张祖芸,杨若鹏,苗春辉,等. 广西中蜂与云南中蜂杂交子代形态学测定及杂交优势分析[J]. 江苏农业科学,2018,46(2):116 – 119.
doi:10.15889/j.issn.1002 – 1302.2018.02.032

广西中蜂与云南中蜂杂交子代形态学测定及杂交优势分析

张祖芸[1,2], 杨若鹏[3], 苗春辉[1], 张学文[1], 余玉生[1], 王艳辉[1]
(1. 云南省农业科学院蚕桑蜜蜂研究所,云南蒙自 661101;2. 江西农业大学蜜蜂研究所,江西南昌 330045;
3. 红河学院生命科学与技术学院,云南蒙自 661100)

摘要:为了解广西中华蜜蜂的形态特征以及分类地位,探究与云南中华蜜蜂杂交后代的形态差异及杂交优势。采集 6 群广西中华蜜蜂、6 群蒙自中华蜜蜂及 2 群杂交子代,每群测定分析 15 只工蜂,每只工蜂总共有 40 个测定的形态特征。测定的性状特征数据进行主成分分析、因素分析和聚类分析。结果表明,广西中蜂个体偏小,第 3、4 背板较小,翅型偏小,蜡镜和毒囊较小,吻长也短;体色较浅,第 2、3、4 背板和喙、小盾片的颜色较浅;与蒙自蜜蜂进行对比,浦北县中蜂的个体稍小,体色较浅;子代具有良好的杂交优势,个体比 2 个亲本较大,颜色居于两者亲本之间;与省内几个地区相比,广西浦北县的中华蜜蜂单独分为一个类群。

关键词:广西;云南;中华蜜蜂;形态学;杂交优势;主因素分析;区辨分析;聚类分析
中图分类号: S891$^+$.6 **文献标志码:** A **文章编号:**1002 – 1302(2018)02 – 0116 – 04

目前,我国的东方蜜蜂有 200 多万群,分布地区较广,不同的气候条件和地理环境造成东方蜜蜂在个体大小、体色上呈不同变化[1]。我国是东方蜜蜂主要分布区,中华蜜蜂是我国主要亚种。蜜蜂的品种虽具有人工品种的某些特性,但却保存着自然物种的主要特性[2]。中华蜜蜂,又称中华蜂、中蜂、土蜂,属东方蜜蜂的一个亚种,体躯较小,头胸部黑色,腹部黄黑色,全身披黄褐色绒毛[3]。近年来,人为因素导致的生态环境恶化、对野生蜜蜂蜂蜜的过度猎取和盲目引进西方蜜蜂等已经使我国这一宝贵的资源遭到不同程度的损害。中蜂在我国南北广大地区,土生土长,历经千百万年的自然选择,具有很强的适应能力,是难以取代的优良蜂种[4]。杨冠煌研究表明,云南南部的中蜂属于一个特殊的地理类型,同时指出,广东广西的中蜂与云南高原属于不同的生态型[5]。糜佳霖等指出福建、广东、广西和云南部分地区的东方蜜蜂(景洪、思茅、河口、镇康、元江、屏边、蒙自和开远)与低海拔亚热带常绿阔叶林的东方蜜蜂(越南、四川和黄山) 聚集为一个类群[6-7]。胡宗文等研究后将云南东方蜜蜂单独为一个类群,江西、广西、河南、广东、日本、韩国、四川、湖南、陕西、宁夏、湖北、吉林、甘肃的东方蜜蜂为另一个类群[8]。2011 年,根据《中国畜禽遗传资源志·蜜蜂志》,中国的东方蜜蜂(*Apis cerana*)可分为北方中蜂、华南中蜂、华中中蜂、云贵高原中蜂、长白山中蜂、海南中蜂、阿坝中蜂、滇南中蜂和西藏中蜂 9 个类型,广西的中蜂属于华南中蜂类型[9]。云南的东方蜜蜂在体型上比广东和广西的大,云南的为一个地理类群,广东和广西为另一个地理类群[10]。但相关的形态数据量较小,只是做了比较分析。广西和云南两省之间的气候地理条件存在着较大差异。云南省的气候条件复杂多样,具有热带、亚热带和温带 3 种气候类型,而广西则以亚热带气候为主。云南省是一个高原山区省份,山地面积占全省面积的 91%,平均海拔 2 000 m 左右[11]。而广西则属于低海拔地区,山地和丘陵面积约占全省总面积的 60%,平均海拔 400 m 左右。云南和广西的中华蜜蜂在形态上有可能存在很大的区别,甚至有可能属于不同的地理类群。将浦北县和蒙自县的形态特征进行测定分析,再测定分析两者的杂交子代,在体型大小和体色深浅方面做了详细分析及杂交优势分析;最后与省内的威信、祥云、蒙自等进行聚类分析,得出广西浦北县中蜂的形态特征和类群。在前人研究的基础上,参照 1988 年 Ruttner 提出的形态测定标准[12],广西目前有中蜂 30 万群左右,山区、平原均有分布,具有良好的应用前景。而通过引种,广西中蜂可与云南中蜂杂交,进行优势互补,丰富育种素材,提高种群数量,保护了中华蜜蜂资源。同时,对浦北中蜂进行外部形态特征的研究,可作为浦北中蜂分类鉴别的依据,也与该地区中蜂经济性状紧密相关,在该地区中蜂遗传育种上可作为标记辅助相关生产性状的选育,能提高选育优良蜜蜂品种的概率和准确性。

1 材料与方法

1.1 试验材料

本试验用的东方蜜蜂是从广西浦北县引进的蜂群 10 群、以此为母本与蒙自中蜂为父本杂交产生子一代。母本群(6 群)、父本群(6 群)、子代(2 群)共 14 群中华蜜蜂样本,每群采集 50 只,放入 75% 乙醇杀死并浸泡保存。

收稿日期:2016 – 07 – 28
基金项目:国家蜂产业技术体系专项(编号:CARS – 45 – SYZ 17)。
作者简介:张祖芸(1984—),女,云南新平人,博士研究生,助理研究员,主要从事蜜蜂生物学及分子育种研究。E – mail:zhangzuyun1984@aliyun.com。
通信作者:王艳辉,硕士,副研究员,主要从事蜜蜂资源研究。E – mail:wyh686686@sina.com。

仪器及试剂:微小生物形态测定仪(Verson1.0,由北京东方农人生物科技有限公司生产),体式显微镜(解剖镜 Caution,GL-99TI,广西桂林桂光仪器有限公司),镊子,剪刀,蜡盘,昆虫针,载玻片,盖玻片,75% 乙醇,品红。

1.2　蜜蜂样本形态指标测定方法

本试验蜜蜂样本的解剖和测定方法参照 Ruttner 提出测定蜜蜂的 38 个形态指标测定标准[12-13]。

1.3　杂种优势率计算方法

本试验利用杂种优势率来表示杂交组合的杂种优势[14-15]。

杂种优势率的计算公式:$H=(F-P)/P\times100\%$。式中:H 为杂种优势值,F 为子代杂种平均值,P 为亲本种群平均值。

1.4　统计分析

采用 SPSS 17.0 进行单因素最小二乘分析、多重比较(*LSD* 检验法),并进行因素分析、区辨分析和聚类分析。

2　结果与分析

2.1　体型形态特征数据对比及杂交优势率分析

由表 1 得知,在 32 个与蜜蜂体型大小相关的形态指标中,蒙自的蜜蜂有 18 个形态指标大于浦北县的,其中吻长 Pro、第 3 背板长 T3、第 6 腹板宽 T6、第 3 腹板蜡镜长 WL、第 3 腹板蜡镜斜长 WT、第 3 腹板蜡镜间距 WD、前翅长 FL、前翅宽 FB、肘脉 a、翅脉角 I10、翅脉角 N23、翅脉角 O26、第 4 背板白色绒毛带 4A 共 13 个指标差异极显著($P<0.01$);第 4 背板黑色绒毛带 4B 差异显著($0.01\leqslant P<0.05$);翅脉角 A4、股长 Fe、第 6 腹板长 L6、翅脉角 K19 差异不显著($P>0.05$)。

