

芋种质资源开花结实状况调查

黄新芳, 柯卫东, 孙亚林, 叶元英, 李双梅, 刘义满, 朱红莲, 李 峰, 刘玉平, 彭 静, 黄来春, 董红霞

(武汉市蔬菜科学研究所, 武汉 430065)

摘要:对保存在国家种质武汉水生蔬菜资源圃中的芋属种质资源的开花结实状况调查表明:在自然条件下,所有滇南芋($2n=2x$)中的野芋和花用芋资源全部开花;芋开花状况表现为:魁芋($2n=2x$)、多头芋($2n=3x$)、魁子兼用芋($2n=3x$)都不开花;国内多子芋中,紫柄多子芋($2n=3x$)都不开花,乌绿柄多子芋($2n=3x$)和绿柄多子芋($2n=3x$)有部分品种开花,但开花的品种具有不确定性;来源于东南亚国家的多子芋中,绿柄多子芋($2n=2x$)开花率高,花期长,另有1份紫柄多子芋($2n=3x$)开花,与国内多子芋($2n=3x$)差异较大。开花率表现为东南亚多子芋等于或高于国内芋;国内芋中,二倍体的大于三倍体的。花期最长的是东南亚绿柄多子芋($2n=2x$),国内芋中,二倍体的花期长于三倍体的。乌绿柄多子芋和花用芋的芽色都为红色,属于短附属器,其余类型的芽色为白色,属于长附属器。在自然条件下,仅有2份紫柄野芋种质结实,其他种质未见结实。本研究还对不同类型芋的始花期、末花期、花期、单株花序数、单个叶轴花序数、单株总花序数和佛焰苞管部、佛焰苞檐部、附属器、雄花序、中性花序、雌花序的长度等进行了比较。

关键词:芋(*Colocasia* spp.); 开花结实状况; 花器官; 比较

Investigation of Flowering and Seeding Status of Taro Germplasm Resources

HUANG Xin-fang, KE Wei-dong, SUN Ya-lin, YE Yuan-ying, LI Shuang-mei, LIU Yi-man,

ZHU Hong-lian, LI Feng, LIU Yu-ping, PENG Jing, HUANG Lai-chun, DONG Hong-xia

(Wuhan Vegetable Research Institute, Wuhan 430065)

Abstract: Investigation of flowering and seeding status of taro (*Colocasia*) germplasm resources which conserved in Wuhan National Germplasm Repository for Aquatic Vegetables were conducted. It indicated that: (1) In natural condition, all germplasm of previous *C. esculenta* (L.) var. *antiquorum* and *C. tonino* Nakai, which now belonged to *Colocasia antiquorum* (L.) Schott ($2n=2x$), flowered. The flowering status of that of *Colocasia esculenta* (L.) Schott presented that: All germplasm of headed-taro ($2n=2x$), taro with multi-headed taro ($2n=3x$), taro used with corm and cormels ($2n=3x$) did not flower. In Chinese taro with numerous cormels, purple-petiole-taro ($2n=3x$) did not flower. Red-purple-green-petiole-taro ($2n=3x$) and green-petiole-taro ($2n=3x$) flowered partly, whose flowering varieties were uncertain. In taro with numerous cormels which came from Southeast Asia, the flowering phase and flowering rate of green-petiole-taro ($2n=2x$) were high and long respectively. In addition, one accession of purple-petiole-taro ($2n=3x$) flower, which differed from Chinese taro with numerous cormels ($2n=3x$). The flowering rate of taro with numerous cormels which came from Southeast Asia was equal to or higher than that of Chinese taro. In Chinese taro, the flowering rate of diploid was more than that of triploid. The period of flowering of green-petiole-taro ($2n=2x$) which came from Southeast Asia was the longest, In Chinese taro, diploid was more than that of triploid. (2) Red-purple-green-petiole-taro with numerous cormels and taro used with inflo-

收稿日期: 2010-08-04 修回日期: 2011-04-05

基金项目: 国家农作物种质资源保护项目; 农业部蔬菜遗传与生理重点开放实验室项目; 国家公益性行业(农业)科研专项经费项目(200903017-03)

作者简介: 黄新芳, 高级农艺师, 主要从事芋种质资源研究。E-mail: huangxinfang@sina.com

通讯作者: 柯卫东, 推广研究员, 主要从事水生蔬菜种质资源研究。E-mail: wdke63@163.com

rescence, whose buds were red, belonged to taro with short appendage, and the others, whose buds were white, belonged to taro with long appendage. (3) In natural condition, only 2 accessions of germplasm of *C. antiquorum* (L.) Schott ($2n=2x$), whose petiole was purple, seeded. But the others did not seed. (4) The comparison of first flowering date, last flowering date, flowering phase, number of inflorescence/leaf axis, number of floral clusters per plant, total numbers of inflorescences per plant, tube length (lower part of spathe enclosing the flowers), spathe length at male anthesis, length of appendage, length of staminate portion, length of sterile portion, length of pistillate portion were done as well.

Key words: Taro (*Colocasia* spp.); Germplasm; Flowering and seeding status; Floral organ; Comparison

芋(*Colocasia* spp.)的栽培种是天南星科中重要的粮食和蔬菜兼用作物,为多年生草本植物,在我国大部分地区作一年生栽培。芋是以无性繁殖为主的作物,主要食用器官为地下球茎。在自然条件下,有些品种开花,花柄及花序可食用^[1-2],我国云南等少数地区有食用芋花的习惯^[3]。芋存在二倍体和三倍体现象,滇南芋[*Colocasia antiquorum* (L.) Schott]为二倍体($2n=2x=28$)^[4];我国的芋[*Colocasia esculenta* (L.) Schott]的倍性表现为:魁芋为二倍体($2n=2x=28$)、魁子兼用芋为三倍体($2n=3x=42$)、多头芋为三倍体($2n=3x=42$),多子芋为三倍体($2n=3x=42$)^[5],甚至还有其它倍性^[4]。多子芋有紫柄多子芋、乌绿柄多子芋和绿柄多子芋3个类型^[5]。芋虽然以无性繁殖为主,但仍可通过有性繁殖方式繁殖后代,国外早已开展杂交育种方面的研究^[7-23],而我国在此方面的研究报道较少^[24-26]。另外,在芋的分类中,芋的花序及花器官是重要的分类性状^[1,4,27]。因此,很有必要对芋的开花结实状况和花器官进行调查比较,以期对芋的生产、育种、分类等提供参考。国家种质武汉水生蔬菜资源圃从20世纪80年代开始芋种质资源的收集保存工作,至今已收集保存芋种质资源300多份,并对其开花结实状况和花器官进行了多年的调查研究。

1 材料与方法

材料为保存在国家种质武汉水生蔬菜资源圃中的300余份芋种质资源。每年4月上旬播种芋种,单行种植,早栽,株行距80 cm×40 cm,正常管理。2007-2009年3年间,每年5-12月份连续3年对芋种质资源的开花结实状况进行调查,方法按Ivanic等^[28]及黄新芳等^[29]的方法进行,调查的项目主要有开花率、始花期、末花期、结实情况、单株花序数、单个叶轴花序数、单株总花序数和佛焰苞管部、佛焰苞檐部、附属器、雄花序、中性花序、雌花序等的长度,并计算出附属器长/雄花序长的值,取3年的

平均值作为最终观测值。

2 结果与分析

2.1 开花率

在自然条件下,所有滇南芋中的野芋[即原*C. esculenta* (L.) var. *antiquorum*,下同]和花用芋(即原*C. tonoi* Nakai,下同)种质全部开花;芋种质开花状况表现为:魁芋、多头芋、魁子兼用芋都不开花,国内紫柄多子芋($2n=3x$)都不开花,乌绿柄多子芋($2n=3x$)和绿柄多子芋($2n=3x$)有部分品种开花,但开花的品种具有不确定性。另外,来源于东南亚国家的6份绿柄多子芋($2n=2x$)和1份紫柄多子芋($2n=3x$)都开花,与国内多子芋($2n=3x$)差异较大。可以看出,不同类型芋的开花率表现为:东南亚多子芋等于或高于国内芋;国内芋中,二倍体高于三倍体。

在同一品种群内部,国内绿柄多子芋($2n=3x$)和乌绿柄多子芋的植株开花率较低,分别为41.3%、55.0%,紫柄野芋的植株开花率中等,为70.5%,其他各类型芋的植株开花率都较高,为100%或接近100%。植株的开花率由高到低依次为:花用芋=东南亚绿柄多子芋($2n=2x$)=东南亚紫柄多子芋($2n=3x$)>绿柄野芋>紫柄野芋>乌绿柄多子芋>国内绿柄多子芋($2n=3x$)。可以看出,同一品种群内部植株的开花率表现为东南亚多子芋等于或高于国内芋;国内芋中,二倍体大于三倍体。

2.2 始花期、末花期、花期

始花期多集中在7月上旬至8月中旬,最早的是花用芋,为6月上旬,最晚的是东南亚紫柄多子芋($2n=3x$),为8月下旬。末花期多集中在8月下旬至10月下旬,最早的是花用芋,为8月下旬至9月上旬,最晚的是绿柄野芋及东南亚绿柄多子芋($2n=2x$),为10月下旬至11月上旬。除国内绿柄多子芋($2n=3x$)的花期不足1个月外,其他各种类型芋的花期一般在2个月左右。各种类型芋的花期平均值从大到小依次为:东南亚绿柄多子芋($2n=2x$)>绿

表 1 芋种质资源花器官性状调查

Table 1 Investigation of characters of floral organ of taro germplasm resources

类型	项目	始花期	末花期	花期	开花率	单株花序 丛数	单个叶轴 花序数	单株总 花序数	佛焰苞 管部长度	佛焰苞 檐部长度	附属器长/ 雄花序长	中性 花序长	雌花序长
绿柄野芋	平均值 $\bar{x}$	7 月下	10 月下	74.6	98.5	1.9	2.4	4.5	6.4	27.2	3.7	0.8	3.9
	最大值 Max	旬 - 8	旬 - 11	88.0	100	2.8	3.4	7.2	8.0	37.5	7.0	1.3	5.5
	最小值 Min	月中旬	月上旬	64.0	83.3	1.0	1.6	2.0	4.6	20.0	1.0	0.3	3.0
	标准差 s			8.9	5.0	0.5	0.5	1.4	1.3	5.7	2.0	0.3	0.8
	变异系数(%) CV			11.87	5.11	27.74	19.16	31.75	20.26	20.95	54.69	44.16	21.52
紫柄野芋	平均值 $\bar{x}$	7 月中	10 月上	60.1	70.5	1.5	2.3	3.3	7.3	30.6	3.4	0.8	4.2
	最大值 Max	下旬 -	中旬	82.0	100	2.8	3.6	5.3	9.5	39.0	4.6	1.2	5.3
	最小值 Min	9 月中		24.0	25.0	1.0	1.0	2.0	5.0	18.0	2.6	0.5	3.3
	标准差 s	旬		22.4	32.8	0.7	0.7	1.3	1.6	7.0	0.8	0.2	0.6
	变异系数(%) CV			37.19	46.46	45.42	29.16	40.13	22.39	23.05	23.32	30.41	15.28
花用芋	平均值 $\bar{x}$	6 月上	8 月下	55.4	100	1.8	2.4	4.2	5.3	16.1	1.5	0.4	2.9
	最大值 Max	旬 - 7	旬 - 9	89.0	100	2.3	3.0	4.8	5.8	16.9	1.8	0.5	3.2
	最小值 Min	月上旬	月上旬	42.0	100	1.0	2.1	3.0	4.8	14.0	1.3	0.4	2.6
	标准差 s			16.4	0	0.4	0.3	0.6	0.4	0.9	0.2	0.0	0.2
	变异系数(%) CV			29.65	0	22.26	13.04	15.23	6.69	5.56	11.28	10.09	7.87
国内绿柄 多子芋	平均值 $\bar{x}$	7 月下	8 月中	24.8	41.3	1.0	2.7	2.8	6.2	20.8	4.5	0.9	3.6
	最大值 Max	旬 - 8	下旬 -	34.0	83.3	1.0	5.0	5.0	7.5	27.8	7.2	1.1	4.5
	最小值 Min	月中旬	9 月中	17.0	16.6	1.0	1.0	1.0	4.5	13.3	2.6	0.6	2.0
	标准差 s		旬	6.8	22.3	0	1.0	1.1	0.8	3.7	1.1	0.2	0.6
	变异系数(%) CV			27.34	54.07	0	37.17	38.74	13.51	17.92	24.41	17.09	16.72
东南亚绿 柄多子芋	平均值 $\bar{x}$	8 月上	10 月下	75.0	100	3.2	2.1	6.5	5.8	27.0	4.2	0.8	4.3
	最大值 Max	旬	旬 - 11	80.0	100	5.3	2.5	10.3	6.4	30.1	4.6	0.9	4.9
	最小值 Min		月上旬	68.0	100	2.2	2.0	4.5	5.2	21.5	3.6	0.7	3.3
	标准差 s			5.1	0	1.4	0.2	2.7	0.5	3.5	0.4	0.1	0.6
	变异系数(%) CV			6.79	0	44.51	11.28	41.69	7.80	12.90	9.12	9.52	14.43
乌绿柄多 子芋	平均值 $\bar{x}$	7 月中	9 月上	49.8	55.0	1.5	2.8	4.6	5.9	17.3	1.9	0.5	3.4
	最大值 Max	旬 - 9	旬 - 10	73.0	100	2.2	5.0	8.0	7.0	24.8	3.3	0.9	4.3
	最小值 Min	月上旬	月下旬	27.0	16.7	1.0	1.0	1.0	5.0	13.5	1.0	0.3	2.7
	标准差 s			18.8	31.5	0.5	1.2	2.2	0.6	2.7	0.6	0.2	0.5
	变异系数(%) CV			37.76	57.27	35.30	42.70	47.69	11.00	15.40	32.69	31.36	14.23
紫柄多子 芋	平均值 $\bar{x}$	8 月下旬	10 月下旬	60.1	100	1.0	2.3	2.3	5.5	20.7	4.8	0.9	4.3

柄野芋 > 紫柄野芋 = 东南亚紫柄多子芋 ($2n = 3x$) > 花用芋 > 乌绿柄多子芋 > 国内绿柄多子芋 ($2n = 3x$), 花期最长的是东南亚绿柄多子芋 ($2n = 2x$), 国内芋中, 二倍体的花期长于三倍体。

2.3 单株花序丛数、单个叶轴花序数、单株总花序数

单株花序丛数一般为 1.0 ~ 3.2, 最多可达 5.3, 为来源于东南亚的绿柄多子芋 ($2n = 2x$) 中的品种。单株花序丛数由高到低的顺序依次为: 东南亚绿柄多子芋 ($2n = 2x$) > 绿柄野芋 > 花用芋 > 紫柄野芋 > 乌绿柄多子芋 > 国内绿柄多子芋 ($2n = 3x$) = 东南亚紫柄多子芋 ($2n = 2x$)。可以看出, 东南亚的绿柄多子芋 ($2n = 2x$) 的单株花序丛数最多; 国内芋中, 二倍体的单株花序丛数大于三倍体的。

单个叶轴花序数一般为 2.1 ~ 2.8, 最多可达 5.0, 为乌绿柄多子芋和国内绿柄多子芋 ($2n = 3x$) 中的品种。单个叶轴花序数由高到低依次为: 乌绿柄多子芋 > 国内绿柄多子芋 ($2n = 3x$) > 绿柄野芋 = 花用芋 > 紫柄野芋 = 东南亚紫柄多子芋 ($2n = 3x$) > 东南亚绿柄多子芋 ($2n = 2x$)。可以看出, 来源于东南亚的多子芋的单个叶轴花序数少于国内芋; 国内芋中, 三倍体的单个叶轴花序数大于二倍体的。

单株总花序数一般为 2.3 ~ 6.5, 最多可达 10.3, 为来源于东南亚的绿柄多子芋 ($2n = 2x$) 中的品种。单株总花序数由高到低依次为: 东南亚绿柄多子芋 ($2n = 2x$) > 乌绿柄多子芋 > 绿柄野芋 > 花用芋 > 紫柄野芋 > 国内绿柄多子芋 ($2n = 3x$) > 东南亚紫柄多子芋 ($2n = 3x$)。

2.4 佛焰苞管部长度、佛焰苞檐部长度

各种类型芋种质的佛焰苞管部长度差异不大, 平均值在 5.3 ~ 7.3cm 之间, 最大的为紫柄野芋, 最小的为花用芋。佛焰苞檐部长度表现为: 紫柄野芋、绿柄野芋、东南亚绿柄多子芋 ($2n = 2x$) 的较大, 平均值在 27.0 ~ 30.6cm 之间, 平均值最大的为紫柄野芋。而东南亚紫柄多子芋 ($2n = 3x$)、国内绿柄多子芋 ($2n = 3x$)、乌绿柄多子芋、花用芋的佛焰苞檐部长度较小, 平均值在 16.1 ~ 20.8cm 之间, 最小的为花用芋。可以看出, 佛焰苞管部长度和佛焰苞檐部长度最大的都为紫柄野芋, 最小的都为花用芋。

2.5 附属器长度、雄花序长度、附属器长/雄花序长

附属器长表现为: 花用芋和乌绿柄多子芋较短, 分别为 1.5cm、1.9cm, 而其他类型芋的则较长, 在 3.4 ~ 4.8cm 之间。附属器长由高到低依次为: 东南亚紫柄多子芋 ($2n = 3x$) > 国内绿柄多子芋 ($2n =$

$3x$) > 东南亚绿柄多子芋 ($2n = 2x$) > 绿柄野芋 > 紫柄野芋 > 乌绿柄多子芋 > 花用芋。

雄花序长表现为: 花用芋和乌绿柄多子芋较短, 分别为 3.5cm、3.7cm, 而其他类型芋的则较长, 在 4.5 ~ 5.3cm 之间。雄花序长由高到低依次为: 东南亚紫柄多子芋 ($2n = 3x$) > 东南亚绿柄多子芋 ($2n = 3x$) > 国内绿柄多子芋 ($2n = 3x$) > 绿柄野芋 > 紫柄野芋 > 乌绿柄多子芋 > 花用芋。

芋在不同地区种植时, 其附属器长和雄花序长可能受环境的影响而产生较大的差异。因此, 在比较不同地区芋的附属器长短时, 如果用附属器长的实际值, 则无法比较。但附属器长/雄花序长的比值则相对稳定, 因此, 附属器长/雄花序长的比值可作为判断附属器长短的指标^[27]。可以看出, 乌绿柄多子芋和花用芋的附属器长/雄花序长的比值小于或等于 0.5, 属于短附属器, 其余类型芋的附属器长/雄花序长的比值在 0.8 ~ 0.9, 属于长附属器^[27]。乌绿柄多子芋和花用芋的芋芽色为红色, 而其余类型芋的芽色皆为白色。因此, 红芽芋都属于短附属器, 而白芽芋都属于长附属器。

2.6 中性花序长度、雌花序长度

中性花序长除国内绿柄多子芋 ($2n = 3x$) 的值 (3.1cm) 较大外, 其他各类型芋的值相差不大, 在 2.0 ~ 2.4 cm 之间。中性花序长由高到低依次为: 国内绿柄多子芋 ($2n = 3x$) > 绿柄野芋 > 紫柄野芋 > 东南亚紫柄多子芋 ($2n = 3x$) > 花用芋 = 东南亚绿柄多子芋 ($2n = 2x$) = 乌绿柄多子芋。

雌花序长除花用芋的值 (2.9cm) 较小外, 其他各类型芋的值较大, 在 3.6 ~ 4.3cm 之间。雌花序长由高到低依次为: 东南亚绿柄多子芋 ($2n = 2x$) = 东南亚紫柄多子芋 ($2n = 3x$) > 紫柄野芋 > 绿柄野芋 > 国内绿柄多子芋 ($2n = 3x$) > 乌绿柄多子芋 > 花用芋。

2.7 结实情况

2009 年对所有芋种质资源的结实情况进行了调查, 发现在武汉的气候条件下, 仅有 2 份紫柄野芋 ($2n = 2x$) 种质结实, 它们是来源于越南的仰光红梗芋和来源于我国江西省的乐平野芋, 其他种质都未结实。仰光红梗芋的单个花序子房数 242.3, 单个子房种子数 31.3, 种子百粒重 0.021g, 种子长 0.15cm, 种子宽 0.07cm。乐平野芋的单个花序子房数 202.0, 单个子房种子数 38.7, 种子百粒重 0.024g, 种子长 0.18cm, 种子宽 0.08cm。这 2 份种子在常规条件下都未发芽, 通过激素处理都发芽。

3 讨论

芋是以无性繁殖为主的作物,在自然条件下很少开花,开花后能否结实,与其染色体倍性密切相关。二倍体可产生正常配子,理论上可以自交或杂交结实,三倍体因不能产生正常配子,故不能结实。因此,野芋、花用芋和魁芋都可能性结实,而其他类型则不能性结实。本调查研究表明:在武汉地区,只有野芋中的紫柄野芋有结实现象,而其他类型则未见结实。栽培中的魁芋($2n=2x$)未见开花,因此,欲通过有性方式育种,魁芋需首先通过人工诱导开花。另外,栽培较为广泛的多子芋在自然条件下有开花现象,但因多子芋为三倍体,开展有性育种需先通过加倍处理。魁芋兼用芋、多头芋为三倍体,在武汉地区未见开花,开展有性育种需先通过人工诱导开花及加倍处理。

芋的肉穗花序中附属器长(A)与雄花序长(M)比值(A/M)是芋分类的一个重要性状。Zhang等^[27]的研究结果表明,中国野生芋的A/M值为0.55,中国栽培芋的A/M值为0.53,因此,认为中国芋都属于短附属器。Tanimoto等^[8]的研究结果表明,泰国、马来西亚、尼泊尔、日本冲绳的芋A/M值分别为0.71、1.54、2.33、1.35。Zhang等在比较中国芋与以上这些国家的芋后,认为中国芋的大部分品种不可能起源于长附属器品种。本研究花用芋的A/M的平均值为0.45,乌绿柄多子芋的A/M的平均值为0.52,与其结果相当。本研究中,其他类型的A/M的平均值都在0.7以上,属长附属器,可能是Zhang等所观测的材料有限所致。从本研究来看,中国的芋种质可能起源于长附属器。

本研究还表明:红芽芋属于短附属器,白芽芋属于长附属器。红芽芋中的花用芋为二倍体,乌绿柄多子芋为三倍体;白芽芋中,野芋为二倍体,多子芋为三倍体。Isshiki等^[23]曾从两个二倍体芋*C. esculenta* (L.) Schott杂交获得三倍体,并解释说三倍体芋可由未减数配子与一正常减数的配子受精而产生,从而为三倍体的形成机制提供了证据。从保存在国家种质武汉水生蔬菜资源圃中的300多份芋种质资源中选取代表性的112份,采用SSR分子标记对其遗传多样性进行分析,结果表明:红芽芋中的花用芋与乌绿柄多子芋的亲缘关系较近,白芽芋中的野芋与绿柄多子芋和紫柄多子芋的亲缘关系较近。因此,短附属器中的乌绿柄多子芋是否起源于花用芋,长附属器中的白芽多子芋是否起源于野芋,有待

做进一步研究。

参考文献

- [1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志(第13卷第2分册)[M]. 北京:科学出版社,1979:68-74
- [2] 黄新芳,柯卫东,叶元英,等. 中国芋种质资源研究进展[J]. 植物遗传资源学报, 2005, 6(1): 119-123
- [3] 普迎冬,杨永平,许建初,等. 云南芋头种质资源及利用[J]. 作物品种资源, 1999(1): 1-4
- [4] Li H, Boyce P C. Araceae 23-Flora of China[EB/OL]. [2010-07-15]. http://hua.huh.harvard.edu/china/mss/alphabetical_families.htm
- [5] 张谷曼,杨振华. 中国芋的染色体数目研究[J]. 园艺学报, 1984, 11(3): 187-190
- [6] 黄新芳,柯卫东,叶元英,等. 多子芋叶柄及芽色的多样性及芋形观察[J]. 中国蔬菜, 2002(6): 13-15
- [7] Hitaka Y. Classification and breeding of taro cultivars[M]. In Dr. Asami's commemorative publishing committee (ed.) Tokyo: Engeijiyutsu-shinsetsu, Yokendo, 1955, 539-548
- [8] Tanimoto T, Tsuchiya H, Matsumoto T. Geographic variation in morphological characters in inflorescence in taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) [J]. Jpn J Breeding, 1983, 33(3): 259-268
- [9] Ivancic A, Lebot V. The genetics and breeding of taro[M]. Montpellier: Series Repères, 2000
- [10] Hunter D G, Iosefa T, Delp C J, et al. Beyond taro leaf blight: a participatory approach for plant breeding and selection for taro improvement in Samoa [C]. Proceedings of the International Symposium on Participatory Plant Breeding and Participatory Plant Genetic Resource Enhancement, Pokhara, Nepal. 2001: 219-227
- [11] Okpul T, Singh D, Wagih M, et al. Improved taro varieties with resistance to taro leaf blight for Papua New Guinea farmers[M]. Lae: NARI Technical Bulletin Series No. 3. National Agricultural Research Institute, 2002
- [12] Singh D, Okpul T, Hunter D. Taro breeding programme of Papua New Guinea - achievements, challenges and constraints [C]. 3rd Taro Symposium, 2003, 181-184
- [13] Sreekumari M T, Abraham K, