浙 江 林 业 科 技，2018，38（5）：1－6
J Zhejiang For Sci Technol

doi:10.3969/j.issn.1001-3776.2018.05.001

‘马罕’单株果实及子代性状分析

黄国帅[1,2]，朱汤军[2]，沈建军[2]，彭华正[2]，金群英[2]，吴超群[3]，叶华琳[2]

（1. 浙江农林大学 林业与生物技术学院，浙江 杭州 311300；2. 浙江省林业科学研究院 森林食品资源利用与质量控制国家林业局重点实验室，浙江 杭州 310023；3. 浙江省龙游泰畅农林开发有限公司，浙江 龙游 324400）

摘要：2011 年 10 月在浙江省桐庐县美国山核桃 *Carya illinoensis* 种质资源园内采集 9 个单株的 9 年生‘马罕’*C. illinoensis* ‘Mahan’果实，测定坚果质量、果长和果径。2012 年 1 月播种育苗，2015 年 1 月对每株苗的苗高和地径进行测量，2018 年 1 月再次测量。结果表明，‘马罕’果实性状在不同单株间具有极显著差异（$P<0.01$）；变异幅度最大的是坚果质量，平均变异系数 23.91%。不同单株子代间，3 年生苗苗高与地径都表现出极显著差异（$P<0.01$），高径比为显著差异（$P<0.05$），各子代平均苗高 45.95 ~ 78.67 cm，平均地径 5.75 ~ 9.30 mm，平均高径比 6.95 ~ 8.88；相关分析表明苗高、地径的生长量与其坚果质量显著相关（$P<0.05$），相关系数分别达到 0.63，0.71。6 年生苗子代间苗高、地径和高径比均未表现出显著性差异（$P>0.05$）。综合分析认为，‘马罕’果实性状分化较大，其坚果质量与子代苗木的生长在 3 年生时显著相关（$P<0.05$），而在 6 年生时无显著性差异（$P>0.05$），其坚果质量对其影响会逐渐减小。

关键词：‘马罕’；果实；苗木；变异

中图分类号：S664.1　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：1001-3776（2018）05-0001-06

Analysis on Characteristic of Fruit and Filial Generation of *Carya illinoensis* ‘Mahan’

HUANG Guo-shuai[1,2]，ZHU Tang-jun[2]，SHEN Jian-jun[2]，PENG Hua-zheng[2]，JIN Qun-ying[2]，WU Chao-qun[3]，YE Hua-lin[2]

（1. College of Forestry and Biotechnology, Zhejiang A & F University, Hangzhou 311300, China; 2. Key Laboratory of Forest Food Resources Utilization and Quality Control, State Forestry Administration, Zhejiang Academy of Forestry, Hangzhou 310023, China; 3. Zhejiang Longyou Taichang Agriculture and Forestry Development Co., Ltd, Longyou 324400, China）

Abstract: In October 2011, nuts of 9 individuals of 9-year *Carya illinoensis* ‘Mahan’ were collected in Tonglu of Zhejiang province. Determinations were implemented on nut mass, length and width. Sowing and seedling cultivation was carried out in January 2012 in Hangzhou. Seedling height and ground diameter were measured in January 2015 and 2018. The result showed that it had great differences of fruit characters among different individuals ($P<0.01$). The greatest variation was the nut mass with mean coefficient of variance of 23.91%. There was extremely evident difference of height and ground diameter of 3-year seedlings among different individuals, while evident of height ground diameter ratio. The average seedling height of different progeny was 45.95-78.67 cm, average ground diameter of 5.75-9.30 mm and average height/ground diameter ratio of 6.95-8.88. Correlation analysis demonstrated that the growth of seedling height and ground diameter was significantly correlated with the mass of nut, with

收稿日期：2018-05-11；**修回日期**：2018-08-09

基金项目：浙江省重大育种专项（2016C02052-13）；浙江省院合作重大（2016SY04）；浙江省基金（LY17C150001，Y18C160023）；浙江省属科研院所专项（2017F50004）

作者简介：黄国帅，硕士研究生，从事森林培育研究；E-mail：2531490754@qq.com。通信作者：叶华琳，助理研究员，从事经济林培育和林业碳汇研究；E-mail：624263303@qq.com。

correlation coefficient of 0.63 and 0.71. There was no significant difference in height, ground diameter and height/ground diameter ratio of 6-year seedlings among different progeny. Comprehensive analysis indicated that ‘Mahan’ had a large differentiation of fruit traits. The mass of nuts was significantly correlated with the growth of 3-year seedlings, but lower down of 6-year seedlings.

