

川渝地区三年桐天然群体种实变异

武华卫 辜云杰 陈建国 高洁 罗建勋*

(四川林业科学研究院 四川成都 610018)

摘要: 研究川渝地区12个有代表性的三年桐群体群体间和群体内的种实变异,对14个种实性状采用方差分析、多重比较、变异系数比较、重复力和相关分析等进行了统计分析。结果表明,三年桐种实性状在群体间和群体内均存在极其丰富的变异。种子的形态变异较果实稳定,各性状变异系数变幅为7.89%~28.54%。群体内性状分化系数平均变异为74.26%,群体间变化幅度为6.43%~74.93%,平均性状分化系数为25.74%,群体内变异高于群体间。

关键词: 三年桐; 群体; 种实; 变异

中图分类号: S722.3

文献标识码: A

文章编号: 1003-5508(2014)01-0006-08

A Study of Variation of Seed Character in Natural Populations of *Alewives fordii* in Sichuan and Chongqing Areas

WU Hua-wei GU Yun-jie CHEN Jian-guo GAO Jie LUO Jian-xun*

(Sichuan Academy of Forestry, Chengdu 610081, China)

Abstract: Researches were conducted on the inter-population and intra-population variation of seeds of 12 representative natural *Alewives fordii* populations in Sichuan and Chongqing areas. Statistical analysis such as variance analysis, multiple comparison, variation coefficient comparison, repeatability comparison and correlation analysis were adopted to explore the character of fourteen kinds of seeds. The results showed that the intraspecific seed character of inter-population and intra-population of *Alewives fordii* had plentiful variations. The variation of seed morphology was more stable than that of fruit morphology. The variation coefficient of seed morphology ranged from 6.43% to 74.93%, with the average of 25.74%, which showed that variation of intra-population (74.26%) was higher than that of inter-population.

Key words: *Alewives fordii* population seed variation

三年桐(*Alewives fordii* Hemsl)学名油桐,生长快,结实早,产量高,是我国特有的经济林木,为我国四大木本油料植物之一,已有1200多年的栽培历史。由于诸多原因,四川的三年桐种质资源丢失严重,急需进行抢救性种质资源的收集和保存。要对三年桐群体进行科学的保护和合理利用,需要弄清群体的表型变异情况。表型变异是遗传多样性研究的重要内容,是研究遗传多样性最为直接有效的方法,本研究旨在通过对三年桐各表型性状的调查分析,揭示三年桐的种实的性状变异,为科学保护与

利用三年桐资源提供一定的理论参考。

1 材料与方 法

1.1 样地及样本采集

在川渝地区三年桐分布区,以县(区)作为单位,分别选取三年桐12个采样地(即西段区四川的会东、盐源、美姑、荣县、邛崃,中段区四川的朝天、万源、平昌、梓潼以及重庆的万州、涪陵、秀山),所采集的三年桐属于小米桐类群。于2010年10月~11

收稿日期: 2013-10-11

基金项目: 重要树种种质资源保护与可持续利用关键技术研究(201204307)。

作者简介: 武华卫(1985-),女,硕士,研究方向: 林木遗传育种。

通讯作者: 罗建勋(1964-),男,博士,研究员,研究方向: 林木遗传育种。

月在各采样地分单株采集样本, 每群体分别随机选取 30 株左右单株(单株间距离 30 m 以上), 每单株树冠中部偏南向采集至少 30 个成熟种实, 采回后分单株风干保存。

1.2 性状测定及计算

选取 14 个形态性状: 果重、果长径、果宽径、果长径/宽径、果皮厚度、种子粒数、种子单粒重、种子总重、种子长径、种子宽径、种子窄径、种子长径/宽径、种子长径/窄径、出籽率; 其中, 种子总重为一个果实内种子总重量; 测定种子单粒重时, 随机选取一个果实内的种子进行测定。

12 个群体 300 个单株的每个观测性状各随机测定 30 次。果重、种子单粒重、种子总重用电子天平测定, 测量精度为 0.01 g; 果长径、果宽径、果皮厚度、种子长径、种子宽径、种子窄径形态性状用游标卡尺测定, 测量精度为 0.01 cm; 种子粒数是每个果实出籽粒数, 计数单位为粒; 果长径/宽径 = 果长径 ÷ 果宽径, 种子长径/宽径 = 种子长径 ÷ 种子宽径, 种子长径/窄径 = 种子长径 ÷ 种子窄径, 出籽率 = 种子总重 ÷ 果重 × 100。

1.3 数据处理

采用 Excel 和 SPSS18.0 统计软件对各性状进行描述性统计、方差分析、Duncan 多重比较和相关分析, 其中方差分析采用巢式设计, 设有 P 个群体, $C = \sum_{i=1}^M B_i$ 个单株, 每个单株单一性状观测 N 次, 以性状每次观测值为统计单元, 每个观测值的线性模型为: $Y_{ijk} = \mu + P_i + C/P_{j(i)} + e_{ijk}$, 其中: Y_{ijk} 表示第 i 个群体第 j 个单株第 k 个观测值, μ 为总均值, P_i 为第 i 个群体的效应值, $C/P_{j(i)}$ 为第 i 个群体中第 j 个单株某性状的效应值, e_{ijk} 为取样误差, 方差分析如表 1 所示。

表 1 方差分析
Table 1 Variance analysis

变异来源	自由度 df	离差平方和 SS	均方 MS	F 值	方差分量 EMS
群体间	P-1	SS _P	V _P	V _P /V _{C/P}	$\delta^2 + N\delta_{C/P}^2 + NC/p\delta_p^2$
群体内	C-P	SS _{C/P}	V _{C/P}	V _{C/P} /V _e	$\delta^2 + N\delta_{C/P}^2$
机误	CN-C	SS _e	V _e		δ^2
总和	CN-1				

2 结果与分析

2.1 三年桐群体间群体内种实性状的形态变异特征

对三年桐 12 群体 300 个单株的种实性状进行

了变异分析, 初步了解群体间群体内果实性状的遗传变异情况。

2.1.1 三年桐群体内种实性状变异分析

各群体内种实性状的均值、标准差、变幅、极差及变异系数见表 2。从表中可以看出, 三年桐果重各群体内变异幅度较大, 其中朝天群体变幅最大, 极差达 39.36 g, 涪陵群体变幅最小, 极差为 17.10 g, 朝天群体和邛崃群体变异系数均在 30% 以上, 平昌群体变异系数(19.61%) 最小。

各群体果长径、果宽径和果长径/宽径的变异较小, 分别为 7.63% ~ 14.54%、6.47% ~ 10.82%、5.51% ~ 10.47%, 荣县群体果长径和果宽径变异程度最大, 邛崃群体和盐源群体果长径和果宽径变异程度最小, 盐源群体和会东群体果长径/宽径变异程度分别为最小和最大。果皮厚度在群体内变异程度较大, 会东群体变幅为 0.11 cm ~ 0.49 cm, 其变异系数(27.68%) 为最大, 美姑群体(14.27%) 变异最小。

除了会东(23.34%)、涪陵(21.06%) 两个群体, 其它种子粒数群体内变异较小, 其变异系数在 15% 左右。种子单粒重、种子总重在群体内变异程度较大, 除了平昌群体、荣县群体的种子单粒重, 以及秀山群体的种子总重外, 其他各群体种子单粒重、种子总重均在 20% 以上。各群体种子长径、种子宽径、种子窄径、种子长径/宽径和种子长径/窄径的变异较小, 分别为 6.11% (会东群体) ~ 9.57% (荣县群体)、8.15% (涪陵群体) ~ 9.79% (平昌群体)、6.75% (梓潼群体) ~ 8.06% (平昌群体)、8.36% (美姑群体) ~ 14.75% (梓潼群体)、6.51% (美姑群体) ~ 8.48% (邛崃群体)。出籽率各群体变异系数最大达 23.18% (邛崃群体), 其次为会东群体、美姑群体、万州群体、盐源群体, 均在 20% 以上。

综上所述, 三年桐各群体内种实性状变异较丰富, 这为以后进行良种选育时确定种源选择提供了参考。

2.1.2 三年桐群体间种实性状变异分析

三年桐 12 个群体间种实性状的均值、标准差、变幅、极差和变异系数见表 3。从表可以看出, 各种实性状在群体间存在不同程度的变异, 变异系数均值的变异幅度为 7.89% ~ 28.54%, 总平均变异系数为 15.76%。各性状的变异系数由高到低的顺序为: 种子总重(28.54%)、果重(26.35%)、种子单粒重(25.90%)、果皮厚度(22.73%)、出籽率(20.06%)、种子粒数(16.44%)、果长径

(13.99%)、果长径/宽径(11.11%)、果宽径和种子长径/宽径(10.85%)、种子宽径(9.38%)、种子长径(8.54%)、种子长径/窄径(7.98%)、种子窄径(7.89%)。种子总重平均值为9.95 g,其变幅为2.72 g(梓潼群体)~23.78 g(朝天群体),果重平均值为19.47 g,其变幅为7.20 g(涪陵群体)~49.03 g(朝天群体);种子单粒重平均值为2.51 g,其变幅为0.31 g(梓潼群体)~5.00 g(朝天群体);出籽率平均值为51.80%,其变幅为26.31%(荣县群体)~81.61%(邛崃群体);种子粒数平均值约为4粒,其变幅为1粒(万州群体)~8粒(会东群体)。由数

据分析可以看出,果表型形态性状(果长径、果宽径、果长径/宽径)变异系数大于种子表型形态性状(种子长径、种子宽径、种子窄径、种子长径/宽径、种子长径/窄径)变异系数,前者变异系数为10.85%~13.99%,后者变异系数为7.89%~10.85%。

综上所述,三年桐群体间果实和种子形态性状变异幅度不大,说明其受较高的遗传控制,而品质性状(果重、种子单粒重、种子总重)、出籽率和种子粒数变异系数较大,需要进一步研究是否受到环境差异的影响。

表2 三年桐群体内各表型性状均值、标准差、变幅、极差及变异系数

Table 2 The average value, standard deviation, variation range, extreme value and variation coefficient differences of phenotypic traits in intra-population of *Vernicia fordii*

群体	果重				果长径			
	$\bar{x} \pm \delta$ (g)	变幅(g)	极差(g)	CV(%)	$\bar{x} \pm \delta$ (cm)	变幅(cm)	极差(cm)	CV(%)
朝天	19.25 ± 6.02	9.67 ~ 49.03	39.36	31.27	4.00 ± 0.40	3.12 ~ 5.97	2.85	10.00
万源	17.43 ± 3.72	9.38 ~ 31.68	22.30	21.34	4.17 ± 0.38	3.79 ~ 4.97	1.18	9.11
平昌	19.07 ± 3.74	11.37 ~ 30.46	19.09	19.61	3.79 ± 0.33	3.13 ~ 5.33	2.20	8.71
梓潼	21.96 ± 5.52	7.99 ~ 35.98	27.99	25.14	3.78 ± 0.30	2.96 ~ 4.60	1.64	7.94
万州	22.22 ± 4.89	13.34 ~ 37.24	23.90	22.01	4.89 ± 0.46	3.64 ~ 6.24	2.60	9.41
邛崃	21.80 ± 6.83	9.47 ~ 36.72	27.25	31.33	4.72 ± 0.36	3.87 ~ 5.90	2.03	7.63
涪陵	14.99 ± 3.19	7.20 ~ 24.30	17.10	21.28	4.16 ± 0.34	3.39 ~ 5.11	1.72	8.17
荣县	21.44 ± 4.86	11.75 ~ 37.50	25.75	22.67	3.99 ± 0.58	2.41 ~ 5.82	3.41	14.54
秀山	20.97 ± 4.28	11.72 ~ 38.05	26.33	20.41	4.90 ± 0.52	3.77 ~ 6.19	2.42	10.61
美姑	20.26 ± 4.23	12.59 ~ 33.29	20.70	20.88	4.82 ± 0.46	3.65 ~ 6.17	2.52	9.54
盐源	19.44 ± 4.73	9.00 ~ 37.21	28.21	24.33	3.98 ± 0.32	2.99 ~ 4.94	1.95	8.04
会东	17.59 ± 4.00	10.06 ~ 32.23	22.17	22.74	3.90 ± 0.37	2.97 ~ 5.10	2.13	9.49
群体	果宽径				果长径/宽径			
	$\bar{x} \pm \delta$ (g)	变幅(g)	极差(g)	CV(%)	$\bar{x} \pm \delta$	变幅	极差	CV(%)
朝天	4.04 ± 0.41	3.02 ~ 6.44	3.42	10.24	0.99 ± 0.09	0.60 ~ 1.82	1.22	9.05
万源	4.17 ± 0.31	3.44 ~ 5.15	1.71	7.47	1.15 ± 0.07	0.93 ~ 1.36	0.43	6.13
平昌	4.14 ± 0.29	3.14 ~ 4.96	1.82	6.97	0.92 ± 0.09	0.69 ~ 1.67	0.98	9.74
梓潼	4.36 ± 0.32	3.62 ~ 5.58	1.96	7.24	0.87 ± 0.06	0.70 ~ 1.07	0.37	6.71
万州	4.92 ± 0.45	3.59 ~ 6.17	2.58	9.21	0.99 ± 0.07	0.80 ~ 1.22	0.43	7.50
邛崃	4.51 ± 0.34	3.72 ~ 5.27	1.55	7.54	1.05 ± 0.08	0.84 ~ 1.32	0.48	7.62
涪陵	3.90 ± 0.34	2.72 ~ 4.82	2.10	8.68	1.07 ± 0.06	0.88 ~ 1.44	0.56	5.93
荣县	4.43 ± 0.48	3.35 ~ 5.86	2.51	10.82	0.90 ± 0.08	0.57 ~ 1.17	0.60	9.20
秀山	4.55 ± 0.46	3.46 ~ 6.44	2.98	10.13	1.08 ± 0.08	0.82 ~ 1.30	0.48	7.32
美姑	4.65 ± 0.32	3.95 ~ 5.48	1.53	6.83	1.04 ± 0.08	0.85 ~ 1.29	0.44	7.64
盐源	4.33 ± 0.28	3.31 ~ 5.20	1.89	6.47	0.92 ± 0.05	0.82 ~ 1.13	0.31	5.51
会东	4.17 ± 0.39	2.83 ~ 5.54	2.71	9.26	0.94 ± 0.10	0.63 ~ 1.38	0.75	10.47
群体	果皮厚度				种子粒数			
	$\bar{x} \pm \delta$ (g)	变幅(g)	极差(g)	CV(%)	$\bar{x} \pm \delta$ (粒)	变幅(粒)	极差(粒)	CV(%)
朝天	0.20 ± 0.04	0.10 ~ 0.34	0.24	19.45	4.35 ± 0.65	3 ~ 7	4	14.83
万源	0.22 ± 0.04	0.12 ~ 0.35	0.23	19.65	4.50 ± 0.59	3 ~ 5	2	13.03
平昌	0.20 ± 0.04	0.11 ~ 0.39	0.28	20.42	4.27 ± 0.64	2 ~ 5	3	14.95
梓潼	0.26 ± 0.05	0.16 ~ 0.42	0.26	18.14	4.49 ± 0.60	3 ~ 7	4	13.33
万州	0.22 ± 0.05	0.11 ~ 0.42	0.31	24.04	4.40 ± 0.69	1 ~ 6	5	15.68
邛崃	0.24 ± 0.04	0.10 ~ 0.33	0.23	15.89	4.34 ± 0.68	2 ~ 6	4	15.57
涪陵	0.19 ± 0.05	0.10 ~ 0.34	0.24	25.56	3.99 ± 0.84	1 ~ 5	4	21.06
荣县	0.25 ± 0.05	0.17 ~ 0.45	0.28	19.84	4.21 ± 0.70	1 ~ 5	4	16.74
秀山	0.19 ± 0.03	0.12 ~ 0.29	0.17	17.36	4.14 ± 0.63	2 ~ 5	3	15.10
美姑	0.23 ± 0.03	0.13 ~ 0.33	0.20	14.27	4.56 ± 0.58	3 ~ 6	3	12.76
盐源	0.21 ± 0.04	0.13 ~ 0.44	0.31	19.43	4.49 ± 0.65	2 ~ 6	4	14.50
会东	0.24 ± 0.07	0.11 ~ 0.49	0.38	27.68	4.07 ± 0.95	2 ~ 8	6	23.24

(续表 2)

群体	种子单粒重				重子总重			
	$\bar{x} \pm \delta$ (g)	变幅 (g)	极差 (g)	CV(%)	$\bar{x} \pm \delta$ (cm)	变幅 (g)	极差 (g)	CV(%)
朝天	2.48 ± 0.71	1.05 ~ 5.00	3.95	28.43	9.56 ± 3.06	4.06 ~ 23.78	19.72	32.01
万源	2.32 ± 0.51	1.15 ~ 4.00	2.85	22.15	8.38 ± 1.92	3.95 ~ 13.61	9.66	22.91
平昌	2.67 ± 0.51	0.90 ~ 3.85	2.95	19.15	9.25 ± 1.90	5.71 ~ 14.07	8.36	20.54
梓潼	2.64 ± 0.67	0.31 ~ 4.71	4.40	25.48	11.29 ± 2.93	2.72 ~ 21.91	19.19	25.95
万州	2.81 ± 0.64	1.15 ~ 4.95	3.80	22.81	12.44 ± 2.61	5.66 ~ 22.72	17.06	20.98
邛崃	2.53 ± 0.60	0.68 ~ 3.97	3.29	23.81	11.23 ± 2.84	4.68 ~ 19.28	14.60	25.29
涪陵	2.38 ± 0.55	0.45 ~ 3.50	3.05	23.23	7.59 ± 1.77	3.16 ~ 12.69	9.53	23.32
荣县	2.58 ± 0.51	0.50 ~ 3.80	3.30	19.65	11.08 ± 2.63	5.06 ~ 19.47	14.41	23.74
秀山	2.79 ± 0.62	1.00 ~ 4.25	3.25	22.22	11.63 ± 2.32	5.97 ~ 18.18	12.21	19.95
美姑	2.32 ± 0.54	1.20 ~ 3.55	2.35	23.37	10.32 ± 2.29	5.54 ~ 16.02	10.48	22.19
盐源	2.46 ± 0.69	0.55 ~ 4.75	4.20	28.09	9.39 ± 2.24	3.84 ~ 18.52	14.68	23.86
会东	2.20 ± 0.72	0.55 ~ 3.55	3.00	32.82	8.24 ± 2.06	4.15 ~ 17.74	13.59	25.00
群体	种子长径				种子宽径			
	$\bar{x} \pm \delta$ (cm)	变幅 (cm)	极差 (cm)	CV(%)	$\bar{x} \pm \delta$ (cm)	变幅 (cm)	极差 (cm)	CV(%)
朝天	2.40 ± 0.21	1.91 ~ 3.23	1.32	8.85	1.88 ± 0.16	1.43 ~ 2.58	1.15	8.51
万源	2.46 ± 0.18	1.43 ~ 2.99	1.56	7.42	1.88 ± 0.17	1.47 ~ 2.93	1.46	9.09
平昌	2.50 ± 0.18	1.54 ~ 2.94	1.40	7.05	1.94 ± 0.19	1.50 ~ 2.99	1.49	9.79
梓潼	2.43 ± 0.23	1.40 ~ 3.01	1.61	9.47	1.90 ± 0.18	1.02 ~ 2.62	1.60	9.32
万州	2.49 ± 0.19	2.04 ~ 3.44	1.40	7.72	1.98 ± 0.18	1.53 ~ 2.67	1.14	8.99
邛崃	2.42 ± 0.20	2.00 ~ 3.70	1.70	8.43	1.86 ± 0.17	1.23 ~ 2.24	1.01	8.99
涪陵	2.29 ± 0.15	1.84 ~ 2.68	0.84	6.61	1.90 ± 0.15	1.43 ~ 2.30	0.87	8.15
荣县	2.31 ± 0.22	1.80 ~ 2.87	1.07	9.57	1.81 ± 0.17	1.48 ~ 2.66	1.18	9.65
秀山	2.59 ± 0.17	2.02 ~ 3.07	1.05	6.64	2.06 ± 0.17	1.58 ~ 2.51	0.93	8.16
美姑	2.62 ± 0.16	2.08 ~ 2.99	0.91	6.17	2.02 ± 0.17	1.60 ~ 2.47	0.87	8.32
盐源	2.58 ± 0.18	2.06 ~ 3.16	1.10	6.78	1.90 ± 0.16	1.33 ~ 2.97	1.64	8.55
会东	2.41 ± 0.15	1.96 ~ 2.83	0.87	6.11	1.89 ± 0.17	1.43 ~ 2.94	1.51	9.13
群体	种子窄径				种子长径/宽径			
	$\bar{x} \pm \delta$ (cm)	变幅 (cm)	极差 (cm)	CV(%)	$\bar{x} \pm \delta$	变幅	极差	CV(%)
朝天	1.50 ± 0.11	1.15 ~ 1.91	0.76	7.54	1.28 ± 0.13	0.91 ~ 1.88	0.97	10.10
万源	1.51 ± 0.12	1.23 ~ 2.19	0.96	7.98	1.31 ± 0.12	0.79 ~ 1.59	0.80	8.76
平昌	1.55 ± 0.13	1.22 ~ 2.09	0.87	8.06	1.29 ± 0.13	0.74 ~ 1.56	0.82	10.07
梓潼	1.52 ± 0.10	1.22 ~ 1.82	0.60	6.75	1.29 ± 0.19	0.54 ~ 2.70	2.16	14.75
万州	1.52 ± 0.12	1.19 ~ 2.06	0.87	7.78	1.26 ± 0.12	0.98 ~ 1.60	0.62	9.17
邛崃	1.47 ± 0.10	1.22 ~ 1.75	0.53	6.84	1.31 ± 0.15	1.05 ~ 1.98	0.93	11.54
涪陵	1.46 ± 0.10	1.12 ~ 1.73	0.61	6.70	1.21 ± 0.12	0.95 ~ 1.56	0.61	9.68
荣县	1.44 ± 0.11	1.22 ~ 1.98	0.76	7.40	1.29 ± 0.15	0.80 ~ 1.62	0.82	11.36
秀山	1.60 ± 0.11	1.24 ~ 1.88	0.64	6.91	1.26 ± 0.12	1.02 ~ 1.66	0.64	9.12
美姑	1.57 ± 0.11	1.27 ~ 1.89	0.62	7.05	1.30 ± 0.11	1.04 ~ 1.58	0.54	8.36
盐源	1.52 ± 0.11	1.11 ~ 2.15	1.04	7.16	1.37 ± 0.12	0.86 ~ 1.63	0.77	8.96
会东	1.50 ± 0.11	1.18 ~ 2.13	0.95	7.33	1.28 ± 0.13	0.80 ~ 1.71	0.91	10.08
群体	种子长径/窄径				出籽率			
	$\bar{x} \pm \delta$	变幅	极差	CV(%)	$\bar{x} \pm \delta$ (%)	变幅 (%)	极差 (%)	CV(%)
朝天	1.60 ± 0.13	1.23 ~ 2.20	0.97	8.08	50.24 ± 8.86	34.15 ~ 69.91	35.76	17.64
万源	1.63 ± 0.12	1.11 ~ 1.91	0.80	7.04	48.65 ± 8.62	33.08 ~ 66.16	33.08	17.72
平昌	1.61 ± 0.13	1.06 ~ 1.88	0.82	8.08	49.12 ± 8.56	34.31 ~ 68.87	34.56	17.43
梓潼	1.60 ± 0.13	1.00 ~ 2.01	1.01	8.32	54.53 ± 8.77	33.98 ~ 73.06	39.08	16.08
万州	1.64 ± 0.12	1.36 ~ 1.98	0.62	7.05	57.21 ± 11.51	38.02 ~ 78.41	40.39	20.12
邛崃	1.65 ± 0.14	1.38 ~ 2.55	1.17	8.48	53.88 ± 12.49	34.44 ~ 81.61	47.17	23.18
涪陵	1.57 ± 0.12	1.31 ~ 1.92	0.61	7.47	51.47 ± 9.83	28.48 ~ 66.78	38.30	19.10
荣县	1.61 ± 0.13	1.06 ~ 1.92	0.86	8.21	52.26 ± 9.28	26.31 ~ 76.66	50.35	17.76
秀山	1.62 ± 0.12	1.38 ~ 2.02	0.64	7.10	56.49 ± 10.72	36.93 ~ 77.65	40.72	18.98
美姑	1.67 ± 0.11	1.41 ~ 1.95	0.54	6.51	51.74 ± 10.52	35.68 ~ 70.06	34.38	20.33
盐源	1.70 ± 0.12	1.19 ~ 1.96	0.77	7.22	49.35 ± 9.87	26.61 ~ 64.71	38.10	20.00
会东	1.61 ± 0.13	1.13 ~ 2.04	0.91	8.02	47.62 ± 10.40	31.08 ~ 68.42	37.34	21.84