表 1　32 个与体型相关的形态特征数据对比及杂交优势率

形态指标	形态特征数据(mm)			杂交优势率(%)
	浦北	蒙自	杂交子代	
吻长 Pro	4.738±0.34B	5.041±0.286A	5.015±0.068A	2.577
第 3 背板长 T3	2.019±0.062C	2.072±0.077B	2.131±0.063A	4.189
股长 Fe	2.53±0.102B	2.549±0.08B	2.613±0.07A	2.909
胫节长 Ti	3.088±0.097Aa	3.045±0.092Bb	3.091±0.078Aa	0.791
跗节长 ML	1.945±0.049a	1.926±0.087a	1.934±0.055a	-0.092
跗节宽 MT	1.151±0.036a	1.142±0.106a	1.16±0.034a	1.135
第 6 腹板长 L6	2.452±0.07b	2.47±0.062ab	2.482±0.044a	0.848
第 6 腹板宽 T6	2.68±0.096C	2.83±0.087A	2.757±0.076B	0.065
第 5 背板绒毛长度 5h	0.45±0.053A	0.422±0.042B	0.465±0.042A	6.69
第 3 腹板长 S3	2.691±0.062ABb	2.666±0.093Bc	2.73±0.059Aa	1.935
第 3 腹板蜡镜长 WL	1.261±0.045B	1.325±0.105A	1.24±0.046B	-4.078
第 3 腹板蜡镜斜长 WT	2.058±0.062Bc	2.129±0.067Aa	2.099±0.06Ab	0.28
第 3 腹板蜡镜间距 WD	0.246±0.022Bc	0.315±0.039Aa	0.298±0.041Ab	6.318
第 4 背板长 T4	2.051±0.052ab	2.034±0.075b	2.067±0.067a	1.217
第 4 背板白色绒毛带 4A	1.036±0.063B	1.156±0.089A	0.994±0.066C	-9.309
第 4 背板黑色绒毛带 4B	0.287±0.036Bc	0.299±0.039Bb	0.357±0.046Aa	21.795
前翅长 FL	8.489±0.123C	8.829±0.132A	8.676±0.128B	0.194
前翅宽 FB	3.031±0.068B	3.092±0.067A	3.044±0.053B	-0.589
肘脉 a	0.516±0.036Bb	0.542±0.034Aa	0.527±0.032ABb	-0.355
肘脉 b	0.181±0.023ABb	0.173±0.022Bc	0.191±0.025Aa	7.827
翅脉角 A4	34.408±2.033ab	34.933± 2.312a	33.83±1.662b	-2.423
翅脉角 B4	105.124±3.626ab	104.376±3.477b	106.203±3.119a	1.387
翅脉角 D7	21.971±1.428a	21.827±1.395a	22.263±1.349a	1.664
翅脉角 E9	15.829±1.195A	15.049±1.101B	15.497±1.029AB	0.374
翅脉角 G18	52.617±2.332A	50.138±1.544B	52.443±2.241A	2.075
翅脉角 I10	95.71±1.627B	97.543±2.132A	95.64±1.803B	-1.021
翅脉角 I16	91.684±1.422AB	91.298±1.228B	92.07±1.824A	0.633
翅脉角 K19	99.763±2.455a	100.424±2.185a	99.643±2.364a	-0.45
翅脉角 L13	92.271±1.864ab	92.056±1.371b	92.947±1.653a	0.85
翅脉角 N23	73.184±2.102Bb	74.71±2.474Aa	74.277±2.452ABa	0.446
翅脉角 O26	32.779±2.578Bb	34.104±2.599Aa	33.873±1.975ABa	1.29
翅钩数 Hooks	18.589±1.476A	17.733±1.627B	18.6±1.276A	2.417

注:同行比较,不同小写字母表示差异显著($0.01\leqslant P<0.05$),不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$)。下表同。

浦北县的蜜蜂有 14 个形态指标大于蒙自的,其中胫节长 Ti、第 5 背板绒毛长度 5h、翅脉角 E9、翅脉角 G18、翅钩数 Hooks 共 5 个指标差异极显著($P<0.01$);第 3 腹板长 S3、肘脉 b 差异显著($0.01\leqslant P<0.05$);跗节长 ML、跗节宽 MT、翅脉角 B4、翅脉角 D7、翅脉角 I16、翅脉角 L13、第 4 背板长 T4 共 7 个指标差异不显著($P>0.05$)。

杂交子代的体型比广西浦北(母本)的较大,有 24 个指标大于母本,其中吻长、第 3 背板长、股长等 8 个指标差异极显著($P<0.01$),第 6 腹板长、第 3 腹板长等 5 个指标差异显著($P<0.05$);比云南蒙自(父本)的体型偏大,有 18 个指标

大于父本，第 3 背板长、股长、胫节长等 9 个指标差异达极显著性水平（$P<0.01$），第 3 腹板蜡镜斜长、第 3 腹板蜡镜间矩等 4 个指标差异显著（$0.01\leq P<0.05$）。而从杂交优势率来看，有 24 个是正值，有 8 个负值，具有良好的杂交优势，尤其是在吻长，第 3、4 背板长，第 6 腹板长宽和翅型上更具优势。

2.2　体色形态特征数据对比

由表 2 可知，8 个与体色相关的指标中，浦北县中蜂的 7 个形态指标小盾片颜色 Sc、K 和 B，喙的颜色 Lab2，第 2、3、4 背板颜色（Pt2、Pt3、Pt4）都大于蒙自的，且二者之间差异极显著（$P<0.01$），数值越大，颜色越浅，说明浦北县的中蜂颜色较浅，蒙自的中蜂颜色较深。而杂交子代的体色则是居于两亲本之间，比广西浦北（母本）的偏深，比云南蒙自（父本）的偏浅。

表 2　8 个与体色相关的形态特征数据对比

形态指标	形态特征数据		
	浦北县	蒙自	杂交子代
小盾片颜色 Sc	8.678 ±0.47A	7.933 ±1.12B	7.967 ±0.615B
小盾片颜色 K	6.333 ±0.96A	4.700 ±2.154B	5.167 ±1.289B
小盾片颜色 B	5.689 ±1.148A	2.778 ±1.216C	3.833 ±1.053B
喙的颜色 Lab1	7.000 ±0.000a	6.989 ±0.105a	7.000 ±0.000a
喙的颜色 Lab2	7.744 ±1.214A	4.978 ±1.151C	6.767 ±1.251B
第 2 背板颜色 Pt2	8.611 ±0.513A	7.356 ±1.042B	8.433 ±0.626A
第 3 背板颜色 Pt3	8.367 ±0.741A	6.989 ±0.351C	8.000 ±1.05B
第 4 背板颜色 Pt4	7.767 ±1.399A	6.689 ±0.554B	6.967 ±1.586B
平均值 ± 标准差	7.524 ±1.024	6.051 ±1.624	6.767 ±1.458

2.3　主因素分析结果

主因素分析提出 3 个特征值比较高的因素，占总变异数为 63.001%。因素 1 占总变异的 37.239%，这些指标是小盾片颜色 KB、第 2 背板颜色 Pt2、第 3 背板颜色 Pt3、前翅长 FL、翅脉角 I10、喙的颜色 Lab2、第 3 腹板蜡镜斜长 WT、第 6 腹板宽 T6、第 3 腹板蜡镜间距 WD、第 4 背板白色绒毛带的宽度 4A、小盾片颜色 K、翅脉角 L13、翅脉角 K19、小盾片颜色 Sc、翅脉角 I16、绒毛长度 5H、第 4 背板颜色 Pt4、肘脉 A、前翅宽 FB、翅脉角 N23、第 3 腹板蜡镜长 WL、翅钩数 Hooks、胫节长 Ti，这些主要是跟蜜蜂体色深浅和体型大小相关的指标；因素 2 占总变异的 16.136%，这些指标是第 4 背板长 T4、第 3 腹板长 S3、跗节宽 MT、第 4 背板黑色绒毛带的宽度 4B、翅脉角 A4、股长 Fe、翅脉角 B4，这些是跟体型相关的指标；因素 3 占总变异的 9.625%，这些指标分别是翅脉角 G18、喙的颜色 Lab1、翅脉角 O26、跗节长 ML，这些是跟蜜蜂体型大小相关的指标。

表 3　主因素分析结果

因素	指标	载荷		
		因素 1	因素 2	因素 3
因素 1	KB	0.949	—	—
	Pt2	0.948	0.125	−0.172
	Pt3	0.925	0.184	—
	FL	−0.909	0.223	0.136
	I10	0.889	—	0.165
	Lab2	0.866	0.134	—
	WT	−0.840	0.339	0.172
	T6	−0.816	0.403	—
	WD	−0.799	0.317	—
	4A	−0.796	—	—
	K	0.753	−0.286	—
	L13	0.741	−0.250	0.379
	K19	−0.733	−0.365	0.359
	Sc	0.706	−0.375	−0.287
	I16	−0.688	0.193	0.107
	5h	0.684	0.401	0.184
	Pt4	0.683	0.136	−0.146
	A	−0.640	0.423	−0.140
	FB	−0.623	0.298	−0.308
	N23	0.569	0.426	0.511
	WL	−0.545	0.249	−0.471
	Hooks	0.503	0.445	0.284
	TI	0.463	0.411	−0.136
因素 2	T4	0.228	0.848	—
	S3	0.212	0.755	−0.132
	MT	—	0.741	0.105
	4B	−0.124	0.711	—
	A4	−0.264	−0.665	−0.170
	Fe	—	0.560	0.551
	B4	0.300	0.531	−0.344
因素 3	G18	0.140	0.251	0.713
	Lab1	0.482	0.248	−0.676
	O26	−0.604	−0.280	0.610
	ML	0.321	0.179	0.549