Key words: *Carya illinoensis* ‘Mahan’; fruit; seedlings; variation

美国山核桃 *Carya illinoensis* 属胡桃科 Juglandaceae 山核桃属 *Carya*，原产北美密西西比河谷及墨西哥，美国是美国山核桃的中心产区[1]，现已引种到了澳大利亚、南非、埃及、秘鲁、巴西、西欧、中东及中国等国家和地区[2]。我国引种美国山核桃已有 100 多年历史，主要分布在湖南、江西、浙江、云南[3]、安徽和江苏等地；美国山核桃在我国表现出重要的开发利用潜力，不仅可以作为经济树种，还可以作为优良的材用和庭园绿化树种[4-5]，目前美国山核桃苗木的培育主要以‘马罕’*C. illinoensis* ‘Mahan’等品种播种为主[6-8]。本试验以‘马罕’9 个单株的果实为材料，对其坚果差异和子代苗木进行测定分析，来揭示结果性状、子代苗木生长的规律，为其栽培提供理论依据。

1 试验地概况

1 ~ 3 年生‘马罕’苗试验地设在浙江省林业科学研究院，地理位置 30°13′ N，120°11′ E，海拔 31 m，控根容器育苗；4 ~ 6 生试验地设在浙江省建德市，地理位置 29°13′ N，119°12′ E，海拔 50 m，土壤为红壤，pH 值 6.0，质地较粘重，排水良好；两地均属亚热带北缘季风性气候，年平均气温 15.0 ~ 17.7℃，年平均降水量 1 100 ~ 1 600 mm，平均相对湿度 70.3%，年日照时数 1 765 h，无霜期 254 d。

2 材料与方法

2.1 试验材料

‘马罕’单株位于浙江省林业科学研究院美国山核桃种质资源收集园内，该园位于桐庐县分水镇，2009 年建园，7 年生嫁接大苗移栽，配置另外 6 个品种，随机分布，2011 年起正常开花结果。大苗来源于南京绿宙薄壳山核桃科技有限公司，该品种于上世纪 80 年代从美国德克萨斯州美国山核桃试验站引进。

2011 年 10 月，选择 9 株生长正常的 9 年生‘马罕’结果单株，以全株 1/3 的果实外果皮开裂时，每个单株随机选取正常开裂的 40 个果实共 360 个，自然风干 20 d，进行坚果测定。

2.2 试验设计

2012 年 1 月 19 日，分单株随机选取种子 18 ~ 36 粒进行育苗试验，9 个单株子代合计 278 粒种子，沙藏催芽 80 d，发芽种子共 214 粒，移入聚乙烯塑料控根容器（高 30 cm、直径 20 cm，种植基质平均高 14 cm），容器基质配比为泥炭：珍珠岩：蛭石：园土：有机肥（山核桃外果皮）为 4:2:1:2:1，完全随机设计方法将容器苗栽于浙江省林业科学研究院内试验地，除喷灌水以外，不作其他处理。2015 年 1 月，对容器苗的苗高和地径进行每株测量，随后将苗木移出容器栽至建德市航头镇石木岭试验地的大田中，采用完全随机设计方法种植，株行距 60 cm × 40 cm，近自然生长，于 2018 年 1 月 19 日对每株的苗高和地径进行再测量，各单株种子数、苗木数见表 1。

2.3 测定内容与方法

用游标卡尺（桂林量具刃具有限责任公司生产的 I 型数显卡尺）测定坚果的果长、果径，精确到 0.01 mm；单果质量用 1/100 电子天平（常熟市双杰测试仪器厂生产的 JJ2000B 型）称量；果长、果径和单果质量 3 个指标作为果实大小的指标，用果长与果径之比（简称长径比）作为果形指数；用游标卡尺、卷尺分别测定苗高、地径，用苗高与地径之比（简称高径比）作为树形指数。

表 1　种子数与子代苗木数
Table 1　Seeds and their seedlings

单株	种子数/粒	发芽数/粒	3 年生苗数/株	6 年生苗数/株	成苗率/%
1	34	29	23	19	55.88
2	34	26	21	18	52.94
3	33	26	20	18	54.55
4	35	26	21	19	54.29
5	20	15	8	8	40.00
6	33	24	20	18	54.55
7	36	28	20	16	44.44
8	35	24	11	11	31.43
9	18	16	12	10	55.56
合计	278	214	156	137	49.29

注：成苗率为 6 年生苗数与种子数之比。

2.4　数据分析

应用 Excel 和 SPSS 软件进行相关数据处理。

3　结果与分析

3.1　不同单株果实变异特征分析

3.1.1　单株间果实变异特征　果实形态指标方差分析（表 2）结果显示，‘马罕’果实的单果质量、果长、果径和长径比在 9 个单株间具有极显著差异（$P<0.01$）。

表 2　单株间果实形态指标方差分析
Table 2　ANOVA on morphological indicators of seed among different trees

变因	df	单果质量		果长		果径		果长/果径	
		MS	F 值	MS	F 值	MS	F 值	MS	F 值
子代间	8	99.69	15.40**	774.81	41.27**	61.80	20.99**	0.90	20.90**
子代内	351	6.47		18.78		2.95		0.04	

注：*为差异显著（$P<0.05$），**为差异极显著（$P<0.01$），下同。

坚果形态多重比较（表 3）结果显示，1 号和 2 号之间单果质量、果长和果径差异不显著（$P>0.05$），长径比却差异显著（$P<0.05$），说明两者坚果大小相似，形状却不同；3 号、5 号和 8 号 4 个坚果形态指标两两之间均差异不显著（$P>0.05$）；3 号、4 号和 5 号 4 个坚果形态指标两两之间也均差异不显著（$P>0.05$）；2 号和 7 号之间单果质量、果长、果径差异显著（$P<0.05$），长径比差异不显著（$P>0.05$），说明两者坚果形状相似，大小却不同；7 号除长径比与 2 号未表现出显著性差异（$P>0.05$），与其它单株的 4 个坚果形态指标均差异显著（$P<0.05$）；9 号果长、长径比与其它单株差异显著（$P<0.05$），单果质量与 1 号、4 号、5 号、6 号差异不显著（$P>0.05$），其余差异显著（$P<0.05$），果径与 1 号、2 号、7 号差异显著（$P<0.05$），其余不显著（$P>0.05$）。

3.1.2　单株内坚果形态指标变异分析　根据表 3 变异系数（*CV*）的大小，参考吴文龙等[9]的研究，将 4 个果实性状的变异类型分为高变异型（$CV\geqslant 20\%$）、中变异型（$10\%\leqslant CV<20\%$）和低变异型（$CV<10\%$），其中单果质量达到高变异型，果长、果径和长径比均为低变异型。各单株 *CV* 值如下：（1）单株内坚果的单果质量 *CV* 为 17.06% ~ 36.26%，高变异型为 3 号、4 号、5 号、6 号、7 号、8 号和 9 号单株，1 号和 2 号为中变异型；单果质量极差最大的是 7 号单株，达 5.79 倍。（2）果长的 *CV* 为 5.34% ~ 11.89%，中变异型为 3 号和 7 号单株，其余单株为低变异型；果长极差最大的是 3 号，为 1.98 倍。（3）果径的 *CV* 为 4.58% ~ 9.57%，均为低变异型，变异幅度最小的为 2 号单株。（4）长径比的 *CV* 为 5.25% ~ 9.88%，均为低变异型，最小的为 2 号单株。对‘马罕’9 个单株坚果的 4 个性状的变异幅度进行比较和分析，总体变异幅度较大的为单果质量，最小的为果径。其中 7 号变异幅度较高，2 号变异幅度较小。

表 3 单株间坚果形态指标均值的多重比较和变异分析

Table 3 Multiple comparison and variation analysis on mean morphological indicators of seed among different trees

单株	单果质量			果长		
	均值/g	*CV*/%	范围/g	均值/mm	*CV*/%	范围/mm
1	11.42±1.95abc	17.06	6.22 ~ 15.17	57.13±3.05b	5.34	49.93 ~ 62.30
2	10.87±1.92bc	17.67	6.40 ~ 15.91	55.27±3.14bcd	5.68	49.85 ~ 64.06
3	10.19±2.39bc	23.43	5.43 ~ 16.75	55.17±5.62cd	10.18	30.71 ~ 60.68
4	11.15±2.40abc	21.52	3.04 ~ 16.14	57.01±3.40bc	5.96	47.45 ~ 62.96
5	10.91±3.04abc	27.87	3.81 ~ 15.10	55.56±4.10bcd	7.38	39.38 ~ 61.38
6	12.15±3.11ab	25.64	4.96 ~ 17.82	53.73±4.88d	9.09	37.01 ~ 61.45
7	7.23±2.62d	36.26	2.29 ~ 13.25	43.98±5.23e	11.89	34.43 ~ 54.74
8	9.99±2.38c	23.86	5.37 ~ 14.48	54.02±4.42d	8.18	44.89 ~ 63.66
9	12.76±2.79a	21.86	3.11 ~ 16.83	59.82±4.38a	7.33	44.81 ~ 65.28
平均	10.74±2.51	23.91		54.63±4.25	7.89	

单株	果径			果长/果径		
	均值/mm	*CV*/%	范围/mm	均值	*CV*/%	范围
1	24.34±2.00ab	8.24	19.32 ~ 28.40	2.36±0.22b	9.47	1.98 ~ 2.89
2	25.25±1.16a	4.58	21.87 ~ 27.10	2.19±0.12c	5.25	1.95 ~ 2.47
3	23.07±1.39bc	6.04	19.17 ~ 25.85	2.39±0.23b	9.74	1.60 ~ 2.89
4	23.14±1.71bc	7.40	15.86 ~ 25.82	2.47±0.19b	7.65	2.07 ~ 3.14
5	23.05±1.75bc	7.59	19.32 ~ 26.57	2.42±0.19b	7.93	1.98 ~ 2.78
6	23.09±1.96bc	8.48	19.13 ~ 26.44	2.33±0.21b	9.01	1.90 ~ 2.73
7	20.65±1.98d	9.57	15.32 ~ 24.10	2.14±0.21c	9.67	1.74 ~ 2.61
8	22.94±1.35c	5.90	19.71 ~ 26.13	2.36±0.21b	8.93	1.99 ~ 2.90
9	22.69±1.91c	8.40	17.16 ~ 27.22	2.65±0.26a	9.88	1.84 ~ 3.06
平均	23.14±1.69	7.36		2.37±0.20	8.61	

注：各列中不同字母表示差异显著（P<0.05），相同字母表示差异不显著。下同。

3.2 不同子代苗木变异分析

3.2.1 苗木生长表现 不同子代生长累计观测值（表 4）结果显示，3 年生苗高 45.95 ~ 78.67 cm，平均 56.99 cm，地径 5.75 ~ 9.30 mm，平均 7.58 mm，高径比 6.95 ~ 8.88，平均 7.73。6 年生苗高 111 ~ 161.88 cm，平均 134.43 cm，地径 19.54 ~ 29.29 mm，平均 23.11 mm，平均高径比 5.95。后 3 年增加的苗高（地径）与前 3 年之比为增长率，苗高和地径增长率较大的均是前期生长较慢的 7 号、8 号单株后代，地径增长率比苗高增长率大，6 年生高径比明显下降，苗木生长越来越粗壮。

表 4 不同子代生长累计观测值

Table 4 Growth of filial generation of different trees

子代	3 年生			6 年生			增长率/%	
	苗高/cm	地径/mm	苗高/地径	苗高/cm	地径/mm	苗高/地径	苗高	地径
1	60.61 ± 13.96	8.38 ± 1.87	7.33	136.32 ± 27.74	22.34 ± 4.75	6.29	125	167
2	49.48 ± 11.99	7.12 ± 1.65	6.95	111.00 ± 48.47	19.54 ± 10.12	5.92	124	175
3	57.35 ± 17.52	8.03 ± 2.98	7.47	132.39 ± 34.20	21.46 ± 6.36	6.32	131	167
4	53.95 ± 16.46	7.29 ± 2.10	7.44	132.00 ± 39.37	23.97 ± 7.28	5.57	145	229
5	73.00 ± 23.10	9.30 ± 2.92	7.93	161.88 ± 21.53	29.29 ± 5.65	5.64	122	215
6	55.90 ± 16.85	7.44 ± 2.24	7.56	139.11 ± 42.98	23.83 ± 7.90	5.95	149	220
7	45.95 ± 13.20	5.75 ± 1.99	8.19	115.81 ± 41.68	19.86 ± 8.13	5.96	152	245
8	55.64 ± 16.10	7.34 ± 1.87	7.81	141.00 ± 37.87	24.21 ± 7.06	5.87	153	230
9	78.67 ± 13.36	8.93 ± 1.39	8.88	140.40 ± 43.54	23.51 ± 7.49	5.99	78	163
平均	58.95 ± 15.84	7.73 ± 2.11	7.73	134.43 ± 37.48	23.11 ± 7.19	5.95	131	201