表3 三年桐群体间各性状均值、标准差、变幅、极差及变异系数

Table 3 The average value ,standard deviation ,variation range ,extreme value and variation coefficient differences of phenotypic traits in inter - population of *Vernicia fordii*

性状	$\bar{x} \pm \delta$	变幅	极差	CV(%)
果重(g)	19.47 ± 5.13	7.20 ~ 49.03	41.83	26.35
果长径(cm)	4.29 ± 0.60	2.41 ~ 6.97	4.56	13.99
果宽径(cm)	4.33 ± 0.47	2.72 ~ 6.44	3.72	10.85
果长径/宽径	0.99 ± 0.11	0.70 ~ 1.14	0.44	11.11
果皮厚度(cm)	0.22 ± 0.05	0.10 ~ 0.49	0.39	22.73
种子粒数(粒)	4.32 ± 0.71	1 ~ 8	7	16.44
种子单粒重(g)	2.51 ± 0.65	0.31 ~ 5.00	4.69	25.90
种子总重(g)	9.95 ± 2.84	2.72 ~ 23.78	21.06	28.54
种子长径(cm)	2.46 ± 0.21	1.40 ~ 3.70	2.30	8.54
种子宽径(cm)	1.92 ± 0.18	1.02 ~ 2.99	1.97	9.38
种子窄径(cm)	1.52 ± 0.12	1.11 ~ 2.19	1.08	7.89
种子长径/宽径	1.29 ± 0.14	0.54 ~ 2.70	2.16	10.85
种子长径/窄径	1.63 ± 0.13	1.00 ~ 2.55	1.55	7.98
出籽率(%)	51.80 ± 10.39	26.31 ~ 81.61	55.30	20.06

表4 列出了三年桐 12 个群体种实性状的变异系数。由表4可知,三年桐群体种实性状的变异系数也存在一定的差异,但差异不大。三年桐各群体平均变异系数变动范围为 10.98% ~ 14.69%,总平

表4 三年桐群体表型性状的变异系数

Table 4 Coefficients of variation of phenotypic traits in *Vernicia fordii* populations

群体	朝天	万源	平昌	梓潼	万州	邛崃	涪陵	荣县	秀山	美姑	盐源	会东
CV(%)	13.86	11.51	11.89	12.83	12.66	12.77	12.71	13.30	11.74	10.98	12.08	14.69

表5 三年桐群体间群体内各种实性状方差分析结果

Table 5 Variance analysis of phenotypic traits of inter-population and intra-population of *Vernicia fordii*

性状	均方 MS			F 值	
	群体间	群体内	机误	群体间	群体内
果重(g)	1087.5059	294.9251	11.9087	3.6874**	24.7654**
果长径(cm)	54.0962	1.3886	0.0922	38.9579**	15.0635**
果宽径(cm)	21.3340	1.1581	0.0794	18.4220**	14.5798**
果长径/宽径	1.8999	0.0296	0.0045	64.2648**	6.5224**
果皮厚度(cm)	0.1373	0.0171	0.0015	8.0400**	11.2607**
种子粒数(粒)	9.0243	3.5521	0.3660	2.5406**	9.7051**
种子单粒重(g)	10.0408	3.5964	0.2504	2.7919**	14.3598**
种子总重(g)	607.2460	69.8065	3.3729	8.6990**	20.6962**
种子长径(cm)	2.6337	0.3455	0.0196	7.6235**	17.6056**
种子宽径(cm)	1.1635	0.1885	0.0233	6.1739**	8.0741**
种子窄径(cm)	0.4709	0.0998	0.0088	4.7174**	11.2845**
种子长径/宽径	0.3810	0.0839	0.0148	4.5390**	5.6762**
种子长径/窄径	0.3153	0.0761	0.0124	4.1427**	6.1271**
出籽率(%)	2683.1180	351.4569	89.2935	7.6343**	3.9360**

