

中国李种质资源形态性状和农艺性状的遗传多样性分析

郁香荷, 章秋平, 刘威生, 孙 猛, 刘 宁, 张玉萍, 徐 铭

(辽宁省果树科学研究所, 熊岳 115009)

摘要:以国家果树种质熊岳李杏圃中保存的405份中国李和杂种李为材料,依据32个主要形态性状和农艺性状的评价数据,对这些主要性状进行了遗传多样性、相关性和主成分分析。结果表明,中国李表现出丰富的遗传多样性;从字符型形态和农艺性状数据看,叶形、果形、果皮彩色和果肉色泽等性状均表现出较为丰富的多样性;从数值型形态和农艺性状数据看,各性状的变异系数为47.09%~14.85%;其中单果重的变异系数最大,为47.09%,其变幅为4.50~107.90g,其次是维生素C含量,变异系数为40.44%,变幅为0.80~14.70mg/100g;相关性分析得出,节间长度与一年生枝条长度和可溶性糖含量呈正相关,果实发育期与可溶性固形物和可溶性糖含量也呈正相关,而与可滴定酸和维生素C含量呈负相关。

关键词:中国李;遗传多样性;相关性

Genetic Diversity Analysis of Morphological and Agronomic Characters of Chinese plum (*Prunus salicina* Lindl.) Germplasm

YU Xiang-he, ZHANG Qiu-ping, LIU Wei-sheng, SUN Meng, LIU Ning, ZHANG Yu-ping, XU Ming

(Liaoning Institute of Pomology, Xiongyue 115009)

Abstract: 405 accessions of Chinese plum resources and hybrids from National Germplasm Repository for Plums and Apricots, Xiongyue were taken as materials. The genetic diversity, correlation and principal components were analyzed, based on the evaluation of 32 morphological and agronomic traits of them. The results showed that the genetic diversity of Chinese plums distributed widely. The genetic diversity of the shape of leaf and fruit, the color of fruit skin and flesh behaved more various according to the character type data of morphological and agronomic traits. And to numerical type data, the coefficient of variation of the traits were from 47.09% to 14.85%, among them the coefficient of variation of single fruit weight was 47.09%, ranged from 4.50g to 107.90g; followed by vitamin C content with 40.44% variation from 0.80mg/100g to 14.70mg/100g. The correlation analysis showed that there were the positive correlations of internodes' length with shoots length and soluble sugar content, and the same as fruit developed period with soluble solids content and soluble sugar content, whereas the negative correlations with titratable acid content and vitamin C content.

Key words: Chinese plum (*Prunus salicina* Lindl.); Genetic diversity; Correlation

中国李 (*Prunus salicina* Lindl.) 原产我国,是我国栽培历史悠久的古老果树之一。我国也是中国李的自然分布中心和栽培中心,是世界上中国李种质资源最丰富的国家^[1]。中国李在西汉时期随着桃、

杏传播到日本和伊朗^[1]。在日本,中国李已经有2500年的栽培历史,故此国外将该种称为日本李 (Japanese plum)^[2]。近一世纪以来,中国李才传至欧洲和美洲,并颇受重视,特别是传入欧洲和美洲之

收稿日期:2010-10-12 修回日期:2011-01-30

基金项目:国家科技基础条件平台重点项目(2005DKA21002-19);作物种质资源保护项目(NB08-2130135-03)

作者简介:郁香荷,研究员,主要从事李、杏种质资源研究。E-mail: yucheng46@163.com

通讯作者:刘威生,博士,研究员,主要从事李、杏种质资源研究。E-mail: weishengliu@yahoo.com.cn

后,与美洲李杂交,培育出许多种间杂种,在李品种的改良方面贡献极大^[2-3]。

1984 年我国建成了国内唯一的李、杏果树种质资源专业保存圃——国家果树种质熊岳李杏圃。目前圃内已经收集、保存了李属 (*Prunus*) 8 个种的种质资源 600 余份,且多数资源属于中国李。随着收集资源规模的不断扩大,研究和探讨农艺性状间的遗传关系已成为许多数量遗传学家和育种工作者关注的问题。本研究旨在利用遗传多样性分析、相关分析和主成分分析等方法,研究了 405 份中国李资源的主要形态和农艺性状的遗传多样性,为提高品

种育种成效和李种质资源的初级核心种质构建提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 材 料

供试的 405 份中国李种质资源均来自国家果树种质熊岳李杏圃(表 1)。其中,国外品种主要来自美国、日本、澳大利亚、意大利、新西兰、韩国、法国;杂种李主要为中国李与其他二倍体李种间杂交培育的新品种。具体试材原产地及类型参见《国家种质资源圃保存资源名录》^[4]。

表 1 供试材料的类型及数量

Table 1 Types and numbers of Chinese plum

项目 Item	东北品种 Northeast	华北西北品种 North-Northwest	南方品种 South	国外品种 Alien	杂种品种 Hybrid	总计 Sum
数量 No.	137	46	115	41	66	405
所占比例 (%) Proportion	33.8	11.4	28.4	10.1	16.3	100

1.2 数据 采 集 与 整 理

按照《李种质资源描述规范和数据标准》^[5]采集 405 份中国李种质资源的基本、特征数据和评价鉴定数据,包括 20 个字符型农艺性状数据(树姿、一年生枝条色泽、叶形、叶尖、叶基、叶缘、叶面状态、果形、果顶形状、梗洼深度、果实对称性、果实彩色、

核粘离性、核形、生长势、果肉色泽、果肉汁液、肉质、风味以及香气)和 12 个数值型农艺性状数据(节间长度、叶片长度、叶片宽度、叶柄长度、单果重、一年生枝条长度、一年生枝条粗度、果实发育期、可溶性固形物含量、可溶性糖含量、可滴定酸含量和维生素 C 含量)。字符型性状的分级代码见表 2。

表 2 供试材料的主要字符型形态、农艺性状

Table 2 The main morphological and agronomic characters of Chinese plum

性状 Character	分级代码 Grade code							
	1	2	3	4	5	6	7	8
树姿 Tree habit	直立	半开张	开张	下垂				
一年生枝条色泽 Colour of 1 year twig	绿	黄褐	红褐	紫红				
叶形 Leaf shape	披针	倒披针	狭随圆	椭圆	卵形	倒卵		
叶尖 Leaf apices	钝尖	渐尖	极尖	短突尖	长突尖			
叶基 Base of leaf	狭楔形	楔形	圆形					
叶缘 Leaf margin	钝齿	粗锯齿	细锯齿					
叶面状态 State of leaf surface	平滑	卷曲	皱缩					
果形 Fruit shape	扁圆	圆	卵圆	椭圆	心脏形	长椭圆		
果顶形状 Fruit apex	凹入	平	圆凸	尖圆				
梗洼深度 Depth of cavity	浅	中	深					
果实对称性 Symmetrical character	对称	较对称	不对称					
果皮彩色 Colour of fruit skin	橙黄	粉红	红	紫红	紫黑	蓝黑		
核粘离性 Stone adherence to fully ripe fruit	粘	半离	离					
核形 Shape of stone	扁圆	圆	卵圆	倒卵圆	椭圆	长圆		
生长势 Tree vigour	强	中	弱					
果肉色泽 Flesh colour	乳白	淡黄	黄	橙黄	绿	黄绿	红	紫红
果肉汁液 Juiciness of fruit	少	中	多					
肉质 Firmness of fruit	松软	酥脆	硬脆	硬	硬韧			
风味 Flavor	甜	酸甜	甜酸	酸				
香味 Aroma	微	中	浓					

1.3 数据处理

数据用 SPSS11.5 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 字符型形态和农艺性状的多样性分析

由供试李种质资源 20 个字符型农艺性状的遗传多样性分析(表 3)看出:树姿以开张为主,下垂极少,仅占 1%,如庐山李;一年生枝色泽以黄褐色为主,红褐色次之,绿色较少,紫红色极少,仅占 0.5%,如好莱乌李、长春彩叶李等;叶形遗传类型较多,以椭圆形为主,狭椭圆形、倒卵、倒披针次之,倒卵形、披针形极少;叶基以楔形为主,占 82.8%,狭楔形和圆形占少部分;叶缘以细锯齿为主,占 53.7%;叶面状态以平滑为主,占 62.8%;果形遗传类型较多,以圆为主,卵圆、扁圆、椭圆次之,心脏形较少,长椭圆最

少;果顶形状以果顶平为主,尖圆次之,圆凸、凹入较少;果实对称性以对称为主,不对称和较对称约占一半;果皮彩色遗传类型较多以紫红为主,占 55.4%,红色次之,橙黄居中,紫黑(如小核李)和粉红(如大石早生李)较少,蓝黑极少;核粘离性以粘核为主,半离和离次之;核形以椭圆为主,占 50.5%,圆形次之,卵圆居中,长圆较少,倒卵圆、扁圆极少;生长势强和中均占 40% 以上;果肉色泽遗传类型最多,以淡黄和黄为主,次之是红、黄绿和橙黄,紫红较少,如三华李,绿(如木里李)和乳白(如巴塘李)极少;果肉汁液以多为主,占 71%,中次之;肉质以松软为主,松脆次之,且多数为中国李品种,硬脆居中,硬韧较少,硬极少,以杂种李为多,如黑宝石李等;风味以酸甜和甜酸为主,均占 40% 以上,酸和甜次之;香味以微甜为主,中次之,浓较少,如香蕉李。

表 3 供试材料主要字符型形态和农艺性状分析

Table 3 Analysis of main characters type morphological and agronomic characters in Chinese plum

性状 Character	频率分布 (%) Frequency							
	1	2	3	4	5	6	7	8
树姿 Tree habit	21.45	16.21	61.35	1.00				
一年生枝色泽 Colour of 1 year twig	6.50	71.00	22.00	0.50				
叶形 Leaf shape	0.75	21.00	16.50	40.75	0.75	20.25		
叶尖 Leaf apices	0.75	10.75	4.75	36.75	47.00			
叶基 Base of leaf	10.75	82.75	6.50					
叶缘 Leaf margin	19.55	26.82	53.63					
叶面状态 State of leaf surface	62.57	27.71	9.71					
果形 Fruit shape	14.79	44.86	18.80	14.54	5.76	1.25		
果顶形状 Fruit apex	10.97	44.13	17.60	27.30				
梗洼深度 Depth of cavity	32.08	28.57	39.35					
果实对称性 Symmetrical character	52.88	25.81	21.30					
果皮彩色 Colour of fruit skin	14.11	6.30	18.89	55.42	5.04	0.25		
核粘离性 Stone adherence to fully ripe fruit	55.89	19.30	24.81					
核形 Shape of stone	1.58	23.16	12.63	3.68	50.53	8.42		
生长势 Tree vigour	41.54	44.03	14.43					
果肉色泽 Flesh colour	0.51	29.55	32.83	9.34	1.01	10.10	12.37	4.29
果肉汁液 Juiciness of fruit	10.61	18.43	70.96					
肉质 Firmness of fruit	40.95	27.39	20.10	2.01	9.55			
风味 Flavor	9.07	40.50	42.00	8.82				
香味 Aroma	45.10	40.72	14.18					

2.2 数值型形态和农艺性状的多样性分析

对供试 405 份中国李资源的 11 个数值型性状的基本统计(表 4),结果表明,单果重变异系数最大,为 47.09%,其变幅为 4.50~107.90g(如杂种李中的福莱李),其中单果重 $\leq 20g$ 占 17.5%、20.0~60.0g 占 70.1%、 $\geq 60g$ 占 14%,南方资源单果重偏小的较多,国外资源单果重均较大;其次是果实维生素 C 含量,变异系数为 40.44%,变幅为 0.80~14.70mg/100g,维生素 C 含量 $\leq 4.00mg/100g$ 占

37.8%、4.00~7.00mg/100g 占 54.7%、 $\geq 7.0mg/100g$ 占 7.3%,维生素 C 含量最高的 14.70mg/100g 为杂种李(美国的 BY-68-119);一年生枝粗变异系数为 32.86%,变幅为 0.33~1.97cm,南方资源一年生枝粗度相对细些,北方资源相对粗些;可滴定酸含量变异系数为 31.11%,变幅为 0.32%~4.24%,可滴定酸含量 $\leq 0.7%$ 占 3.6%、0.70%~1.70% 占 82.6%、 $\geq 1.70%$ 占 14.1%(最高为日本的元李李,4.24%);节间长度、可溶性固形物含量和可溶性糖

含量变异系数分别为 25.73%、16.69% 和 20.53%，变幅分别为 1.00 ~ 3.40cm、6.90% ~ 21.10% 和 1.50% ~ 12.73%；节间长度 ≤ 1.20 cm 占 10.3%，1.20 ~ 2.00cm 占 63.7%， ≥ 2.00 cm 占 25.0%；可溶性糖含量 ≤ 6.00 % 占 9.7%、6.00% ~ 10.00% 占 79.5%、 ≥ 10.00 % 占 10.5%，最高的资源是杂种李中的红肉奥扎克首相 (12.73%)；可溶性固形物含量 ≤ 10.00 占 5.1%、10.00% ~ 13.00% 占 51.0%、13.00% ~ 16.00% 占 32.52%、 ≥ 16.00 占 8.4%，最

高的资源为新疆奎屯的奎丰李 (20.1%)；果实成熟期是果实发育天数 ≤ 80 d 占 4.4%，80 ~ 90d 占 22.7%，91 ~ 115d 占 56.3%， ≥ 115 d 占 16.7%。果实发育期最短为大石早生 (65d)，最长为安哥诺李 (150d)。通过以上对中国李多样性分析说明中国李具有丰富的形态多样性和遗传多样性，也为特异种质资源的筛选提供了理论依据，同时也满足我们科学的选配亲本组合，开展各种选育目标利用，培育出符合理想的具有自主知识产权的优良品种。

表 4 中国李主要数值型性状分析

Table 4 Analysis of numeric characters in Chinese plum

性状 Character	平均值 Mean	标准差 s	最小值 Min	最大值 Max	极差 Range	变异系数 (%) CV
节间长度 (cm) Internode length	1.71	0.44	1.00	3.40	2.40	25.73
叶片长度 (cm) Leaf length	10.10	1.67	2.20	16.50	14.30	16.53
叶片宽度 (cm) Leaf width	4.96	1.21	1.13	8.30	7.17	24.40
叶柄长度 (cm) Leaf stalk length	1.43	0.35	0.50	2.70	2.20	24.48
单果重 (g) Weight per fruit	38.80	18.27	4.50	107.90	103.40	47.09
一年生枝长 (cm) Branch Length	77.53	18.81	24.00	140.00	116.00	24.26
一年生枝粗 (cm) Branch Diameter	0.70	0.23	0.33	1.97	1.64	32.86
果实发育期 (d) Fruit development period	99.92	14.84	65.00	170.00	105.00	14.85
可溶性固形物含量 (%) Soluble solid content	12.82	2.14	6.90	21.10	14.20	16.69
可溶性糖含量 (%) Sugar content	7.94	1.63	1.50	12.73	11.23	20.53
可滴定酸含量 (%) Acid content	1.35	0.42	0.32	4.24	3.92	31.11
维生素 C 含量 (mg/100g) Vitamin C content	4.50	1.82	0.80	14.70	13.90	40.44

2.3 相关性分析

从表 5 可以看出，节间长度和一年生枝条长度、可溶性糖含量呈正相关；一年生枝条长度和果实发育期呈正相关；果实发育期与可溶性固形物含量、可溶性糖含量呈正相关；而与可滴定酸含量和维生素

C 含量呈负相关。这表明果实发育期越长，可溶性固形物含量和可溶性糖含量越高，而可滴定酸含量和维生素 C 含量越低。可溶性固形物含量和可溶性糖含量呈正相关，且达到显著水平，而与可滴定酸含量和维生素 C 含量呈负相关。