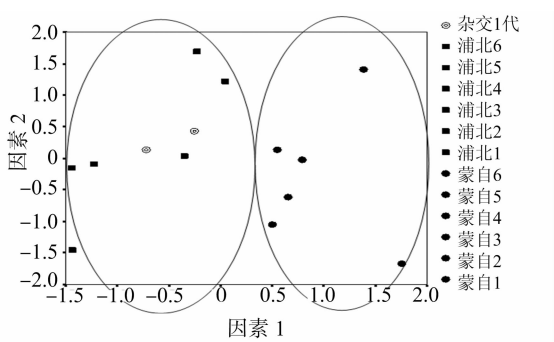


图1　第 1 因素(颜色相关)和第 2 因素(体型相关)数据区辨分析

2.4　区辨分析

由表 3 提出，对第 1 因素（颜色相关）和第 2 因素（体型相关）的数据进行区辨分析，得出杂交子代和广西浦北（母本）的中蜂与云南蒙自的单独分开（图 1）。说明浦北县的中蜂在体色上与蒙自差异较大，而杂交子代在颜色上更接近广西浦北（母本），这与表 2 和表 3 中结果相符。

2.5　聚类分析结果

由图 2 可知，当 Label Num 约为 3 时，杂交子代之间先聚为一个小分支；当 Label Num 约为 10 时，浦北县的中蜂聚为一个类群；当 Label Num 约为 13 时，杂交子代与浦北县的聚为一个分支；当 Label Num 约为 18 时，蒙自县与浦北县、杂交子代的分开，聚为另一个类群。

2.6　与省内多个地方中蜂的聚类分析

由图 3 聚类分析可知，当 Label Num 约 18 时，蒙自、新平、威信、祥云、大姚、武定、姚安聚为一个类群，而浦北的中蜂单独为一个类群。

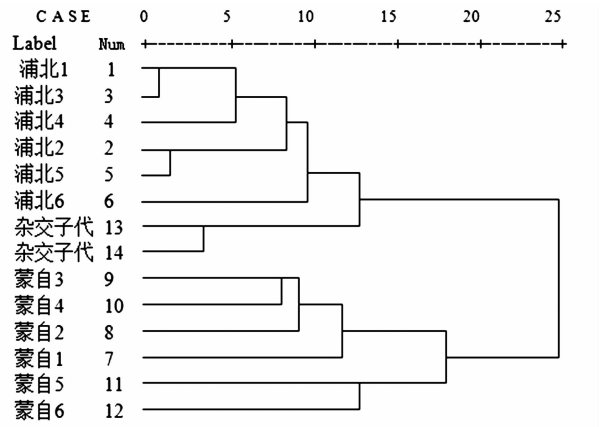


图2　蒙自蜜蜂、浦北蜜蜂及其杂交子代聚类分析

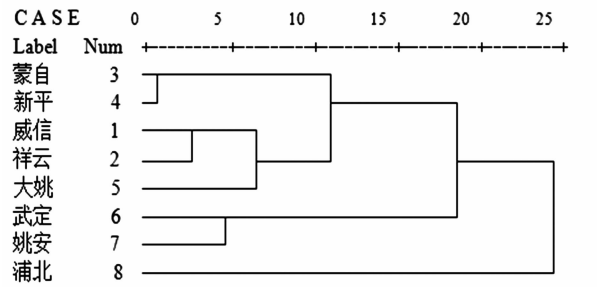


图3　几个地方中蜂的聚类分析

3　讨论

广西属于低海拔地区，山地和丘陵面积约占全省面积的 60%，平均海拔约 400m。由于蒙自的海拔远高于广西的海拔，因而使得浦北和蒙自之间产生了地理环境的差异，这些差异使得浦北和蒙自在形态上存在较大分化，与前人的研究一致[7]。