注: * 表示在 0.05 水平上差异显著; ** 表示在 0.01 水平上差异显著; 下同。

2.1.4 三年桐种实性状多重比较

三年桐种实性状的方差分析表明,果重、果长

均变异系数为 12.59%,各群体平均变异系数从大到小依次为会东群体(14.69%)、朝天群体(13.86%)、荣县群体(13.30%)、梓潼群体(12.83%)、邛崃群体(12.77%)、涪陵群体(12.71%)、万州群体(12.66%)、盐源群体(12.08%)、平昌群体(11.89%)、秀山群体(11.74%)、万源群体(11.51%)、美姑群体(10.98%)。会东群体(14.69%)种实性状的变异系数最大,其种实变异较其它群体丰富。

2.1.3 三年桐种实变异水平方差分析

通过对三年桐群体间、群体内种实变异分析可知均存在一定的变异,则需要通过巢式设计方差分析法对 14 个性状进行差异性分析,从而证明差异是否达到显著或极显著水平,其分析结果见表 5。由表 5 可知,经 F 检验,三年桐种实的所有性状在群体间和群体内的差异均达到了显著水平($\alpha = 0.01$),表明三年桐种实性状在群体间、群体内存在广泛变异,进而表明三年桐受个体间遗传差异和环境压力差异影响较大。这丰富的种实表型变异将会为优良林木种质资源选择和物种多样性保护奠定物质基础。

径、果宽径等 14 个种实性状基本上在群体间和群体内差异达到极显著水平,但这只表明各水平的总体平均数不全相等,并不能显示每两水平之间总体平均数是否不等。因此,在方差分析的基础上,对三年桐 14 个种实性状进行多重比较(Duncan 法)分析,来检验性状在群体间两两差异状况,其结果见表 6。

由表 6 可知,三年桐果重性状表现为万州群体、邛崃群体、荣县群体较好,并在 0.05 水平上与其它群体差异显著;盐源群体与朝天群体、平昌群体,以及会东群体与万源群体差异不显著;涪陵群体表现最差,在 0.05 水平上与其它群体存在显著差异。

三年桐果长径、果宽径表现较好的为万州群体、盐源群体,表现较差的分别为梓潼群体和涪陵群体,万州群体和盐源群体分别在 0.05 水平上与其它群体存在显著差异;梓潼群体和平昌群体果长径均在 0.05 水平上与其它群体存在显著差异;朝天群体、涪陵群体果宽径均在 0.05 水平上与其它群体存在显著差异。

摇摇表 6 三年桐种实性状的多重比较

Table 6 Multiple comparison of phenotypic traits of inter-population of *Vernicia fordii*

果重 群 体	果长径 Duncan	果宽径 Duncan	果长径/宽径 Duncan	果皮厚度 Duncan	种子粒数 Duncan	种子单粒重 Duncan	种子总重 Duncan	种子长径 Duncan	种子宽径 Duncan	种子窄径 Duncan	种子长径/宽径 Duncan	种子长径/窄径 Duncan	出籽率 Duncan	
														群 体
5	abc	9	a	5	a	5	a	10	a	9	a	11	a	5
6	bcd	5	b	8	ab	9	b	9	ab	10	b	10	b	9
8	cd	10	c	6	bc	4	bc	11	b	3	c	6	bc	4
9	de	2	d	12	c	6	bc	3	c	11	d	10	bc	6
4	de	6	e	10	d	8	cde	5	cd	4	e	3	cd	8
10	e	7	e	5	e	13	d	2	de	5	de	4	cde	10
11	f	1	f	11	e	10	def	4	ef	2	de	3	def	7
1	f	8	f	11	ef	1	e	6	fg	12	ef	12	def	1
3	f	11	f	3	g	11	e	12	fg	1	ef	8	def	11
12	g	12	g	1	g	3	e	1	fg	6	f	4	ef	3
2	g	3	h	7	h	2	f	8	h	7	fg	5	efg	2
7	h	4	h	9	h	7	g	7	h	8	h	7	efg	12

注: 1-朝天, 2-万源, 3-平昌, 4-梓潼, 5-万州, 6-邛崃, 7-涪陵, 8-荣县, 9-秀山, 10-美姑, 11-盐源, 12-会东。

三年桐果长径/宽径性状比值较大的是万源群体, 其次是秀山群体、涪陵群体, 且其它群体在 0.05 水平上存在显著差异, 说明这几个群体其果实外形不太圆。

三年桐果皮较薄的群体有秀山群体、涪陵群体、朝天群体和平昌群体, 秀山群体和涪陵群体在 0.05 水平上与其它群体存在显著差异; 果皮较厚的群体为梓潼群体和荣县群体。

三年桐种子粒数性状表现较好的为美姑群体, 在 0.05 水平上与万州群体、朝天群体、邛崃群体、平昌群体、荣县群体、秀山群体、会东群体和涪陵群体存在显著差异。

三年桐种子单粒重和种子总重性状表现较好的为万州群体和秀山群体, 最差的分别为会东群体和涪陵群体, 万州群体和秀山群体在 0.05 水平上与其它群体存在显著差异。

三年桐种子长径、种子宽径、种子窄径性状表现较好的均为秀山群体和美姑群体, 且与其它群体在 0.05 水平上存在显著差异; 种子长径/宽径、种子长径/窄径性状比值较大的为盐源群体, 种子长径性状表现较差的是涪陵群体, 种子宽径、种子窄径性状表现较差的是荣县群体, 种子长径/宽径、种子长径/窄径性状比值(即种子形状较圆)较小的是涪陵群体。

三年桐出籽率较高的是万州群体和秀山群体, 且在 0.05 水平上与其他群体存在显著差异; 表现最差的是会东群体, 盐源群体、朝天群体、万源群体和平昌群体, 出籽率均较低。

