

东兴金花茶表型变异研究

农月香^{1,2}, 蒋运生², 韦 霄^{2*}, 柴胜丰², 唐 辉², 罗宝丽^{1,2}

(1. 广西师范大学生命科学学院, 广西 桂林 541004; 2. 广西壮族自治区中国科学院广西植物研究所, 广西 桂林 541006)

摘要: 对东兴金花茶(*Camellia tunghinensis* Chang) 5个自然居群的表型变异特征进行研究。结果表明:东兴金花茶多数表型指标居群间变异大于居群内变异;20项表型指标中,果柄粗(FHT)、果实横径(FD)、果实纵径(FT)和果实重量(FM)等13项指标在居群间的差异达到了极显著水平($P < 0.01$),其中,种子重量百分比(SMPF/FM)的变异程度最大,而种宽(SB)的变异程度最小;表型总体在居群间的差异未达到显著水平;按变异系数均值大小,5个居群的排列顺序为 SFSH1 (0.272) > MJG (0.217) > SFSH (0.207) > SHL (0.190) > DGL (0.170);平均株高、植株基径与各表型性状间的相关性不显著;不同表型性状间存在一定的相关性。

关键词: 东兴金花茶;自然居群;表型变异

中图分类号: Q944.3

文献标识码: A

文章编号: 1005-3395(2010)04-0372-07

doi: 10.3969/j.issn.1005-3395.2010.04.005

Study on Phenotypic Variation of *Camellia tunghinensis* Chang

NONG Yue-xiang^{1,2}, JIANG Yun-sheng², WEI Xiao^{2*},

CAI Sheng-feng², TANG Hui¹, LUO Bao-li^{1,2}

(1. College of Life Sciences, Guangxi Normal University, Guilin 541004, China; 2. Guangxi Institute of Botany, Guangxi Zhuang Autonomous Region and Chinese Academy of Sciences, Guilin 541006, China)

Abstract: Twenty phenotypic characters from 5 natural populations of *Camellia tunghinensis* Chang were investigated. The variations in most phenotypic characters among populations were larger than those within populations, in which the variations in 13 characters among populations, such as fruits weight and diameter, eg., were very significant ($P < 0.01$). The variance range of SMPF/FM was the biggest, and that of seed longitudinal diameter was the smallest. The differences in overall phenotype among populations were not significant. The variation coefficient of 5 populations was in order of SFSH1 (0.272) > MJG (0.217) > SFSH (0.207) > SHL (0.190) > DGL (0.170). The correlations between average height, plant diameter at basal and various phenotypes characters were not significant, but it existed among phenotypic characters.

Key words: *Camellia tunghinensis* Chang; Natural populations; Phenotypic variation

东兴金花茶(*Camellia tunghinensis* Chang)是山茶科(Theaceae)山茶属金花茶组(Sect. *Chrysantha* Chang)的常绿灌木或小乔木^[1],叶和花均较小,外形极似平果金花茶(*C. pingguoensis*),新梢和嫩叶为玫瑰红色,有时新梢为绿色,原产于广西防城港市,生于土山常绿阔叶林中,海拔180~650 m。在金

花茶组植物中,其分布面积最小,目前仅见于防城金花茶国家级自然保护区上岳核心区西侧不足100 hm²的山坡上,实际面积52 hm²^[2],一般分布于沟谷两旁和溪边,在坡面上也有分布。被列为国家二级保护植物^[3]。是中国十分珍稀的野生观赏植物和种质资源。

收稿日期:2009-08-01 接受日期:2010-01-04

基金项目:国家自然科学基金项目(30560015);中国科学院知识创新工程重要方向项目(KSCX2-YW-Z-0913);广西自然科学基金项目(桂科基0832225);广西植物研究所基本科研业务费项目(桂植业09031)资助

作者简介:农月香(1982~),女(壮族),广西百色人,硕士研究生,主要从事濒危植物生态学研究

* 通讯作者 Corresponding author, email: weixiao@gxib.cn

关于东兴金花茶的研究报道则很少,研究内容零散而不全面。对东兴金花茶的研究主要集中在分类^[1]、亲缘关系^[4-5]、群落^[2]和繁殖^[6]等方面。本文对东兴金花茶的果实、种子和叶子等的形态特征进行了观测,探讨了不同居群的表型差异,以期对东兴金花茶的资源保护、人工驯化和遗传育种研究提供参考。

