱饵，分别离圆心相等距离放置在圆环内侧并紧靠圆环。实验在种子园附近的草丛、溪水、房屋等附近的蚂蚁巢设置了多个取样点。放下诱饵后，用秒表计时并记录第一只蚂蚁的时间，以及发现诱饵后召集 10 只同伴进行取食的时间，并记录诱饵取食的顺序（仅记录了蚂蚁取食的食物，蚂蚁首次发现诱饵如未取食，则不记录）^[7]。数据记录见表 1。

2.3.2 觅食路径的研究

跟踪觅得食物的蚂蚁的返巢路径，用细线模仿其返巢轨迹，获得多只蚂蚁的返巢路径后，综合分析其返巢的路径的规律及其受什么因素影响。

3. 结果与分析

3.1 觅食行为

3.1.1 对蚂蚁食性的分析

我们选取了香肠，鸡蛋，饼干，蛋糕，黄瓜，饱和白砂糖水作为诱导食物，并且经过对食品包装上蛋白质，碳水化合物含量的记录及其他有关资料的查阅^[8]，得到这几种诱导食物的蛋白质与糖类含量百分比，如图 1。

图 1. 几种诱导食物的蛋白质，糖类含量百分比的曲线图

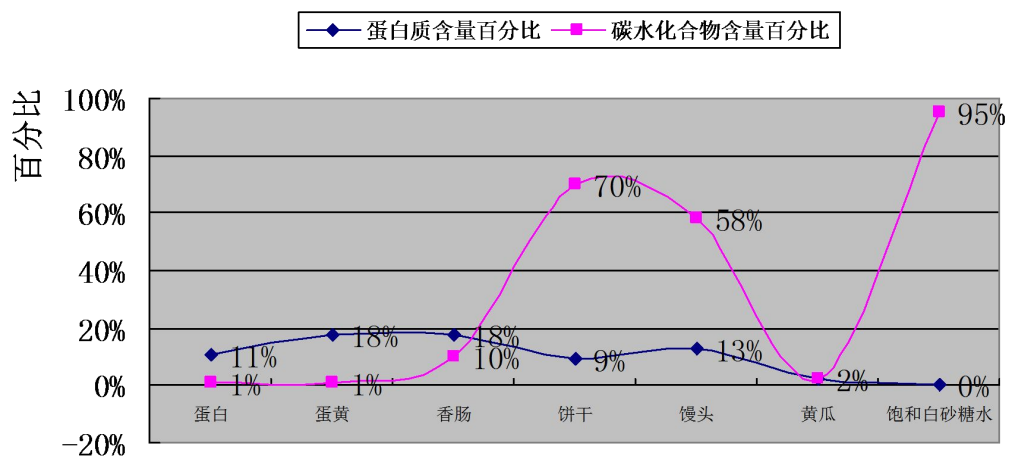


表 1 记录的是在等量不同种引诱食物诱导条件下的搜寻时间和召集时间，并作出有关于搜寻时间和各种诱导食物的曲线图，将该折线关于某一 $y=m$ (m 指的是在 y 坐标轴上任选的一点) 的直线做对称图像，并将该对称折线图与图 1 相关性分析 (若蚂蚁的食性是喜食蛋白质丰富的，则食物的蛋白质含量越高，搜索时间越短，将搜索时间曲线做对称图像，对称图像的走向与搜索时间图像的走向是相反的，则我们可以做对称图像与蛋白质含量曲线趋向的相关性分析，可得其对称图像对应的数据与蛋白质含量的大小呈正相关)，使用 SPSS 软件得出结果进行蚂蚁食性的分析。

表 2 可以看出，比较搜索时间的对称数和食物中蛋白质含量的相关性，显著性分析结果为极其显著，而搜索时间对称数值与食物中碳水化合物含量相关性较低，因此推测铺道蚁倾向于取食和储藏蛋白质含量较高的食物。