综合三年桐各种实性状的多重比较结果可知, 三年桐种实性状在不同地区存在一定的差异性, 可能跟其地理生态因子等有关。

2.2 三年桐种实性状的重复力

由于重复力是基因型和环境共同作用的结果, 再则一般环境的影响在同一个群体中变化不大, 因此, 重复力的大小在一定程度上能代表某个群体某一性状的遗传稳定性。

三年桐各群体种实性状的重复力见表 7。由表 7 可知, 三年桐种实性状的重复力在不同群体间变异幅度不大, 其均值大小范围为 0.1104 ~ 0.4506, 总平均重复力为 0.2976; 从整体上看, 各性状的重复力均不高, 说明其易受环境的影响, 而受遗传的强度较低。

三年桐不同群体的各种实性状重复力均值差异不大, 三年桐均值大小范围为 0.1595 ~ 0.3900, 总平均重复力为 0.2976; 由数据整体分析可以得出,

各群体种实性状的重叠力同各性状的重叠力一样均不高,基本上都低于 0.5,说明三年桐的生长极易受到环境的影响。

2.3 三年桐群体间的性状分化

根据巢式设计方差分量比组成方法,分析得出三年桐群体间、群体内和个体内(机误)的三个方差分量以及各自占总变异的比例,群体间的性状分化系数(V_{st})用群体间的方差分量占遗传总变异(即群体间、群体内方差分量之和)的百分比表示,其结果分别见表 8。

表 7 三年桐各群体种实性状的重叠力

Table 7 The repeatability of phenotypic traits in *Vernicia fordii* populations

性状 群体	朝天	万源	平昌	梓潼	万州	邛崃	涪陵	荣县	秀山	美姑	盐源	会东	平均
果重(g)	0.7542	0.3356	0.1728	0.4764	0.4808	0.4870	0.2520	0.6180	0.3663	0.5422	0.4899	0.1238	0.4249
果长径(cm)	0.5271	0.0904	0.2907	0.5888	0.4906	0.4156	0.4165	0.6542	0.3601	0.4820	0.6276	0.4634	0.4506
果宽径(cm)	0.4762	0.0935	0.1946	0.4902	0.5566	0.3937	0.2730	0.6819	0.3465	0.4069	0.5723	0.4404	0.4105
果长径/宽径	0.2607	0.0741	0.0613	0.2366	0.1851	0.2153	0.2068	0.2782	0.2715	0.3830	0.1037	0.3340	0.2175
果皮厚度(cm)	0.3612	0.1442	0.2291	0.3836	0.3597	0.3850	0.1563	0.3174	0.1752	0.1835	0.2196	0.3516	0.2722
种子粒数(粒)	0.3004	0.0189	0.0873	0.1781	0.1176	0.0776	0.3366	0.3520	0.1135	0.2528	0.3018	0.4134	0.2125
种子单粒重(g)	0.5876	0.3666	0.1386	0.3200	0.4650	0.6189	0.2459	0.2050	0.1577	0.5341	0.2627	0.3490	0.3543
种子总重(g)	0.6862	0.3661	0.1966	0.3474	0.4214	0.6084	0.3426	0.4483	0.2739	0.5084	0.4780	0.1615	0.4032
种子长径(cm)	0.6368	0.3793	0.3036	0.5210	0.5860	0.3910	0.4224	0.5480	0.3026	0.4500	0.3016	0.1826	0.4187
种子宽径(cm)	0.1083	0.1695	0.1049	0.1176	0.3481	0.2746	0.1808	0.1027	0.2218	0.4716	0.2937	0.1087	0.2085
种子窄径(cm)	0.2222	0.2356	0.1465	0.3130	0.4421	0.5423	0.2223	0.3172	0.2639	0.5060	0.3415	0.1252	0.3065
种子长径/宽径	0.2233	0.0238	0.1104	0.1260	0.2041	0.2675	0.2123	0.2111	0.1277	0.3025	0.1465	0.1355	0.1742
种子长径/窄径	0.2233	0.0238	0.1115	0.3173	0.2041	0.3490	0.2123	0.2693	0.1277	0.3025	0.1465	0.1355	0.2019
出籽率(%)	0.0465	0.0240	0.0846	0.3396	0.1222	0.1937	0.0502	0.1284	0.0836	0.1339	0.0263	0.0914	0.1104
平均	0.3867	0.1675	0.1595	0.3397	0.3559	0.3728	0.2521	0.3665	0.2280	0.3900	0.3080	0.2440	0.2976

表 8 三年桐表型性状的方差分量及群体间(内)表型分化系数

Table 8 The Variance component and differentiation coefficient of phenotypic traits among (within) *Vernicia fordii* populations

性状	方差分量			方差分量百分比			表型分化系数 V_{st} (%)
	群体间	群体内	机误	群体间	群体内	机误	
果重(g)	3.1703	28.3016	11.9087	0.0731	0.6524	0.2745	10.07
果长径(cm)	0.2108	0.1296	0.0922	0.4873	0.2996	0.2131	61.92
果宽径(cm)	0.0807	0.1079	0.0794	0.3011	0.4025	0.2964	42.80
果长径/宽径	0.0075	0.0025	0.0045	0.5153	0.1724	0.3122	74.93
果皮厚度(cm)	0.0005	0.0016	0.0015	0.1353	0.4379	0.4268	23.61
种子粒数(粒)	0.0219	0.3186	0.3660	0.0310	0.4510	0.5180	6.43
种子单粒重(g)	0.0258	0.3346	0.2504	0.0422	0.5478	0.4100	7.15
种子总重(g)	2.1498	6.6434	3.3729	0.1767	0.5461	0.2772	24.45
种子长径(cm)	0.0092	0.0326	0.0196	0.1492	0.5310	0.3198	21.93
种子宽径(cm)	0.0039	0.0165	0.0233	0.0891	0.3774	0.5335	19.11
种子窄径(cm)	0.0015	0.0091	0.0088	0.0764	0.4683	0.4553	14.03
种子长径/宽径	0.0012	0.0069	0.0148	0.0519	0.3021	0.6460	14.66
种子长径/窄径	0.0010	0.0064	0.0124	0.0485	0.3225	0.6290	13.06
出籽率(%)	9.3266	26.2163	89.2935	0.0747	0.2100	0.7153	26.24
平均	-	-	-	0.1608	0.4086	0.4305	25.74