表 5 中国李资源性状间的相关性分析

Table 5 Correlation coefficients among characters in Chinese plums

	节间长 度 (cm)	叶片长 度 (cm)	叶片宽 度 (cm)	叶柄长 度 (cm)	单果重 (g)	一年生枝 长 (cm)	一年生 枝粗 (cm)	果实发 育期 (d)	可溶性 固形物 (%)	可溶性 糖 (%)	可滴 定酸 (%)	维生素 C (mg/100g)
节间长度	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
叶片长度	-0.054	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
叶片宽度	-0.185	0.691*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
叶柄长度	-0.168	0.354*	0.374*	-	-	-	-	-	-	-	-	-
单果重	0.171	-0.117	0.113	0.183	-	-	-	-	-	-	-	-
一年生枝长	0.218*	0.140	-0.002	0.301*	-0.063	-	-	-	-	-	-	-
一年生枝粗	0.035	0.235*	0.121	0.013	0.043	-0.051	-	-	-	-	-	-
果实发育期	0.129	0.072	0.019	-0.210	-0.143	0.319*	-0.033	-	-	-	-	-
可溶性固形物含量	0.217	0.017	-0.028	-0.123	0.100	-0.019	-0.007	0.244*	-	-	-	-
可溶性糖含量	0.231*	-0.132	-0.158	-0.243*	0.070	0.037	-0.129	0.259*	0.570*	-	-	-
可滴定酸含量	-0.040	0.031	0.088	0.188	-0.014	-0.114	0.129	-0.207*	-0.073	-0.444*	-	-
维生素 C 含量	-0.128	-0.133	-0.149	0.213	0.127	0.146	-0.095	-0.243*	-0.078	-0.159	0.135	-

* 表示在 0.05 水平上相关性显著。* Correlation is significant at the 0.05 level

2.4 主成分分析

因对中国李鉴定的形态性状较多,通过多变量的主成分分析,能够更加清楚地显示各因素在形态多样性构成中的作用。主成分分析表明:前5个主成分特征值的累计贡献率达66.1235%,包含了全部指标的绝大部分信息(表6)。从表中可以看出,第一主成分和第三主成分分别占总变异的17.8415%和13.2004%,反映了中国李的营养生长因子;第二主成分中可溶性固形物、可溶性糖和可滴定酸所占的负荷量较大,能够反映出中国李果实可溶性糖、酸以及固形物等含量;第四主成分中果实单果重所占的负荷量较大,是果实经济性状因子;第五主成分以

表6 中国李主成分分析表

Table 6 Analysis results of principal components in Chinese plum

	主成分 Principal component					
	Prin1	Prin 2	Prin 3	Prin 4	Prin 5	
特征值 Eigen value	2.1410	1.9051	1.5840	1.2326	1.0722	
贡献率 Contributive percentage	17.8415	15.8757	13.2004	10.2713	8.9347	
累计贡献率 Cumulative contributive percentage	17.8415	33.7171	46.9175	57.1888	66.1235	
特征向量	节间长度	-0.4008	0.2617	0.0418	0.2026	-0.1012
Eigenvectors	叶片长度	0.4141	0.2618	0.3463	-0.0462	-0.0929
	叶片宽度	0.4930	0.2915	0.1911	-0.0696	-0.0484
	叶柄长度	0.3334	0.2027	0.2804	0.4206	0.0889
	单果重	-0.2579	0.1279	0.2504	0.6225	-0.1988
	一年生枝长	-0.3467	0.2762	0.3356	-0.2802	0.0961
	一年生枝粗	-0.3058	0.2632	0.3879	-0.3548	0.0988
	果实发育期	-0.0436	0.2286	-0.3775	0.0980	-0.5337
	可溶性固形物含量	0.1193	0.3837	-0.4450	-0.0253	0.3182
	可溶性糖含量	-0.0584	0.5012	-0.2925	0.0004	0.3496
	可滴定酸含量	0.1061	-0.2390	0.0786	-0.2471	-0.0370
	维生素C含量	-0.0512	-0.2591	0.0713	0.3345	0.6346

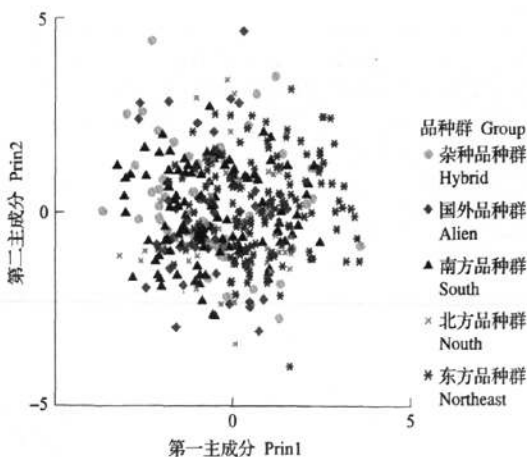


图1 中国李种质基于主成分分析的散点分布图

Fig.1 Scatter diagram by principal component analysis in Chinese plum collections

果实发育期和维生素C含量为主,且果实发育期为负向因子,这一主成分体现了果实成熟期与维生素C含量的关系。

第一主成分代表中国李17.8415%遗传变异,第二主成分代表中国李15.8757%多样性。利用前两个主成分对中国李各组群绘制二维坐标图,散点图表明:南方品种群分布与其他品种群相比更趋近于原点;东北品种群分布中心偏离于原点右侧;而国外品种群,在第二主成份上分布范围较大,表明国外品种群果实品质差异较大,但营养生长差异较小。杂品种群有着较广泛的分布,表明其群体内有着更为丰富的遗传变异。

3 讨论

种质资源的遗传多样性是育种工作的基础,了解和掌握资源多样性水平,对于挖掘有益资源,创新种质等方面具有重要意义^[6]。本研究结果分析表明:不论从树体、枝条、叶片形态方面,还是从果实外表及内在品质上,中国李种质资源均具有丰富的形态多样性和遗传多样性,也正吻合Liu等^[7]从分子生物学角度研究得出的中国李有丰富的遗传多样性,为李品种选育提供丰富的亲本材料,对李资源的开发利用提供了较大的可选空间。

根据字符型性状的多样性分析,中国李果形、叶形、果皮彩色和果肉色泽类型较丰富。果皮彩色虽分为6种类型,但中国李多以紫红为主;果肉色泽类型最多,有8种类型,其中黄色最多,紫红较少,绿和

乳白最少,属于特异资源;目前红色和紫红果肉品种可作为选育鲜食观赏兼用品种,果肉绿色的资源多数是南方小绿李系列(如巴塘李、兴义空心李等);中国李资源肉质以松软为主,鲜有硬脆和硬韧类型,果肉硬度高的资源是珍稀基因资源。树姿以开张为主,主要表现为树势强,树姿下垂较少,表现出生长势弱;一年生枝色泽以黄褐色为主,绿色较少,且南方资源较多;果实粘核较多,离核占 24.81%。

根据数值型性状的多样性分析,中国李也表现出丰富的遗传变异,其变异系数在 14.85% ~ 47.09%,变异系数最大为单果重(47.09%),平均单果重是反映果实大小的一个重要指标,原产于我国的资源果实偏小的较多,国外资源大果型较多;南方资源偏小的较多。根据刘文东^[8]李杂交亲子遗传规律的分析,小果亲本对后代影响很大,不适宜作为选育大果型品种的亲本。小果型可用做鲜食兼观赏品种选择,如红色丰产的金樱桃、红肉丰产的红肉李、高糖丰产的奎丰;大果型的多表现晚熟,可选龙园秋李、幸运、秋姬、安哥诺作为亲本选育大果晚熟品种;其次是维生素 C 含量(变异系数为 40.44%),但是维生素 C 含量与果实发育期有很大关系,再次为一年生枝粗度(32.86%)和可滴定酸(31.11%),一年生枝粗度除资源本身特性外与栽培管理也有一定关系。变异系数最小的为果实发育期(14.85%),最短的为 65d,最长的为 170d,相隔 105d,但果实发育期小于 70d 的资源只有 2 份,如大石早生和奥本琥珀,晚于 150d 只有安哥诺(150d)、澳大利亚 14 号(150d)、竹丝李(153d)和青冬李(170d);成熟期相对集中,多为中熟品种,说明我国