广西的中蜂个体偏小，体色较浅，背板较小，翅型偏小，蜡镜和毒囊较小，吻长也短，背板、喙和小盾片的颜色较浅；而子代的杂交优势显著，体型大于 2 个亲本，颜色则是居于两者之间。蒙自中蜂的体型要大于浦北县的，且浦北中蜂明显符合低海拔地区东方蜜蜂的形态特征。其中，翅型（前翅长 FL，前翅宽 FB）偏小，适应海岛风大的特点，这与前人研究[16]一致。8 个与体色深浅相关的指标中除了喙的颜色 1 差异不显著，其他差异都达到了极显著水平，数值越大，颜色越浅，说明浦北县的中蜂颜色较浅，蒙自的中蜂颜色较深。而广西的中华蜜蜂较为温顺，好饲养，是否跟颜色的深浅存在一定的联系，还需进一步的研究证明。

杂交子代的体型大于 2 个亲本，且具有良好杂交优势，说明二者杂交组配，优化了 2 个品种资源，广西中蜂属于华南中蜂，云南蒙自中蜂属于滇南中蜂，二者的杂交结合，有利于中蜂资源的优势互补，培育出更好的地方良种。但由于样本数量较少，其相关的研究相对较少，如适应性、生产性能、抗病力等还需通过进一步的试验研究。

本研究结果表明，广西的中蜂背板和翅型偏小，蜡镜和毒囊较小，吻长也短，背板、喙和小盾片的数值较大，颜色较浅。浦北县和蒙自的中华蜜蜂形态特征存在差异，浦北县中蜂的个体比蒙自中蜂的稍小，体色较浅。与省内几个地区相比，广西浦北县的中华蜜蜂单独分为一个类群。而广西浦北中蜂和云南蒙自中蜂的杂交后代，具有良好的杂交优势，体型上比 2 个亲本大，颜色居于两者之间，比广西浦北的颜色较深，比云南蒙自的较浅。

参考文献：

[1]谭　垦，和绍禹，张　炫，等. 云南东方蜜蜂形态特征与环境因子相关性的研究[J]. 蜜蜂杂志，2002(3)：6－7.
[2]何　旭，刘晓鹏，杨慧芳. 谈中华蜜蜂的资源效应[J]. 蜜蜂杂志，2015(12)：6－7.
[3]匡邦郁，匡海鸥. 蜜蜂生物学[M]. 昆明：云南科技出版社，2003.
[4]许　政，胡军军，周桂华. 广西中蜂养殖与产业化发展初探[J]. 中国蜂业，2012(27)：16－18.
[5]杨冠煌. 中国蜜蜂资源调查[J]. 中国养蜂，1984(3)：4－7.
[6]糜佳霖，谭　垦. 中国东方蜜蜂分类研究结果和进展[J]. 中国蜂业，2007(7)：13－16.
[7]杨　洁，和绍禹，苗永旺，等. 东方蜜蜂（*Apis cerana*）的分类研究进展[J]. 蜜蜂杂志，2011(3)：13－15.
[8]胡宗文，杨　娟，张珑玉，等. 云南省不同生态区域东方蜜蜂形态特征研究[J]. 动物学研究，2011，32(8)：213－219.
[9]国家畜禽遗传资源委员会组. 中国畜禽遗传资源志：蜜蜂志[M]. 北京：中国农业出版社，2011：40－64.
[10]陈伟文，王钰冲，董诗浩，等. 广东，广西与云南东方蜜蜂形态特征比较研究[J]. 蜜蜂杂志，2013(4)：7－9.
[11]赵维城. 论云南地貌体系[J]. 云南地理环境研究，1998（增刊 1)：47－55.
[12]Ruttner F. Biogeography and taxonomy of honeybee[M]. Berlin：Springer Verlag，1988：282.
[13]张祖芸，余玉生，杨若鹏，等. 微小生物形态测定仪在蜜蜂形态学中的应用[J]. 中国蜂业中旬刊（学术），2012，63（增刊 4)：23－26.
[14]苏松坤，陈盛禄，董利生. 西方蜜蜂不同类型杂交子代形态指标的测定及杂种优势分析[J]. 昆虫知识，2003，40(6)：535－538.
[15]刘艳荷，陈盛禄，钟伯雄. 西方蜜蜂王浆产量与品质性状的配合力和杂种优势分析[J]. 遗传学报，2001，28(10)：926－932.
[16]谭　垦，和绍禹，刘意秋. 海南岛东方蜜蜂的形态分类研究[J]. 蜜蜂杂志，2004(11)：3－4.