1 材料和方法

1.1 野外调查与取样

2008年12月,在防城金花茶国家级自然保护区选取5个自然居群进行取样分析,各自然居群保存基本完好,林相整齐,郁闭度在0.8以上,各居群的生境状况见表1。每个居群选取50株成年植株采样,因东兴金花茶结实率极低,每个居群采集果实26~51个。每个居群选取20株成年植株测定植株高度和基径;随机选取东向、位于树冠中上部的1年生完整成熟叶片20片测定形态指标。

1.2 表型指标测定

用游标卡尺和电子天平测量成熟的果实和种子,分别记录20项表型指标:果柄长(FHL)、果柄粗(FHT)、果实横径(FD)、果实纵径(FT)、果实重量(FM)、果皮厚度(PT)、种子数/果(SNPF)、种子重量/果(SMPF)、种子重量/粒(SM)、种子纵径(ST)、种长(SL)、种宽(SB)、叶长(LBL)、叶宽(LBW)、叶柄长(LPL)和叶柄粗(LPW),计算种子重量百分比(SMPF/FM)、果形指数(FT/FD)、种形指数(SL/SB)和叶长宽比(LLW)^[7-8]。

1.3 数据处理

采用Excel计算各表型指标的平均值和变异系数,以各指标的全部测量值计算各指标的总变异系数,以各居群的平均值所组成的新数组计算居群间的变异系数。利用SPSS软件进行数据的统计分析,其中用One-Way ANOVA分析各表型指标在居群间的差异显著性;以居群各表型指标的平均值表示居群的表型总体特征,用Paired-Samples Test分析表型指标总体上的差异显著性;用Bivariate探讨表型性状之间的相关性。以表型性状的变异系数(C_v)衡量居群内表型性状的变异水平,以居群间单向方差分析衡量居群间的差异。

2 结果和分析

2.1 居群内的表型变异特征

变异系数可以反映表型性状的变异程度。从表2可知,20项表型指标变异系数的平均值均大于10%;SMPF/FM、SL/SB的较大,其平均值均大于20%;而FM、SNPF、SMPF和SM的变异最大,其平均值均大于30%。20项表型指标的变异系数为:SMPF(0.499) > FM(0.443) > SNPF(0.413) > SM(0.385) > SL/SB(0.276) > SMPF/FM(0.269) > SB(0.184) > PT(0.169) > SL(0.164) > LPL(0.159) > FD(0.155) > FHL(0.139) > FT/FD(0.133) > FT(0.130) > ST(0.127) > LBL(0.126) > LBW(0.124) > LPW(0.113) > FHT(0.112) > LLW(0.106)。

居群SF5SH1的变异最丰富,20项指标的平均值为0.272,其果柄长、果实直径、果实厚度和种厚等8项指标的变异系数最大,其中果实的变异最大,平均为0.349;居群DGL的变异最小,20项指标的均值为0.170,其种子重量百分比、种宽和叶长宽比3项指标值最小。就果实而言,居群SF5SH1的变异最大,平均为0.349,居群SHL最小,均值为0.164;居群SHL种子的变异最大,平均为0.286,而居群SF5SH1的最小,平均为0.159;居群SHL叶片的变异最大,平均为0.144,而居群MJG的最小,平均为0.109。

2.2 居群间的表型变异特征

从表2可知,不同表型指标的变异系数平均值不同,最大的为SMPF(0.499),最小的为LLW(0.106),20项指标均大于0.100,其中果实重量(FM)、种子数/果(SNPF)、种子重量/果(SMPF)、种子重量百分比(SMPF/FM)、种子重量/粒(SM)、种形指数(SL/SB)的平均值大于0.200。5个居群的表型指标变异系数大小为SF5SH1(0.272) > MJG(0.217) > SF5SH(0.207) > SHL(0.190) > DGL(0.170),其中种子重量百分比在居群间的变异最大,达1.202,而果柄粗的变异最小,为0.032,果实重量、种子重量/果重量和种子重量百分比的变异系数大于0.300。居群间果实的整体变异最大(0.250),其次是叶片(0.098),最小是种子(0.063)。不同指标的总变异系数不等,种子重量百分比最大,为1.248,叶长宽比最小,为0.111。

单向方差分析结果(表3)表明,果柄粗、果实横径、果实纵径、果实重量、种子数/果、种子重量/果重

表 1 各居群生境概况
Table 1 Situation of populations

居群 Population	采样地点 Location	生境 Habitat	群落高度 Height of community (m)	郁闭度 Canopy density	纬度 Latitude (N)	经度 Longitude (E)	海拔 Altitude (m)	平均株高 Average height (cm)	平均基径 Average diameter at basal stem (cm)	果实数 Number of fruits
MJG	米吉沟 Mijigou	沟谷边 Near valley	15	0.9	21°44.00'	108°5.60'	270	166	1.33	36
DGL	大沟龙 Dagoulong	沟谷边 Near valley	15	0.8	21°45.03'	108°5.89'	173	215	1.67	51
SHL	深坊山 Shenlishan	沟谷边 和坡面 Near valley and slope	18	0.8	21°45.11'	108°5.96'	152	153.02	1.62	42
SFSH	四方山 Sifangshan	沟谷边 Near valley	20	0.95	24°45.07'	108°5.91'	122	152	2.15	26
SFSHI	四方山 1 Sifangshan 1	北坡坡面 North slope	19	0.9	21°44.831'	108°5.98'	201	128	2.18	38

表 2 东兴金花茶表型性状的变异系数
Table 2 Variance coefficients of phenotypic characters of *C. tunghinensis* Chang

性状 Trait	居群内 Within population						总变异系数 Total	居群间 Among population
	MJG	SFSHI	SHL	DGL	SFSH	Mean		
果实 Fruit								
FHL	0.154	0.169	0.104	0.129	0.137	0.139	0.137	0.034
FHT	0.090	0.119	0.124	0.092	0.136	0.112	0.115	0.032
FD	0.193	0.215	0.096	0.106	0.167	0.155	0.184	0.133
FT	0.125	0.195	0.096	0.117	0.115	0.130	0.145	0.081
FM	0.453	0.625	0.288	0.319	0.531	0.443	0.472	0.308
PT	0.116	0.159	0.210	0.169	0.189	0.169	0.179	0.056
SNPF	0.599	0.475	0.270	0.281	0.439	0.413	0.418	0.236
SMPF	0.533	0.756	0.306	0.385	0.516	0.499	0.529	0.351
SMPF/FM	0.126	0.630	0.072	0.109	0.406	0.269	1.248	1.202
FT/FD	0.199	0.148	0.078	0.094	0.148	0.133	0.149	0.067
平均 Mean	0.259	0.349	0.164	0.180	0.278	0.246	0.358	0.250
种子 Seed								
ST	0.125	0.176	0.116	0.120	0.096	0.127	0.126	0.073
SL	0.140	0.223	0.173	0.171	0.111	0.164	0.118	0.037
SB	0.235	0.185	0.190	0.148	0.161	0.184	0.126	0.042
SM	0.537	0.481	0.356	0.316	0.233	0.385	0.329	0.124
SL/SB	0.171	0.208	0.594	0.212	0.193	0.276	0.217	0.037
平均 Mean	0.242	0.255	0.286	0.193	0.159	0.227	0.183	0.063
叶 Leaf								
LBL	0.130	0.130	0.137	0.119	0.112	0.126	0.151	0.098
LBW	0.118	0.150	0.165	0.134	0.053	0.124	0.150	0.096
LPL	0.162	0.187	0.110	0.203	0.132	0.159	0.171	0.066
LPW	0.051	0.103	0.174	0.097	0.138	0.113	0.201	0.190
LLW	0.085	0.115	0.136	0.073	0.119	0.106	0.111	0.039
平均 Mean	0.109	0.137	0.144	0.125	0.111	0.125	0.157	0.098
总体平均 Mean	0.217	0.272	0.190	0.170	0.207	0.211	0.264	0.165

FHL: 果柄长 Fruit handle length; FHT: 果柄粗 Fruit handle width; FD: 果实横径 Fruit diameter; FT: 果实纵径 Fruit height; FM: 果实重量 Fruit weight; PT: 果皮厚度 Pericarp thickness; SNPF: 种子数/果 Seed number per fruit; SMPF: 种子重量/果 Seed weight per fruit; SM: 种子重量 Seed weight; ST: 种子纵径 Seed height; SL: 种长 Seed length; SB: 种宽 Seed width; LBL: 叶长 Leaf length; LBW: 叶宽 Leaf width; LPL: 叶柄长 Leaf petiole length; LPW: 叶柄粗 Leaf petiole width; LLW: 叶长宽比 Leaf length/width. 下表同 The same as following Tables.