表 1. 蚂蚁对不同诱导食物的搜索和召集时间（单位：秒）

	蚁穴编号	觅食能力	蛋白	蛋黄	香肠	饼干	馒头	黄瓜	饱和糖水
日本弓背蚁 <i>C. japonicus</i>	①	搜索时间	61	37	38	32	14	115	168
		召集时间	753	227	97	165	528		
	②	搜索时间	43	29	34	41	20	227	135
		召集时间	503	198	87	154	507		
	③	搜索时间	63	37	45	17	23	190	155
		召集时间	687	203	86	154	565		
铺道蚁 <i>T. caespitum</i>	④	搜索时间	486	336	324	642	552	887	380
		召集时间			965	1100	901		
	⑤	搜索时间	562	458	483	729	593		297
		召集时间			665	1345	1200		
玉米毛蚁 <i>L. alienus</i>	⑥	搜索时间	1670	1285	990	863	1025		770
		召集时间	2285	1856	1550	1664	1780		
	⑦	搜索时间	1548	1043	956	657	1567	1867	680
		召集时间	2165	1345	1545	1874	1759		

表 2a. 对铺道蚁搜索时间的对称曲线图与蛋白质含量曲线图进行趋向相关性分析（spss 软件处理）

		蛋白质含量	对称搜索时间
蛋白质含量	Pearson 相关性	1	.978**
	显著性（双侧）		.001
	N	6	6
搜索时间对称数值	Pearson 相关性	.978**	1
	显著性（双侧）	.001	
	N	6	6

** . 显著相关

图 2. 铺道蚁 *T. Caespitum* 搜索时间图像及对称图像

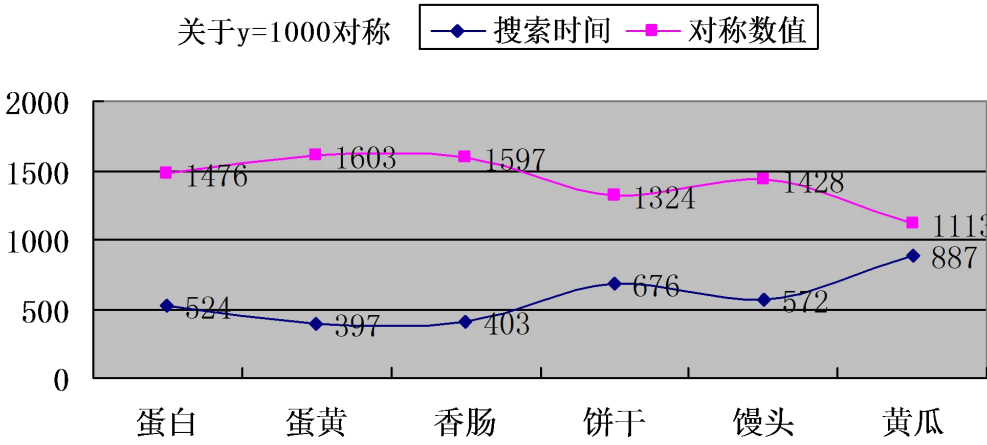


表 2b. 对铺道蚁搜索时间的对称曲线图与碳水化合物含量曲线图进行趋向相关性分析（spss 软件处理）

		碳水化合物含量	搜索时间对称数值
碳水化合物含量	Pearson 相关性	1	-.194
	显著性（双侧）		.712
	N	6	6
搜索时间对称数值	Pearson 相关性	-.194	1
	显著性（双侧）	.712	
	N	6	6

表 3a. 对日本弓背蚁搜索时间的对称曲线图与蛋白质含量曲线图进行趋向相关性分析（spss 软件处理）

		蛋白质含量	搜索时间对称数值
蛋白质含量	Pearson 相关性	1	.755
	显著性（双侧）		.083
	N	6	6
搜索时间对称数值	Pearson 相关性	.755	1
	显著性（双侧）	.083	
	N	6	6