2.4 三年桐种实性状相关分析

三年桐表型性状相关分析与检验见表 9。由表可知,果重、果宽径、种子单粒重、种子总重、种子长径、出籽率间存在极显著正相关。果实性状中,果重与果宽径,以及果长径与果宽径、果长径/宽径间呈

由表 8 可知,三年桐群体间性状分化系数变化幅度为 6.43% ~ 74.93%,其中果长径/宽径、果长径两性状的表型分化系数超过了 60%,说明其群体间变异相对占优势,而果宽径、果皮厚度、种子长径等 12 性状群体间变化稳定,群体内变异相对占优势。从总体上看,三年桐群体种实性状平均表型分化系数为 25.74%,说明三年桐群体内的变异明显大于群体间的变异,由此说明群体内变异是三年桐的主要变异来源。

极显著正相关;种子性状中,种子单粒重与种子总重呈极显著正相关;种子粒数与种子长径、种子宽径与种子窄径、种子长径/宽径与种子长径/窄径间存在显著正相关。果实性状中的果重与种子性状中种子单粒重、种子总重、种子长径呈极显著正相关,

果宽径与种子单粒重、种子宽径呈显著正相关,与种子总重呈极显著正相关。与出籽率呈极显著相关的

性状有果宽径、种子单粒重和种子总重,呈显著相关的性状是果重。

表 9

三年桐表型性状间相关分析结果

Table 9 The correlation analysis result between phenotypic traits in *Vernicia fordii* populations

性状	果重 (g)	果长径 (cm)	果宽径 (cm)	果长径 /宽径	果皮 厚度 (cm)	种子 粒数 (粒)	种子单 粒重 (g)	种子 总重 (g)	种子 长径 (cm)	种子 宽径 (cm)	种子 窄径 (cm)	种子 长径 /宽径	种子 长径 /窄径
果长径(cm)	0.292												
果宽径(cm)	0.830**	0.621**											
果长径/宽径	-0.170	0.747**	0.099										
果皮厚度(cm)	0.218	0.223	0.293	0.045									
种子粒数(粒)	0.248	0.471	0.368	0.140	-0.021								
种子单粒重(g)	0.662**	0.239	0.594*	-0.026	-0.212	-0.060							
种子总重(g)	0.949**	0.382	0.859**	-0.044	0.241	0.099	0.792**						
种子长径(cm)	0.566	0.326	0.576	-0.112	-0.095	0.592*	0.217	0.448					
种子宽径(cm)	0.429	0.395	0.585*	0.187	-0.101	0.055	0.454	0.542	0.383				
种子窄径(cm)	0.220	0.419	0.281	0.401	-0.183	-0.088	0.366	0.340	0.479	0.645*			
种子长径/宽径	0.025	-0.357*	-0.257	-0.397	0.079	-0.170	0.205	-0.045	-0.083	-0.501	-0.099		
种子长径/窄径	0.101	-0.049	0.152	-0.202	0.060	0.508	-0.082	-0.023	0.447	-0.108	-0.099	0.263*	
出籽率(%)	0.671*	0.509	0.717**	0.290	0.254	-0.151	0.796**	0.857**	0.111	0.504	0.423	-0.126	-0.197

注: * 表示在 0.05 水平上显著相关; ** 表示在 0.01 水平上显著相关。

3 结论与讨论

(1) 三年桐各群体 14 个种实性状在群体间群体内存在不同程度的变异,其中会东群体种实性状的变异系数最大,然而会东不属于三年桐的最适生范围,因此其是否具有较高的遗传多样性需要进一步研究。三年桐群体间种实表型形态性状变异系数小于品质性状(果重、种子单粒重、种子总重)变异系数,在进行遗传改良时,三年桐果实和种子大小较其品质改良的潜力大,该结论与辜云杰等对同为大戟科的麻疯树种子性状研究所得结论相似。

(2) 三年桐种群种实多样性丰富,三年桐群体间平均表型分化系数分别为 25.74%,由此证明群体内变异是三年桐的主要变异来源,说明三年桐资源分布仍属于大范围连续分布;该结论同样与同为大戟科的麻疯树和乌桕的研究结论相似,辜云杰等

研究表明麻疯树天然群体表

参考文献:

- [1] 胡志昂,王洪新. 研究遗传多样性的基本原理和方法[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1994: 117~122.
- [2] 顾万春. 统计遗传学[M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [3] Stebbins G L. Variation and evolution in plants[M]. Columbia Univ. Press, New York, 1950.
- [4] Davis P H, Heywood V H. Principals of Angiosperm Taxonomy [J]. Oliver & Boyd, Edinburgh and London, 1963.
- [5] 罗建勋, 顾万春. 云杉天然群体表型多样性研究[J]. 林业科学 2005 41(3): 66~73.
- [6] 李斌, 顾万春, 卢宝明. 白皮松天然群体种实性状表型多样性研究[J]. 生物多样性 2002, 10(2): 181~188.
- [7] 辜云杰, 何朝均, 张俊, 等. 凉山州麻疯树天然群体种子性状多样性研究[J]. 西南林学院学报 2009 29(6): 11~14.
- [8] 冯毅, 罗建勋, 辜云杰, 等. 川渝地区乌桕天然群体种子性状表型多样性研究[J]. 四川林业科技 2011 32(6): 19~27.