表 3 表型指标在居群间的差异显著性单向方差分析

Table 3 The significance of phenotypic characters among populations by One-way analysis

性状 Trait	F	P	性状 Trait	F	P
FHL	0.754	0.559	FT/FD	4.314	0.003**
FHT	5.283	0.001**	ST	10.894	0.000**
FD	22.363	0.000**	SL	5.575	0.001**
FT	12.186	0.000**	SB	0.369	0.830
FM	21.407	0.000**	SL/SB	2.769	0.033
PT	1.742	0.150	LBL	9.038	0.000**
SNPF	7.531	0.000**	LBW	7.706	0.000**
SMPF	19.420	0.000**	LPL	3.203	0.017*
SM	3.523	0.011	LPW	45.769	0.000**
SMPF/FM	62.992	0.000**	LLW	3.256	0.016*

* 显著 ($P < 0.05$); ** 极显著 ($P < 0.01$)。* and ** present significant difference at 0.05 and 0.01 level, respectively. 下表同。The same as following Tables.

量、种子重量百分比、种子纵径、种长、果形指数、叶宽、叶柄长和叶柄粗这 13 项指标在居群间的差异达极显著水平 ($P < 0.01$); 果柄长、叶长宽比的差异达到显著水平 ($P < 0.05$); 果柄长、果皮厚度、种子重量/粒、种宽、种子整体形状的差异不显著。通过比较 F 值, 20 项表型指标在居群间的差异程度依次为: SMPF/FM (62.992) > LPW (45.769) > FD (22.363) > FM (21.407) > SMPF (19.42) > FT (12.186) > ST (10.894) > LBL (9.038) > LBW (7.706) > SNPF (7.531) > SL (5.575) > FHT (5.283) > FT/FD

(4.314) > SM (3.523) > LLW (3.256) > LPL (3.203) > SL/SB (2.769) > PT (1.742) > FHL (0.754) > SB (0.369)。方差分析表明, 多数表型指标居群间变异大于居群内变异。

2.3 居群间表型总体差异显著性

以各居群的 20 项表型指标的平均值, 通过配对 t 检验进行差异显著性分析, 结果表明: 除居群 MJG 与 SFSH 的总体差异达到了显著水平外, 其余居群均未达到显著水平 (表 4)。

表 4 居群间表型总体差异显著性配对 t 检验

Table 4 The significance in general phenotypic characters among populations by paired t -test

居间 Population	T	P
MJG-SFSHI	-1.239	0.230
MJG-SHL	-1.641	0.117
MJG-DGL	-1.877	0.076
MJG-SFSH	-2.557	0.019*
SFSHI-SHL	-1.636	0.118
SFSHI-DGL	-1.872	0.077
SFSHI-SFSH	-2.586	0.018
SHL-DGL	-0.615	0.546
SHL-SFSH	-0.494	0.627
DGL-SFSH	-0.211	0.835

表 5 表型性状与株高、基径的相关性

Table 5 The relationship between phenotypic characters and height and diameter at basal stem

性状 Trait	平均株高 Height	基茎 Diameter at basal stem	性状 Trait	株高 Height	基茎 Diameter at basal stem
FHL	-0.246	-0.397	SB	0.185	-0.489
FHT	-0.471	0.038	SM	-0.272	0.577
FD	-0.689	0.673	SMPF/FM	-0.63	0.605
FT	-0.58	0.599	FT/FD	0.689	-0.766
FM	-0.615	0.617	SL/SB	-0.890*	0.06
PT	0.631	-0.274	LBL	-0.27	0.66
SNPF	-0.717	0.631	LBW	-0.591	0.725
SMPF	-0.667	0.655	LPL	-0.127	0.306
ST	-0.38	0.64	LPW	0.051	-0.108
SL	-0.724	0.805	LLW	0.887	-0.132