图 3. 日本弓背蚁 *C. japonicus* 时间图像及对称图像

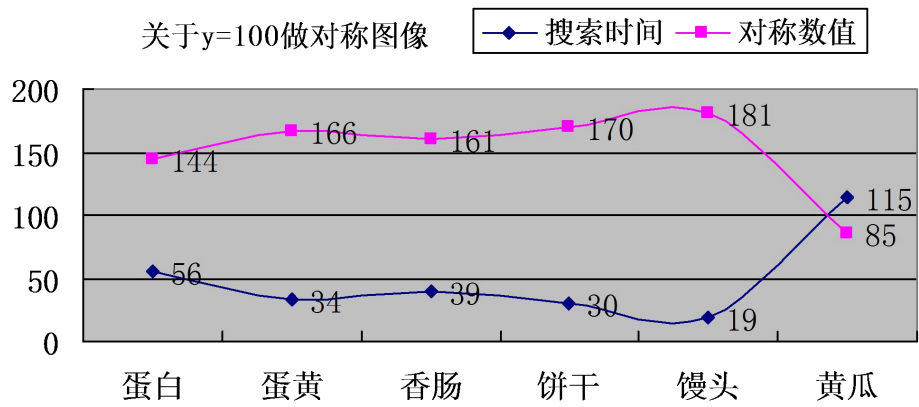


表 3b. 对日本弓背蚁搜索时间的对称曲线图与碳水化合物含量曲线图进行趋向相关性分析 (spss 软件处理)

		碳水化合物含量	搜索时间对称数值
碳水化合物含量	Pearson 相关性	1	.542
	显著性 (双侧)		.267
	N	6	6
搜索时间对称数值	Pearson 相关性	.542	1
	显著性 (双侧)	.267	
	N	6	6

表 4a. 对玉米毛蚁搜索时间的对称曲线图与蛋白质含量曲线图进行趋向相关性分析 (spss 软件处理)

		蛋白质含量	搜索时间对称数值
蛋白质含量	Pearson 相关性	1	.755
	显著性 (双侧)		.083
	N	6	6
搜索时间对称数值	Pearson 相关性	.755	1
	显著性 (双侧)	.083	
	N	6	6

图 4. 玉米毛蚁 *Lasius alienus* (Foerster)时间图像及对称图像

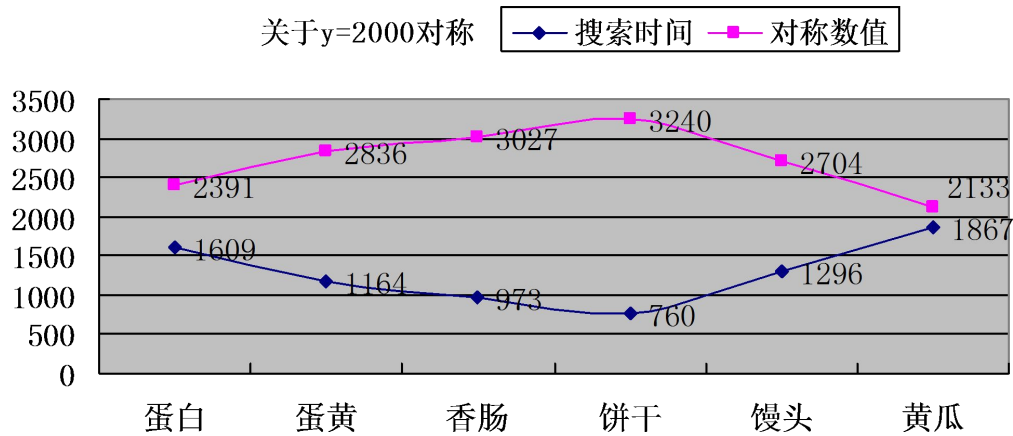


表 4b. 对玉米毛蚁搜索时间的对称曲线图与碳水化合物含量曲线图进行趋向相关性分析 (spss 软件处理)

		碳水化合物含量	搜索时间对称数值
碳水化合物含量	Pearson 相关性	1	.565
	显著性 (双侧)		.243
	N	6	6
搜索时间对称数值	Pearson 相关性	.565	1
	显著性 (双侧)	.243	
	N	6	6

由上可以看出, 日本弓背蚁 *C. japonicus* 和玉米毛蚁 *L. Alienus* 的搜索时间对称数与蛋白质, 碳水化合物含量相关性不显著. 说明日本弓背蚁 *C. japonicus* 和玉米毛蚁 *L. alienus* 并不对高蛋白或高糖类食物有明显倾向. 据此推测日本弓背蚁 *C. japonicus* 和玉米毛蚁 *L. alienus*.