3.2.2 3 年生苗木各生长指标分析 3 年生苗木各生长指标方差分析（表 5）结果显示，苗高、地径和高径比均表现出极显著差异（$P < 0.01$）。

苗高多重比较（表 6）结果显示，9 号和 5 号之间差异不显著（$P > 0.05$），与其它子代间差异显著（$P < 0.05$）；1 号、3 号、4 号、6 号和 8 号两两之间差异不显著（$P > 0.05$）；7 号与 2 号、4 号和 8 号之间差异不显著（$P > 0.05$），与其它子代间差异显著（$P < 0.05$）。子代间子代苗木苗高最大的为 9 号，最小的为 7 号。对照坚果质

量指标，总体上坚果质量较重苗高生长较高、坚果质量较轻苗高生长较矮，相关分析结果显示，坚果质量与苗高相关系数为 0.63。

表 5　3 年生苗木生长指标方差分析

Table 5　ANOVA on growth traits of 3-year seedlings of different trees

变因	df	苗高		地径		苗高/地径	
		MS	F 值	MS	F 值	MS	F 值
子代间	8	1 481.72	6.15**	17.30	3.77**	4.95	2.64**
子代内	147	240.85		4.59		1.88	

地径多重比较（表 6）结果显示，5 号与 1 号、3 号、9 号差异不显著（$P > 0.05$），与其它子代间差异显著（$P < 0.05$）；1 号、2 号、3 号、4 号、6 号和 8 号两两之间差异不显著（$P > 0.05$）。子代间子代苗木地径最大的为 5 号，最小的为 7 号。对照坚果质量指标，总体上坚果质量较重苗的地径生长较粗、坚果质量较轻苗的地径生长较细，相关分析结果显示，坚果质量与地径相关系数为 0.71。苗高与地径之比多重比较，结果显示，1 号、2 号、3 号、4 号、5 号、6 号、8 号两两之间差异不显著（$P > 0.05$）；5 号、7 号、8 号、9 号两两之间差异不显著（$P > 0.05$）；2 号与 7 号、9 号差异显著（$P < 0.05$）。子代间子代高径比最大的为 9 号，最小的为 2 号。

表 6　3 年生苗木生长指标多重比较

Table 6　Multiple comparison on growth traits of 3-year seedlings of different trees

子代	苗高/cm	地径/mm	高径比	子代	苗高/cm	地径/mm	高径比
1	60.61bc	8.38abc	7.33c	6	55.90cd	7.44bc	7.56bc
2	49.48de	7.12c	6.95c	7	45.95e	5.75d	8.19ab
3	57.35cd	8.03abc	7.47bc	8	55.64cde	7.34bc	7.81abc
4	53.95cde	7.29c	7.44bc	9	78.67a	8.93ab	8.88a
5	73.00ab	9.30a	7.93abc				

3.2.3　3 年生不同子代内苗木生长指标分析　不同子代 3 年生苗木个体间单样本 t 检验（表 7）结果显示，7 号和 9 号子代子代苗木个体间苗高和地径均具有极显著差异（$P < 0.01$），2 号、3 号、6 号子代内苗木个体间苗高具有显著差异（$P < 0.05$），1 号子代内子代苗木个体间地径具有显著差异（$P < 0.05$），其余子代内子代苗木个体间苗高和地径均未表现出显著性差异（$P > 0.05$）。

表 7　3 年生子代内个体间比较

Table 7　T-test on growth traits of 3-year seedlings of different trees

子代	苗高		地径	
	t 值	Sig	t 值	Sig
1	– 0.134	0.894	3.532	0.002
2	– 4.404	0.000	0.331	0.744
3	– 2.982	0.008	1.119	0.278
4	– 1.962	0.064	0.626	0.538
5	1.470	0.185	2.228	0.061
6	– 2.426	0.027	0.349	0.732
7	– 4.744	0.000	– 2.555	0.020
8	– 0.666	0.522	1.009	0.339
9	4.304	0.003	4.519	0.002

注：$0.01 < Sig \leqslant 0.05$ 为差异显著，$Sig \leqslant 0.01$ 为差异极显著。

3.2.4　6 年生苗木生长指标分析　6 年生苗木各指标方差分析（表 8）结果显示，6 年生苗木的苗高、地径和高径比均未表现出显著性差异（$P > 0.05$）。

表 8　6 年生苗木生长指标方差分析

Table 8　ANOVA on growth traits of 6-year seedlings of different trees

变因	df	苗高		地径		苗高/地径	
		MS	F 值	MS	F 值	MS	F 值
子代间	8	2 766.76	1.83	96.23	1.74	1.03	0.94
子代内	128	1 512.92		55.21		1.10	

4 结论与讨论

美国山核桃为雌雄同株、雌雄异花植物，多数品种雌雄花花期不遇，表现为异花授粉结实，其后代性状会发生严重分离[10-12]。‘马罕’就是一个典型的异花授粉结实品种，雌花早雄花迟，雌雄花花期基本不遇，需要其他品种授粉。美国山核桃核果的基本特征还表现出胚乳直感和果实直感现象，核果重、每簇果数都与花粉亲本相关，而坚果大小源于母本，表现为果实直感[13]。本试验中‘马罕’的不同单株授粉环境不同，花粉亲本的差异及授粉、受精情况不同，导致单株间坚果质量达到高变异，单株内的单果质量除 1 号和 2 号为中变异型，其他单株为高变异型。

不同子代间子代 3 年生苗高、地径差异极显著（$P < 0.01$），高径比差异显著（$P < 0.05$），坚果质量与苗高、地径显著相关，即苗高与地径随坚果质量的增大而增加，而 6 年生苗木苗高、地径和高径比在不同子代间差异不显著（$P > 0.05$），说明随着‘马罕’子代的生长，其坚果质量对其影响会逐渐减小，差异性变得不再明显。

参考文献：

[1] 张日清，吕芳德. 美国山核桃在原产地分布、引种栽培区划及主要栽培品种分类研究概述[J]. 经济林研究，2002，20（3）：53 – 55.
[2] 张日清，李江，吕芳德，等. 我国引种美国山核桃历程及资源现状研究[J]. 经济林研究，2003，21（4）：107 – 109.
[3] 熊新武，习学良，范志远，等. 3 个美国山核桃优良品种的生物学特性调查[J]. 西部林业科学，2006，35（3）：81 – 86.
[4] 孙玉栓，韩应彬. 薄壳山核桃研究进展概述[J]. 现代园艺，2013，22（11）：12 – 13
[5] 侯冬培，习学良，石卓功. 我国薄壳山核桃研究概况[J]. 山东林业科技，2007，（4）：53 – 55 .
[6] 常君，姚小华，王开良，等. 不同无性系美国山核桃种子对其苗木根系生长影响的研究[J]. 西南师范大学学报，2009，34（1）：109 – 114.
[7] 朱海军，徐奎源，刘广勤，等. 美国薄壳山核桃设施育苗技术[J]. 浙江林业科技，2010，30（3）：75 – 78.
[8] 韩宁林. 薄壳山核桃在中国[J]. 浙江林业科技，1995（3）：47 – 49.
[9] 吴文龙，李永荣，方亮，等. 薄壳山核桃果实性状的遗传变异与相关性研究[J]. 经济林研究，2010，28（3）：25 – 30.
[10] 中国树木志编委会. 中国主要树种造林技术[M]. 北京：农业出版社，1978：949 – 955.
[11] 柳鎏，孙醉君. 中国重要经济树种[M]. 南京：江苏科学技术出版社，1986：78 – 79.
[12] 吴文龙，闾连飞. 美国山核桃的引种栽培[J]. 江苏林业科技，2003，30（1）：11 – 13.
[13] THOMPSON T E，GRAUKE L J. Pecan Tree Growth and Precocity[J]. J Am Soc Hor Sci，2003，128（1）：63 – 66.