

## 悬钩子属种质的评价\*

顾 姻 王传永 赵昌民 桑建忠 李维林

(江苏省植物研究所江苏省植物迁地保护重点实验室, 南京 210014)  
中国科学院

**摘要** 在进行了7省悬钩子资源调查的基础上,在南京建立了悬钩子属田间基因库。3年来对田间基因库内保存并开花结果的30个种进行了开花结果性状的记载和评价。内容包括果实特征,糖、酸、维生素类、氨基酸、矿质元素含量分析,染色体计数等。分析了种间和种内多样性的存在及在良种选育中利用的可能性。

**关键词** 悬钩子;种质;评价

**Evaluation of *Rubus* genetic resources** Gu Yin, Wang Chuan-Yong, Zhao Chang-Min, Sang Jian-Zhong, Li Wei-Lin (Institute of Botany, Jiangsu Province and Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210014), *J. Plant Resour. & Environ.* 1996, 5(3): 6~13

On basis of investigations of wild *Rubus* resources in 7 provinces, living materials were collected and a *Rubus* field gene bank was established in Nanjing. Descriptions of flowering and fruiting characteristics of 30 species and their evaluations have been made mainly for fruit characters; sugar, acid, vitamins, amino-acids and mineral elements contents; counting of chromosome number etc. Genetic diversity inter- and intra-species were found and the possibility of its utilization in *Rubus* was discussed.

**Key words** *Rubus*; genetic diversity; evaluation

江苏省·中国科学院植物研究所的悬钩子田间基因库是在对江苏、安徽、浙江、福建、湖南、江西、贵州7省悬钩子种质资源调查的基础上<sup>[3,5,10,13]</sup>,在国家自然科学基金会支持下建立起来的。先后引入悬钩子属野生种近50种,其中有30种开花结果。几年来对种的植物学性状、生长特性、繁殖习性、开花结果习性、生态适应性等进行了全面观察记载,并对关键性状进行详细测定和记载,部分工作已陆续发表<sup>[1,2,4,6~8,11,13,14]</sup>。本文着重报道近3年来进行的物候期、植物学性状、果实成分和叶成分分析、染色体计数等系统性观察、描述和评价的结果。

### 1. 花果物候期

1993~1995年3年间观察了30个种的花果物候期。受气候条件的影响,不同年份的物候期有差异,表1反映的是3年间的变幅。

\* 国家自然科学基金资助项目  
参加工作的还有吴文龙、孙醉君、缪启新同志,谨致谢意!  
收稿日期 1996-03-06

表 1 悬钩子属植物的开花结果物候期

Tab 1 Phenological period of flowering and fruiting of *Rubus* species

种类 Species	花期 Flowering season			果熟期 Fruit ripening		
	始花 Beginning	盛花 Full	终花 Ending	始熟 Beginning	大量成熟 Full	成熟末期 Ending
<i>R. adenophorus</i>	17/5~22/5	20/5~24/5	26/5~31/5	22/6	26/6	5/7
<i>R. alceaefolius</i>	15/7~2/8	10/8~22/8	30/10~14/11	15/10	5/11	5/12
<i>R. alceaefolius</i> f.	2/8~13/8	15/8~22/8	10/11~15/11	23/10	2/11	20/11
<i>R. biflorus</i> *	18/4	23/4	6/5	24/5	28/5	16/6
<i>R. buergeri</i> *	22/7	28/7	12/8	-	-	-
<i>R. chiliadenus</i> *	28/5	1/6	18/6	9/7	12/7	22/7
<i>R. chingii</i>	2/4~5/4	11/4~15/4	19/4~20/4	4/5~17/5	12/5~28/5	18/6~27/6
<i>R. columellaris</i>	10/5~17/5	16/5~20/5	22/5~26/5	14/6	21/6	30/6
<i>R. coreanus</i>	10/5~12/5	15/5~16/5	18/5~21/5	3/7	6/7	15/7
<i>R. corchorifolius</i>	19/3~2/4	28/3~8/4	6/4~15/4	2/5~14/5	6/5~17/5	14/5~22/5
<i>R. glabricarpus</i>	27/3~9/4	12/4~14/4	24/4~27/4	10/5	15/5	24/5
<i>R. hirsutus</i>	1/4~5/4	6/4~8/4	18/4~26/4	4/5~13/5	13/5~22/5	31/5~8/6
<i>R. ichangensis</i>	18/6~25/6	24/6~30/6	13/9~20/9	-	-	-
<i>R. innominatus</i>	5/6~12/6	10/6~15/6	20/6~28/6	7/7~15/7	10/7~19/7	20/7~30/7
<i>R. irenaeus</i>	15/5~23/5	21/5~29/5	24/6~29/6	25/6~28/6	4/7~7/7	11/7~18/7
<i>R. lambertianus</i>	24/7~14/8	31/7~18/8	23/9~5/10	25/10~30/10	3/11~10/11	28/11~5/12
<i>R. multibracteatus</i>	20/5~28/5	28/5~4/6	15/6~25/6	10/7	21/7	14/8
<i>R. parvifolius</i>	25/4~16/5	28/4~22/5	3/5~2/6	2/6~18/6	10/6~9/7	10/7~30/7
<i>R. peltatus</i>	19/4~25/4	23/4~28/4	27/4~4/5	8/6~10/6	10/6~12/6	14/6~15/6
<i>R. pungens</i> var. <i>oldhamii</i>	4/5~8/5	-	20/5~25/5	8/6	-	30/6
<i>R. reflexus</i>	18/6~22/6	22/6~4/7	18/7~25/7	18/10~28/10	-	25/11
<i>R. rosaefolius</i>	7/4~22/4	10/4~29/4	17/4~4/5	10/5~23/5	14/5~26/5	26/5~9/6
<i>R. sempervirens</i>	24/5~3/6	29/5~6/6	25/6~27/6	9/7	-	20/8
<i>R. setchuenensis</i>	6/7~16/7	23/7~31/7	-	12/8	20/8	-
<i>R. suavissimus</i> **	3/4	-	-	-	-	-
<i>R. sumatranus</i> ***	20/4(7/5)	-	10/5(10/6)	21/5(18/6)	-	10/6(1/7)
<i>R. swinhoei</i>	29/4~9/5	8/5~15/5	9/5~18/5	25/6	28/6	7/7
<i>R. tephrodes</i>	3/7~10/7	20/7~27/7	-	9/8~17/8	-	-
<i>R. trianthus</i>	23/4~30/4	27/4~6/5	30/4~16/5	27/5~5/6	5/6~10/6	12/6~20/6
<i>R. tsangorum</i>	25/5~26/5	5/6~17/6	20/10~12/11	8/7	-	-

\* 一年记录 One year record; \*\* 仅见一花开放 Only one flower appeared; \*\*\* 二次开花, 括号内为第二次开花结果物候期 Two times of flowering period, data in brackets showing the phenology of second flowering and fruiting.

## 2. 聚合果特征记载

### 2.1 聚合果大小及小果数

由表 2 可见, 种类间差异悬殊, 而且多数种类聚合果偏小。以重量计, 24 个种中有 16 种平均重在 1 g 以下(占 66.7%, 其中有 8 种 $\leq 0.5$  g), 有 5 个种为 1~2 g(占 20.8%), 只有 *R. chingii* 和 *R. peltatus* 在 2 g 以上, 优株达到 5 g 以上。种内变异幅度在种类间有差异, 有的变幅很小, 如 *R. lambertianus*, *R. rosaefolius*, *R. tephrodes*, *R. trianthus*。有的变幅大, 如 *R. chingii*, *R. parvifolius*, *R. peltatus* 和 *R. hirsutus*。实际上, 表 2 所列数据并不足以显示各个种在自然界实际存在的变异幅度, 但仍可看出良种选育的潜势所在。果形指数大多在

1 以下或 1 左右。种类间有差异(如 *R. peltatus* 为 2.43, 而 *R. lambertianus* 仅 0.66) 而种内变幅小(如 *R. corchorifolius* 果形虽有卵圆形、卵形等差别, 而在果形指数上较少反映)。聚合果小果数在种类间差异十分悬殊(表 3), 而且是相对稳定的种类特征。但是, 在不具备良好授粉条件的情况下, 也可能因授粉不良而表现不正常结实, 小果数特别少。如 *R. parvifolius* 经常可以见到由于授粉不良, 仅有几个胚珠发育成较大小核果的情况。