同时, 我们通过对蚂蚁觅食行为的观察, 可以看出其倾向于将固态食物搬运回巢穴, 而就地取食液态食物, 并作出以下猜想: (1) 由于两类食物的物态不同, 固态食物可以长期储存, 液态食物不易储存, (2) 固态食物更加适合搬运, 而液体运输效率低甚至无法搬运; (3) 在食物较为充足的情况下, 铺道蚁倾向于选择能量高的食物搬回巢中以为寒冬储存粮食. 而对于糖类则不选择搬运贮藏, 而是就地取食。

3.2 觅食路径

3.2.1 单只蚂蚁觅食路径

我们对找到食物后返巢的蚂蚁进行跟踪及路径定位，每一条线代表一条路径，得到多只蚂蚁的返巢图，如图 5:



图 5. 对返巢蚂蚁进行跟踪和路径定位的实验照片
(三角形处为食物所在位置，五角星处为蚁巢位置)

如该图所示，经过多次试验后，我们发现蚂蚁在陆地平面上的觅食路线没有明显的规律，或者说，蚂蚁的觅食路径是受多方面条件制约的，如：我们发现，在地势呈陡坡时，处于低地势的蚂蚁往往不会向高地势方向觅食，即便高地势有对其吸引力很高的食物。又如：蚂蚁在趋向于平坦易于搬运食物的地面的同时也倾向有枯枝，落叶等可以遮蔽身体和食物的环境，以利于自身的安全和食物的搬运。因此，在其行进的小范围内，蚂蚁的行迹规律是受多方面因素制约的，而对于整体的觅食行径来说，其范围更大，所处环境复杂，并无明显的规律可言。

3.2.2 多只蚂蚁合作搬运觅食路径

我们在观察中发现，一大块食物在由多个蚂蚁合作搬运时，在行进过程中，总是有其中一只蚂蚁在前方先行探路（行走路线成圆圈状），而其他蚂蚁在原来位置不动，等待探路蚂蚁回到原位置时，在合作搬运食物到探路蚂蚁事先确定安全的地带，等待下一只蚂蚁

继续向前探路，反复多次，直至到达巢穴。根据观察到的觅食路径，我们画出其路径简图，模拟路径图如图 6 所示。

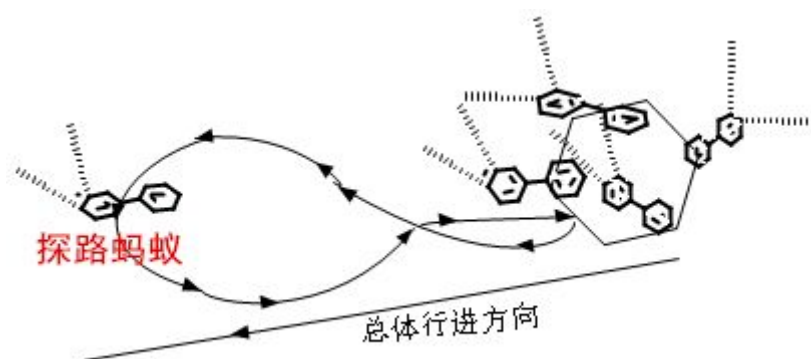


图 6. 多只蚂蚁合作搬运食物时探路蚂蚁的路径简图

3.2.3 影响蚂蚁觅食路径的因素

我们通过观察和分析，总结出可以影响蚂蚁觅食路径的几点因素，如下：

(1) 食物种类

我们通过在距离蚁穴口一厘米处投放其喜食的香肠，得到如图 7 现象，而投放黄瓜则无此现象，从而得出结论：在第一只蚂蚁搜索到它们喜好的食物后，会召集大量的蚂蚁加入对该食物的搬运，从而放弃或减少对其他地区食物的搜寻，并改变其觅食路径。但其改变路径的程度是受对该诱导食物的喜好程度和诱导食物距离巢穴的距离决定的。



图 7. 大量蚂蚁对洞口的香肠进行搬运

(2) 地势

我们通过多次实验发现，在蚁穴处于地面坡度较大的区域时，蚂蚁趋于向地势低的方向进行食物的搜索，在距蚁穴等距的地势高和地势低的地方分别投放同种等量食物，可以得到如图 8 现象，因此地势也可以影响蚂蚁的觅食路径。

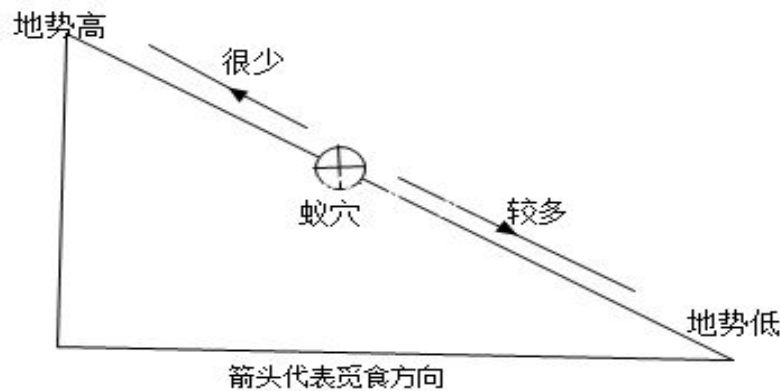


图 8. 在高低两种不同地势下蚂蚁的觅食路径

(3) 天敌

动物具有趋利避害的特点，在天敌出现在蚂蚁的觅食范围内时蚂蚁为躲避天敌的捕食，会减少对天敌所处方向的食物搜索，从而改变觅食路径。

(4) 遮蔽物

蚂蚁趋向于走枯枝败叶覆盖的草地，我们通过观察同种处于不同地理环境的蚁穴中的蚂蚁发现，往往在有大量遮盖物的地方的蚂蚁的活动能力更高，并且活动范围也更大。

4. 讨论

从以上对蚂蚁觅食时搜索时间的探究以及在其他多个蚁穴的观察，我们可以间接观察到不同种类蚂蚁的取食倾向与筑巢环境的关系。铺道蚁 *T. caespitum* 于土壤中或覆盖物下营巢，多数种类是腐食或捕食者，取食新鲜或死的节肢动物或其他食物；日本弓背蚁 *C. japonicus* 在地下筑巢，多分布在稀林、林缘、路边及林缘空地，工蚁主要取食其他昆虫，蜜露和植物腺体分泌物；玉米毛蚁 *L. alienus* 生活于空地、草地或林内，在地下、石块下或树段内筑巢，嗜食根蚜及地表植物和树木上蚜虫分泌物，还取食植物的花及其蜜腺。同时，蚂蚁在合作搬运食物时都有“圈形探路”情况的出现，一只蚂蚁先行探路，其余蚂蚁保护食物，说明蚂蚁群体有极好的分工合作精神。蚂蚁反巢的总体路径受多个因素影响，其中地形坡度，食物吸引力，天敌分布对其有主要影响，并且其具有趋隐蔽性，倾向走易于隐

藏自身的（如枯枝，落叶下）环境。

通过对蚂蚁的食性和觅食路径的研究，可以更好地了解其取食的方式和机制，更准确地评价它们在生态系统中的功能和地位，为蚂蚁物种的保护提供理论基础，为人工饲养红蚂蚁时的环境的要求提供借鉴，为合理开发和利用蚂蚁资源提供科学依据和资料积累。

参考文献：

- [1], [3] 李秋霞, 贺达汉, 长有德, 刘丽丹. 蚂蚁取食行为研究概况[J]. 宁夏农学院学报, 2000, 20(2): 94-97.
- [2] 陈益, 唐觉. 鼎突多刺蚁取食习性的观察[J]. 浙江大学学报, 1989, 15(2): 293- 298.
- [4], [5], [6] Duncan E. Jackson, Mike Holcombe & Francis L. W. Ratnieks. Trail geometry gives polarity to ant foraging networks[C]. Nature, 2004, 907-909.
- [7] 王敏生, 肖刚柔, 吴坚. 中国铺道蚁属(膜翅目: 蚁科). 昆虫研究[J]. 林业科学研究, 1(3): 264-274.
- [8] 王光亚. 中国食物成分[Z]. 北京大学医学出版社, 2009.