表 6 各表型性状之间的相关性

Table 6 The relationship among phenotypic character

	FHL	FHT	FD	FT	FM	PT	SNPF	SMPF	ST	SL	SB	SM	SMPF/FM	FT/FD	SL/SB	LBL	LBW	LPL	LPW	LLW	
FHL	1.000																				
FHT	-0.589	1.000																			
FD	-0.725	0.738	1.000																		
FT	-0.656	0.613	0.954**	1.000																	
FM	-0.774	0.729	0.991**	0.943**	1.000																
PT	-0.108	-0.525	-0.221	-0.219	-0.113	1.000															
SNPF	-0.739	0.711	0.965**	0.880*	0.983**	-0.020	1.000														
SMPF	-0.763	0.793	0.994**	0.925**	0.987**	-0.246	0.964**	1.000													
ST	-0.855*	0.776	0.914*	0.863*	0.899*	-0.345	0.832*	0.937**	1.000												
SL	-0.101	0.339	0.481	0.528	0.365	-0.794	0.255	0.464	0.556	1.000											
SB	-0.021	0.471	-0.196	-0.399	-0.199	-0.381	-0.159	-0.094	-0.004	-0.139	1.000										
SM	-0.617	0.594	0.635	0.675	0.581	-0.624	0.442	0.655	0.851*	0.776	0.020	1.000									
SMPF/FM	-0.352	0.545	0.561	0.316	0.517	-0.269	0.592	0.603	0.525	0.367	0.319	0.254	1.000								
FT/FD	0.578	-0.649	-0.915*	-0.919**	-0.859*	0.494	-0.784	-0.902*	-0.902*	-0.788	0.233	-0.819*	-0.518	1.000							
SL/SB	0.170	0.494	0.484	0.412	0.443	-0.358	0.505	0.461	0.181	0.267	0.018	-0.054	0.465	-0.409	1.000						
LBL	-0.557	0.323	0.566	0.355	0.604	0.378	0.720	0.586	0.438	-0.133	-0.001	-0.043	0.761	-0.315	0.271	1.000					
LBW	-0.096	0.022	0.434	0.293	0.394	0.106	0.485	0.408	0.236	0.278	-0.280	-0.054	0.767	-0.400	0.436	0.754	1.000				
LPL	0.792	-0.724	-0.681	-0.625	-0.760	-0.141	-0.763	-0.712	-0.657	0.187	-0.121	-0.318	-0.168	0.400	-0.191	-0.449	0.121	1.000			
LPW	0.557	-0.749	-0.426	-0.404	-0.397	0.671	-0.283	-0.489	-0.704	-0.496	-0.478	-0.854*	-0.184	0.534	0.075	0.151	0.378	0.444	1.000		
LLW	-0.723	0.423	0.491	0.289	0.571	0.470	0.671	0.537	0.453	-0.376	0.186	-0.021	0.548	-0.165	0.058	0.895*	0.383	-0.701	-0.042	1.000	

2.4 表型性状与株高、基径的相关性

从表5可知,15项表型性状与居群的平均株高呈负相关,分别是果柄长、果柄粗、果实横径、果实纵径、果实重量、种子数/果、种子重量/果、种子纵径、种长、种子重量/粒、种子重量百分比、种形指数、叶长、叶宽和叶柄长。其中种形指数(SL/SB)达到了显著水平。

有14项表型指标与各居群的植株基径呈正相关,但均未达到显著水平。

2.5 各表型性状的相关性

东兴金花茶的不同表型性状间存在一定的相关性,种子重量/果重量与果实横径、果实纵径、果实重量呈极显著正相关,与种子数/果呈显著正相关,说明种子数随着果实的增大而增多;此外,果实整体形状与果实横径、种子重量/果重量呈极显著负相关,与果实纵径、果实重量、种子数/果、种子纵径和种长呈显著负相关(表6)。

3 结果和讨论

3.1 表型指标的差异

表型性状在个体间存在差异,但在性状和居群内的差异程度不同。在20项表型指标中,果实重量、种子数/果、种子重量/果、种子重量/粒、种子重量百分比和种形指数这6项指标的变异较大,其居群内的变异系数平均值均大于20%,其中果实和种子的变异程度比叶片的大,说明不同居群内小生境异质性导致的表型差异,可能生境异质性对生殖器官的影响更为显著。

多数指标居群间的变异大于居群内,20项指标中,果柄粗、果实横径、果实纵径和果实重量等13项指标在居群间的差异达极显著水平($P < 0.01$)。这与蒙古栎(*Quercus mongolica*)天然群体表型多样性研究的结果^[9]相似,而与福建山樱花(*Cerasus campanulata*)天然居群表型变异的研究结果^[8]及柃木(*Alnus cremastogyne*)自然分布区内表型变异的研究结果^[10]相反,也不同于向志强等^[11]对海南岛的海南粗榧(*Cephalotaxus mannii*)居群的研究结果,即同一性状在居群间和居群内的变异相近。

东兴金花茶表型总体在居群间的差异不显著。这与向志强等^[11]对海南粗榧雌、雄株间形态总体差异的研究结果相同。地理阻隔和生殖隔离对某些表型指标的变异影响显著,但由于东兴金花茶的分布范围狭窄,这种阻隔和隔离机制对各居群间的表

型总体特征影响不明显,或者说这种机制对东兴金花茶的表型总体特征的变异不起作用或作用很微小。

3.2 东兴金花茶野生资源保护和遗传改良策略

东兴金花茶是珍稀濒危的观赏植物,其野生资源很少,分布狭窄,但其表型变异很丰富,个体间存在差异,多数表型指标居群间的变异大于居群内的变异,说明东兴金花茶的表型可塑性较大,因此,在加强保护野生居群的同时,可以通过营建人工居群来扩大居群面积,从而挽救这一濒危物种。同时,对于表型变异较丰富的居群,要注意收集和保存种质资源。通过表型变异研究可以初步了解居群变异大小,了解重要的经济性状,从而寻找到具有优良性状的遗传材料,为遗传改良奠定基础。

参考文献

- [1] Chang H T(张宏达), Ren S X(任善湘). Flora Reipublicae Popularis Sincae Tomus 49(3) [M]. Beijing: Science Press, 1998: 101-112.(in Chinese)
- [2] Huang F P(黄付平). Community types for the habitation of *Camellia* sect. *nitidissima* in Fengcheng city [J]. Guangxi For Sci(广西林业科学), 2001, 30(1):35-38.(in Chinese)
- [3] Fu L G(傅立国). China Plant Red Data Book — Rare and Endangerd Plants [M]. Beijing: Science Press, 1992: 1-649. (in Chinese)
- [4] Tang S Q(唐绍清), Shi S H(施苏华), Chen Y Q(陈月琴), et al. Phylogenetic relationship of *Camellia nitidissima* Chi and its allied species based on random amplified polymorphic DNA [J]. Acta Sci Nat Univ Sunyatsen(中山大学学报:自然科学版), 1998, 37(4): 28-32.(in Chinese)
- [5] Tang S Q(唐绍清), Shi S H(施苏华), Zhong Y(钟杨), et al. Phylogenetic relationships of golden camellias (Sect. *Chrysantha*, *Camellia*) in China: Evidence from ITS sequences of nuclear ribosomal DNA [J]. Guihaia(广西植物), 2004, 24(6): 488-492.(in Chinese)
- [6] Tang W X(唐文秀), Pan B(盘波), Mao S Z(毛世忠), et al. Studies on the reproductive methods of *Camellia impressinervis* and *C. tunghinensis* [J]. J NW For Univ(西北林学院学报), 2009, 24(2): 63-67.(in Chinese)
- [7] Chai S F(柴胜丰), Wei X(韦霄), Jiang Y S(蒋运生), et al. Morphological differentiation of fruits and seeds of endangered plant *Camellia nitidissima* [J]. Chin J Ecol(生态学杂志), 2008, 27(11): 1847-1852.(in Chinese)
- [8] Chen Z(陈璋). Phenotypic variation in natural populations of *Cerasus campanulata* Maxim. [J]. J Trop Subtrop Bot(热带亚热带植物学报), 2008, 16(1): 61-68.(in Chinese)
- [9] Li W Y(李文英), Gu W C(顾万春). Study on phenotypic diversity of natural population in *Quercus mongolica* [J]. Sci Silv Sin(林业科学), 2005, 41(1): 50-56.(in Chinese)

- [10] Chen Y T(陈益泰), Li G Y(李桂英), Wang H X(王惠雄). Study on phenotypic variation in natural range of longpeduncled alder (*Alnus cremastogyne*) [J]. For Res(林业研究), 1999, 12(4): 379-385.(in Chinese)
- [11] Xiang Z Q(向志强), Fu Y C(付永川), Liu Y C(刘玉成). Study on the morphological variations of *Cephalotaxus mannii* in different populations [J]. Guihaia(广西植物), 1999, 19(2): 131-135.(in Chinese)