李资源成熟期相对集中,应加大极早熟、极晚熟品种资源的收集力度。刘文东^[8]研究表明,杂交后代群体的平均成熟期比亲中值偏早,所以以成熟期为选种目的的要对亲本的成熟期有所考虑。总之,李资源间各性状差异较大,具有较丰富的多样性,品种选育可在了解李遗传倾向的基础上选择亲本,有目的地选育新品种。

Liu 等^[7]研究表明,中国李可分为 3 个品种群,即东北品种群、北方品种群以及南方和国外品种群。主成分分析表明,南方品种群分布中心更趋于原点,是最为原始类型,说明长江流域可能为中国李多样性中心和起源中心;东北品种群分布中心处于原点右侧,说明东北品种群是相对进化类型;国外品种群在散点图上分布范围较广;说明杂种品种群有着更为广泛的多样性,与其复杂的遗传起源有关。

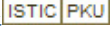
参考文献

- [1] 张加延,周恩. 中国果树志·李卷[M]. 北京:中国林业出版社,1998
- [2] Rwmming D W, Cociu V. Genetic resources of temperate fruit and nut crops; Plums[J]. Acta Hort, 1990, 290:233-288
- [3] 王玉柱,杨丽,阎爱玲,等. 李品种选育研究进展[J]. 果树学报, 2002, 19(5):340-345
- [4] 江用文,钱永忠,方嘉禾,等. 国家种质资源圃保存资源名录[M]. 北京:中国农业科技出版社, 2005:611-624
- [5] 郁香荷,刘威生. 李种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京:中国农业出版社, 2006
- [6] 李慧峰,车根,李林光,等. 果树资源遗传多样性研究进展[J]. 山东农业科学, 2009(5):32-35, 40
- [7] Liu W S, Liu D C, Feng C J, et al. Genetic diversity and phylogenetic relationships in plum germplasm resources revealed by RAPD markers [J]. J Hort Sci Bio, 2006, 81(2):242-250
- [8] 刘文东. 李树抗寒育种的研究进展[J]. 北方园艺, 2006(4): 67-68

中国李种质资源形态性状和农艺性状的遗传多样性分析

作者: [郁香荷](#), [章秋平](#), [刘威生](#), [孙猛](#), [刘宁](#), [张玉萍](#), [徐铭](#), [YU Xiang-he](#), [ZHANG Qiu-ping](#), [LIU Wei-sheng](#), [SUN Meng](#), [LIU Ning](#), [ZHANG Yu-ping](#), [XU Ming](#)

作者单位: [辽宁省果树科学研究所, 熊岳, 115009](#)

刊名: [植物遗传资源学报](#) 

英文刊名: [JOURNAL OF PLANT GENETIC RESOURCES](#)

年, 卷(期): 2011, 12 (3)

参考文献(8条)

1. [刘文东](#) [李树抗寒育种的研究进展](#) 2006(04)
2. [Liu W S](#); [Liu D C](#); [Feng C J](#) [Genetic diversity and phylogenetic relationships in plum germplasm resources revealed by RAPD markers](#) 2006(02)
3. [李慧峰](#); [车根](#); [李林光](#) [果树资源遗传多样性研究进展](#) 2009(05)
4. [郁香荷](#); [刘威生](#) [李种质资源描述规范和数据标准](#) 2006
5. [江用文](#); [钱永忠](#); [方嘉禾](#) [国家种质资源圃保存资源名录](#) 2005
6. [王玉柱](#); [杨丽](#); [阎爱玲](#) [李品种选育研究进展](#) 2002(05)
7. [Bwmming D W](#); [Cociu V](#) [Genetic resources of temperate fruit and nut crops:Plums](#) 1990
8. [张加延](#); [周恩](#) [中国果树志@李卷](#) 1998

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_zwyczyxb201103011.aspx