表 2 悬钩子属植物的果实大小和形状

Tab 2 Fruit weight and size of *Rubus* species

种类 Species	果重 Fruit weight (g)		果实大小 Fruit size (cm)		果形指数 Fruit index
	平均 Mean	最大 Max.	高 Height	果径 Diameter	
<i>R. adenophorus</i>	0.54	0.90	1.07	1.38	0.77
<i>R. alceaefolius</i>	0.50	0.97	-	-	-
<i>R. alceaefolius</i> f.	0.12	0.41	-	-	-
<i>R. biflorus</i>	0.61	0.96	-	-	-
<i>R. chiliadenus</i>	0.50	0.94	-	-	-
<i>R. chingii</i> *	2.71~6.29	4.56~10.18	1.65~2.20	1.75~2.20	0.94~0.98
<i>R. columellaris</i>	0.50	1.01	1.22	1.42	0.86
<i>R. corchorifolius</i> *	0.82~1.34	1.21~1.93	1.23~1.61	1.23~1.47	0.99~1.14
<i>R. coreanus</i>	0.28	0.45	0.67	0.87	0.76
<i>R. glabricarpus</i>	0.62	1.12	1.04	1.26	0.83
<i>R. hirsutus</i> *	0.49~2.12	1.49~4.26	1.03~1.40	1.04~1.70	0.82~0.99
<i>R. innominatus</i> *	0.39~1.36	0.68~1.73	0.91~1.11	1.32~1.68	0.66~0.69
<i>R. irenaeus</i>	0.60	0.76	1.08	1.50	0.72
<i>R. lambertianus</i> *	0.12~0.13	0.25~0.45	1.11	1.68	0.66
<i>R. multibracteatus</i>	0.71	1.37	1.42	1.32	1.07
<i>R. parvifolius</i> *	0.20~0.77	0.83~1.22	1.05~1.15	1.20~1.39	0.75~0.96
<i>R. peltatus</i> *	3.77~6.94	5.86~8.89	4.08	1.68	2.43
<i>R. rosaeifolius</i> *	0.95~1.15	1.46~2.03	1.23	1.54	0.80
<i>R. sumatranus</i>	1.17	2.36	1.50	1.67	0.90
<i>R. tephrodes</i> *	0.19~0.28	0.34~0.68	0.90	1.16	0.77
<i>R. trianthus</i> *	0.14~0.22	0.21~0.37	0.83	1.18	0.70
<i>R. tsangorum</i>	0.16	0.44	-	-	-
<i>R. hybrid</i> 01	1.02	1.67	1.38	1.36	1.02
<i>R. hybrid</i> 02	0.41	0.93	-	-	-

\* 变异范围表示林系间和/或种源间的差异 Ranges of variations showing differences among lines and/or provenances

表 3 悬钩子属植物聚合果中小果数

Tab 3 Number of drupes in one aggregate fruit of *Rubus* species

种类 Species	观察 年份 Year	观察 果数 No.	聚合果小果数 Drupes per aggregate fruit				相关系数 Correlation coefficient (with)	
			平均值 Mean	标准差 SD	最多 Max.	最少 Min.	与果重 Fruit wt.	与小果重 Drupe wt.
<i>R. adenophorus</i>	1995	@	61.5	26.4	97	39	-	-
<i>R. alceaefolius</i>	1994	19	56.5	29.7	127	16	0.654**	-0.552*
	1995	10	40.5	19.6	94	24	0.797**	-0.710*

续表 3 Tab 3 (Continued)

种类 Species	观察 年份 Year	观察 果数 No.	聚合果小果数 Drupes per aggregate fruit				相关系数	
			平均值 Mean	标准差 SD	最多 Max.	最少 Min.	Correlation coefficient (with)	
							与果重 Fruit wt.	与小果重 Drupe wt.
<i>R. alceaefolius</i> f.	1994	56	4.2	3.0	15	1	0.824**	-0.247
<i>R. biflorus</i>	1995	30	32.9	9.5	59	15	0.770**	-0.172
<i>R. chiliadenus</i>	1995	15	28.4	8.3	44	13	0.645**	-0.656**
<i>R. columellaris</i>	1995	@	64.8	24.8	95	43	-	-
<i>R. glabricarpus</i>	1994	10	79.2	20.7	117	47	0.538	-0.433
<i>R. innominatus</i>	1995	@	57.6	12.0	78	49	-	-
<i>R. irenaeus</i>	1995	17	30.9	5.8	41	22	0.323	-0.425
<i>R. lambertianus</i> 01	1995	30	9.3	4.5	19	3	0.856**	-0.654**
<i>R. lambertianus</i> 02	1994	74	9.1	6.4	28	1	0.719**	-0.542**
<i>R. multibracteatus</i>	1995	@	28.4	15.1	49	9	0.933**	-0.841**
<i>R. parvifolius</i> 03	1994	@	12.5	5.7	20	5	0.845**	-0.080
	1995	@	24.0	7.9	30	15	-	-
<i>R. parvifolius</i> f.	1995	@	10.7	4.0	15	7	-	-
<i>R. rosaeifolius</i>	1994	@	293.8	72.7	353	158	-	-
<i>R. tephrodes</i>	1994	56	11.0	6.8	28	1	0.853**	-0.715**
<i>R. trianthus</i>	1994	17	8.5	3.8	16	2	0.897**	-0.727**
<i>R. tsangorum</i>	1994	@	5.1	3.8	12	2	-	-
	1995	@	27.8	5.0	36	20	0.812	-0.702*
<i>R. hybrid</i> 01	1995	@	23.6	6.1	20	5	-	-
<i>R. hybrid</i> 02	1994	35	23.0	8.0	46	11	0.884**	-0.330

@ 统计果数少于 10 No. of fruits counted less than 10

相关显著水准 Significance level: \* 相关显著 Significant; \*\* 相关高度显著 Highly significant

## 2.2 果实营养成分

表 4~6 是 23 种悬钩子果实成分分析的结果。测定方法分别是:总糖:3,5-二硝基水杨

表 4 悬钩子植物果实中氨基酸含量(克/100 克,干基)

Tab 4 Amino-acids contents in aggregate fruit of *Rubus* species (g/100g, dry basis)

种类 Species	ASP	THR*	SER	GLU	GLY	ALA	CYS	VAL	MET	ILEU	IEU	TYR	PHE	LYS	NH <sub>3</sub>	HIS	ARG	PRO	Total	Essentia
<i>R. alceaefolius</i>	0.770	0.289	0.320	1.519	0.472	0.344	0.150	0.433	0.085	0.388	0.580	0.180	0.367	0.443	-	0.258	0.502	0.483	7.583	2.585
<i>R. alceaefolius</i> f.	0.690	0.281	0.297	1.239	0.416	0.362	0.141	0.385	0.047	0.328	0.483	0.139	0.326	0.344	-	0.230	0.377	0.410	6.445	2.194
<i>R. biflorus</i>	1.186	0.330	0.341	1.712	0.462	0.488	0.173	0.504	0.092	0.426	0.623	0.190	0.404	0.422	0.255	0.251	0.565	0.377	8.801	2.801
<i>R. chiliadenus</i>	0.902	0.339	0.342	1.612	0.506	0.489	0.172	0.478	0.073	0.413	0.616	0.270	0.405	0.404	0.254	0.273	0.506	0.366	8.420	2.728
<i>R. chingii</i>	0.654	0.242	0.277	0.955	0.300	0.295	0.099	0.285	0.058	0.270	0.404	0.108	0.246	0.378	-	0.209	0.358	0.305	5.443	1.883
<i>R. corchorifolius</i>	0.630	0.249	0.312	1.209	0.368	0.329	0.108	0.314	0.062	0.293	0.458	0.137	0.279	0.369	-	0.226	0.434	0.294	8.071	2.024
<i>R. glabricarpus</i>	0.775	0.296	0.323	1.527	0.476	0.355	0.152	0.437	0.094	0.389	0.585	0.187	0.369	0.451	0.234	0.263	0.511	0.452	7.878	2.621
<i>R. hirsutus</i>	0.902	0.365	0.407	1.359	0.456	0.503	0.140	0.418	0.080	0.388	0.600	0.186	0.308	0.506	-	0.295	0.584	0.628	8.185	2.665
<i>R. innominatus</i>	0.752	0.302	0.314	1.313	0.445	0.372	0.156	0.441	0.074	0.484	0.375	0.189	0.380	0.421	0.219	0.259	0.424	0.327	7.336	2.566
<i>R. lambertianus</i>	1.000	0.308	0.321	1.769	0.552	0.388	0.173	0.469	0.072	0.400	0.588	1.299	0.385	0.425	-	0.320	0.660	0.392	9.521	2.647
<i>R. multibracteatus</i>	1.012	0.316	0.326	1.775	0.538	0.399	0.183	0.476	0.080	0.412	0.601	1.307	0.394	0.426	0.280	0.322	0.668	0.378	9.908	2.705
<i>R. parvifolius</i>	0.750	0.301	0.311	1.303	0.444	0.370	0.154	0.439	0.080	0.369	0.550	0.178	0.379	0.419	-	0.255	0.420	0.321	7.043	2.537
<i>R. rosaeifolius</i>	1.036	0.348	0.411	1.534	0.450	0.553	0.155	0.389	0.069	0.375	0.576	0.151	0.380	0.420	-	0.265	0.580	0.390	8.070	2.557
<i>R. trianthus</i>	0.693	0.278	0.299	1.240	0.413	0.365	0.144	0.380	0.045	0.330	0.490	0.146	0.315	0.349	0.208	0.225	0.382	0.405	6.707	2.187
<i>R. hybrid</i> 02	1.113	0.386	0.413	1.332	0.442	0.627	0.137	0.402	0.075	0.425	0.608	0.230	0.380	0.481	-	0.284	0.538	0.460	8.411	2.757

\* 下划线缩写名称为必需氨基酸 Underlined abbreviation: essential amino-acids

酸比色法;总酸:滴定法;粗蛋白:凯氏定氮法;氨基酸:日立 835-50 氨基酸自动分析仪;Zn、Fe、Mn:原子吸收法;Ca、Mg:EDTA 容量法;Se:混酸消煮法;K:火焰光度法;Vc:DCPIP 法;VB<sub>1</sub>、VB<sub>2</sub>、VE:荧光测定法;VA、VPP:高效液相色谱法;SOD:参见文献 4。

表 5 悬钩子植物果实中糖、酸及维生素含量(鲜基)

Tab 5 Sugar, acid and vitamin contents of aggregate fruit of *Rubus* species (fresh basis)

种类 Species	年份 Year	总糖 Total sugar %	总酸 Total acid %	维生素 C Vc mg/100g	维生素 Vitamin (μg/g)					SOD u/g	水分 Water %
					VB <sub>1</sub>	VB <sub>2</sub>	VPP	VE	VA		
<i>R. adenophorus</i>	1993	-	1.31	12.64	0.11	0.49	5.19	11.28	0.02	347.7	-
<i>R. alceaefolius</i>	1993	-	-	11.71	-	0.32	4.99	8.54	tr	-	-
	1995	3.77	2.03	10.65	0.69	0.95	-	74.76	-	-	75.16
<i>R. alceaefolius</i> f.	1993	-	-	7.37	-	0.33	6.13	18.29	tr	-	-
	1995	5.63	3.99	11.33	0.74	0.73	-	80.92	-	-	77.29
<i>R. biflorus</i>	1995	6.20	2.95	13.46	0.20	0.84	-	tr	-	-	80.03
<i>R. buergeri</i>	1993	-	-	6.80	-	0.40	5.74	9.84	tr	-	-
<i>R. chiliadenus</i>	1995	6.34	1.81	6.11	0.48	0.62	-	30.71	-	-	82.73
<i>R. chingii</i>	1993	9.63	1.28	5.78	0.24	0.46	4.27	14.79	0.11	255.3	-
<i>R. columellaris</i>	1993	-	1.89	4.91	0.26	0.55	4.50	17.84	0.31	310.0	-
<i>R. corchorifolius</i>	1993	-	1.65	5.29	0.28	0.34	3.89	14.64	tr	246.0	-
<i>R. glabricarpus</i>	1995	8.45	3.69	7.64	0.60	0.52	-	18.03	-	-	76.05
<i>R. hirsutus</i>	1993	7.97	1.93	14.55	0.34	0.34	5.14	16.27	tr	388.0	-
<i>R. innominatus</i>	1995	6.01	1.21	13.90	0.50	0.57	-	46.73	-	-	84.23
<i>R. lambertianus</i>	1993	-	-	13.95	-	0.29	4.74	26.97	tr	-	-
	1995	2.40	3.36	14.15	0.71	0.92	-	72.48	-	-	68.44
<i>R. multibracteatus</i>	1995	2.69	1.77	12.64	0.40	0.89	-	14.45	-	-	83.10
<i>R. parvifolius</i>	1993	2.96	1.28	4.29	0.14	0.39	4.51	9.63	0.05	165.0	-
	1995	3.61	1.01	13.93	0.55	0.66	-	66.00	-	-	86.27
<i>R. peltatus</i>	1993	-	2.08	3.55	0.28	0.46	4.00	11.90	0.01	239.7	-
<i>R. rosaeifolius</i>	1993	8.30	2.56	12.93	0.26	0.40	5.64	15.79	tr	392.1	-
<i>R. setchuenensis</i>	1993	-	-	5.47	-	0.34	7.54	29.53	tr	-	-
<i>R. sumatranus</i>	1993	3.22	1.14	8.17	0.12	0.40	4.64	9.18	0.05	219.2	-
<i>R. tephrodes</i>	1993	-	-	12.90	-	0.38	7.08	16.81	tr	-	-
	1995	5.46	3.17	10.84	0.60	0.24	-	10.07	-	-	80.03
<i>R. trianthus</i>	1993	-	-	5.35	0.20	0.36	3.11	21.19	0.04	278.9	-
	1995	7.44	2.08	4.09	-	-	-	-	-	-	79.91
<i>R. hybrid</i> 01	1993	-	0.72	9.05	0.15	0.43	4.02	15.51	tr	199.2	-
<i>R. hybrid</i> 02	1993	-	1.55	5.57	0.21	0.35	4.71	16.18	tr	200.8	-

糖酸含量是影响果实风味的主要因素之一,野生种中果实可以直接食用的种类含糖量都比较高,如风味较好的 *R. chingii*, 含糖量达到 9.63%, 而 *R. lambertianus* 和 *R. multibracteatus* 等仅 2%~3%。

在维生素类中,悬钩子的 VA 含量低,VB<sub>1</sub>、VB<sub>2</sub>、VC 和 VPP 含量也属中等,但具有抗衰老作用的 VE 含量高,特别是 *R. alceaefolius*、*R. alceaefolius* f. 和 *R. lambertianus* 等,分别高达 74.76 μg/g, 80.92 μg/g 和 72.48 μg/g, 值得注意。高含量 SOD 也是悬钩子属果实高营养价值的标志之一。

表 6 悬钩子属植物果实中矿质元素含量(1995 测定,干基)

Tab 6 Mineral elements in aggregate fruit of *Rubus* species (1995, dry basis)

种类 Species	K %	Ca %	Mg %	Mn μg/g	Zn μg/g	Fe μg/g	Se μg/g
<i>R. alceaefolius</i>	2.1667	0.7398	0.4895	-	27.5952	49.6190	0.0408
<i>R. alceaefolius</i> f.	2.5382	0.6789	0.3961	-	17.8292	40.0435	0.0909
<i>R. biflorus</i>	0.7222	0.1996	0.3592	21.6374	23.6839	120.1886	0.0784
<i>R. chiliadenus</i>	0.8548	0.4962	0.4169	19.9276	13.6383	43.4706	0.1786
<i>R. glabricarpus</i>	1.3154	0.4354	0.5937	13.5108	17.9250	81.2656	0.0707
<i>R. innominatus</i>	1.0824	0.1986	0.6753	25.5223	15.5074	48.9335	0.2789
<i>R. lambertianus</i>	2.4134	0.7069	0.4334	-	20.3596	36.6657	0.0659
<i>R. multibracteatus</i>	0.6968	0.5994	0.4396	40.9201	29.9520	224.2567	0.0408
<i>R. parvifolius</i>	3.0762	0.6950	0.4768	-	19.3247	102.9052	0.0683
<i>R. tephrodes</i>	1.0874	0.4788	0.3193	19.2298	38.6343	196.6341	0.1160
<i>R. trianthus</i>	0.8298	0.4777	0.4379	15.9863	22.3796	114.4287	0.0784

果实中氨基酸含量也比较高,而且种类间差异大。在表 4 所列 15 个种中,*R. biflorus*、*R. chiliadenus*、*R. corchorifolius*、*R. hirsutus*、*R. lambertianus*、*R. multibracteatus*、*R. rosaeifolius* 和 *R. hybrid 02* 等 8 个种氨基酸总量在 8g/100g 干重以上,最高的达到 9.908 g/100g 干重。此外,1992 年曾测定 *R. alceaefolius*、*R. alceaefolius* f.、*R. lambertianus*、*R. tephrodes* 的氨基酸含量,表 4 未予列入。4 个种中 *R. tephrodes* 仅略高于 *R. alceaefolius* f. 而居第三位。

与 Ensminger A. H. 等报道的 52 种水果、干果和种仁的测定数据相比<sup>[12]</sup>,悬钩子果实中锌含量高于一般的浆果与核果而与坚果类相近,铁的含量则最高。可以认为悬钩子果实属于富铁富锌类。当然,不同种类间的差异也是十分显著的。在所测的 7 种矿质元素中,除镁含量外,其余 6 种的含量在种类间都有很大差别。含量最高的种类与含量最低的种类相比,其含量倍数分别达到:钾 4.26 倍,钙 3.71 倍,锰 3.03 倍,锌 2.83 倍,硒 6.84 倍,铁 6.12 倍。

### 2.3 果实和叶片营养成分的比较

叶片中矿质元素 Ca、Fe、氨基酸、Vc、SOD 含量均远远高于果实中的含量<sup>[7,8]</sup>。例如 *R. corchorifolius* 叶片中 Vc、SOD 和氨基酸总量分别为果实中的 22.93、5.07 和 1.66 倍。这至少是部分地从科学上解释了欧美一些地区用 *Rubus* 叶片制成营养茶剂的习惯。实际上,我们对 *Rubus* 属叶片的利用潜力认识还很不充分。我国中草药中利用的 *Rubus* 属植物多达 47 个种和变种<sup>[9]</sup>,对大多数种类的药用成分及其药理作用我们并不了解。桑建忠等<sup>[8]</sup>提出的开发我国悬钩子叶片资源的建议值得注意。

## 3. 染色体计数

作者等曾对 *Rubus* 田间基因库中 24 个种进行过染色体计数,所用材料为茎尖体细胞。除已发表部分外<sup>[15]</sup>,其他 6 个种的观察结果是:*R. kulinganus* (江西)和 *R. hybrid 02* (南京)为  $2x = 14$ ,*R. sempervirens* (江西),*R. hunanensis* (湖南),*R. pacificus* (福建)和 *R. swinhoi* (江西)为  $4x = 28$ 。

## 4. 种类评价及单项关键性状的评价

对于野生种质的研究,主要目的是发现野生种中具有育种利用价值的性状。当然,也不排斥发现直接可利用种类的可能性。事实上,对于果树作物来说,任何一种野生种质,即使是具有某些很好的栽培性状,如我们曾多次介绍的 *R. corchorifolius* (美味)、*R. chingii* (果大、味佳、直立)、*R. peltatus* (果大、味佳、香味浓)、*R. hirsutus* (果较大、色艳、抗性较强)等,都还存在这样或那样的弱点,而不能直接用于栽培。然而,野生种质的优良栽培性状,如表7中所列的涉及到品质育种的关键性状,是很有利用价值的。

表7 悬钩子属植物单项关键性的评价

Tab 7 Evaluations with individual key items of *Rubus* species

项目 Item	特优种类 Outstanding species
果实 Fruit	
大小 Size (g)	<i>R. peltatus</i> 01 (5.58~6.94), <i>R. chingii</i> 02,04,05,07 (5.23~6.29)
坚实度 Firmness	<i>R. peltatus</i>
紧密度 Tightness	<i>R. hirsutus</i>
风味 Flavor	<i>R. corchorifolius</i>
香味 Aroma	<i>R. peltatus</i>
糖 Sugar (% FW)	<i>R. chingii</i> (9.63), <i>R. glabricarpus</i> (8.45), <i>R. rosaefolius</i> (8.30)
酸 Acid (% FW)	<i>R. alceaefolius</i> f. (3.99), <i>R. glabricarpus</i> (3.69)
VE ( $\mu\text{g/g}$ , FW)	<i>R. alceaefolius</i> f. (80.92)
SOD ( $\mu\text{g/g}$ , FW)	<i>R. rosaefolius</i> (392.1), <i>R. hirsutus</i> (388.0), <i>R. adenophorus</i> (347.7)
Ca (% DW)	<i>R. alceaefolius</i> (0.7398), <i>R. lambertianus</i> (0.7069), <i>R. parvifolius</i> (0.6956)
K (% DW)	<i>R. parvifolius</i> (3.0762)
Zn ( $\mu\text{g/g}$ , DW)	<i>R. tephrodes</i> (38.6343)
Fe ( $\mu\text{g/g}$ , DW)	<i>R. multibracteatus</i> (224.2567), <i>R. tephrodes</i> (196.6341)
Se ( $\mu\text{g/g}$ , DW)	<i>R. innominatus</i> (0.2789), <i>R. chiliadenus</i> (0.1786)
氨基酸 Amino-acid (% DW)	<i>R. multibracteatus</i> (9.908), <i>R. lambertianus</i> (9.521)
种子大小 Seed size	<i>R. innominatus</i>
叶 Leaf	
Vc (mg/100g, FW)	<i>R. corchorifolius</i> (121.348), <i>R. setchuenensis</i> (119.214)
SOD ( $\mu\text{g/g}$ , FW)	<i>R. columellaris</i> (1933.9), <i>R. hybrid</i> 02(1876.0), <i>R. sumatranus</i> (1860.0)
Ca (% DW)	<i>R. adenophorus</i> (3.1421)
K (% DW)	<i>R. sumatranus</i> (2.0101), <i>R. innominatus</i> (1.6933), <i>R. hirsutus</i> (1.4987)
Mg (% DW)	<i>R. hirsutus</i> (0.9991), <i>R. parvifolius</i> 04 (0.7365), <i>R. corchorifolius</i> (0.7155)
P (% DW)	<i>R. innominatus</i> (0.2629), <i>R. parvifolius</i> (0.2312)
Zn ( $\mu\text{g/g}$ , DW)	<i>R. sumatranus</i> (47.159), <i>R. tsangorum</i> (35.785), <i>R. lambertianus</i> (35.350)
Fe ( $\mu\text{g/g}$ , DW)	<i>R. buergeri</i> (1789.544), <i>R. adenophorus</i> (1710.723)
Se ( $\mu\text{g/g}$ , DW)	<i>R. columellaris</i> (0.2830), <i>R. sumatranus</i> (0.2165)
氨基酸 Amino-acid (% DW)	<i>R. setchuenensis</i> (17.426), <i>R. hybrid</i> 01 (16.922), <i>R. parvifolius</i> 02(16.620), <i>R. innominatus</i> (16.210)

## 参 考 文 献

- 1 王传永,顾 姻,吴文龙等. 1996:植物资源与环境 5(1):14~17.

- 2 吴文龙, 王传永, 顾 姻等. 1992: 植物资源与环境 1(2): 61~62.
- 3 金 炜, 黄树芝, 顾 姻. 1992: 武汉植物研究 10(4): 371~376.
- 4 金 炜, 郑生智, 顾 姻. 1993: 植物资源与环境 2(2): 62~64.
- 5 赵昌民, 蔡剑华, 顾 姻等. 1990: 湖南省 *Rubus* 属植物资源调查及开发利用前景, 见: 南京中山植物园研究论文集 (1990), 江苏科学技术出版社, 南京. 134~140.
- 6 赵昌民, 吴文龙, 顾 姻等. 1993: 国土与自然资源研究 1: 74~77.
- 7 桑建忠, 顾 姻. 1995: 植物资源与环境 4(2): 22~26.
- 8 桑建忠, 顾 姻. 1995: 植物资源与环境 4(4): 33~37.
- 9 顾 姻. 1992: 植物资源与环境 1(2): 50~60.
- 10 顾 姻, 赵昌民, 王传永等. 1994: 植物资源与环境 3(2): 1~8.
- 11 缪启新, 顾 姻, 孙醉君. 1993: 中国水土保持 3: 41~44.
- 12 Ensminger A H, M E Ensminger, J E Konlande *et al.* 1983: *Foods & Nutrition Encyclopedia*, Printed in the United States of America.
- 13 Gu Y, W Jin, C M Zhao. 1990: *Acta Horticulturae* 345, 117~126.
- 14 Gu Y, C M Zhao, W Jin *et al.* 1993: *Acta Horticulturae* 352, 317~324.
- 15 Thompson M M, C M Zhao. 1993: *Acta Horticulturae* 352, 493~502.

#### 附录: 学名与中名对照表

腺毛莓	<i>R. adenophorus</i> Rolfe	牯岭悬钩子	<i>R. kulinganus</i> Bailey
粗叶悬钩子	<i>R. alceaefolius</i> Poir.	高粱泡	<i>R. lambertianus</i> Ser.
九月泡	<i>R. alceaefolius</i> Poir. f.	大乌泡	<i>R. multibracteatus</i> Lévl. et Vant.
粉枝莓	<i>R. biflorus</i> Buch.-Ham. ex Smith	茅莓	<i>R. parvifolius</i> L.
寒莓	<i>R. buergeri</i> Miq.	盾叶莓	<i>R. peltatus</i> Maxim.
长序莓	<i>R. chiliadenus</i> Focke	香莓	<i>R. pungens</i> var. <i>oldhamii</i> (Miq.) Maxim.
掌叶复盆子	<i>R. chingii</i> Hu	锈毛莓	<i>R. reflexus</i> Ker.
小柱悬钩子	<i>R. columellaris</i> Tutcher	空心泡	<i>R. rosaeifolius</i> Smith
山莓	<i>R. corchorifolius</i> L. f.	常绿莓	<i>R. sempervirens</i> Yü et Lu
插田泡	<i>R. coreanus</i> Miq.	川莓	<i>R. setchuensis</i> Bureau et Franch.
厚叶悬钩子	<i>R. crassifolius</i> Yü et Lu	甜茶	<i>R. suavissimus</i> S. Lee
凉山悬钩子	<i>R. fockeanus</i> Kurz	红腺悬钩子	<i>R. sumatranus</i> Miq.
光果悬钩子	<i>R. glabricarpus</i> Cheng	木莓	<i>R. swinhoei</i> Hance
蓬蘽	<i>R. hirsutus</i> Thunb.	灰白毛莓	<i>R. tephrodes</i> Hance
湖南悬钩子	<i>R. hunanensis</i> Hand.-Mazz.	三花莓	<i>R. trianthus</i> Focke
宜昌悬钩子	<i>R. ichangensis</i> Hemsl. et Ktze	东南悬钩子	<i>R. tsangorum</i> Hand.-Mazz.
白叶莓	<i>R. innominatus</i> S. Moore	杂种 1	<i>R. hybrid</i> 01
灰毛泡	<i>R. irenaeus</i> Focke	杂种 2	<i>R. hybrid</i> 02

(责任编辑: 惠 红)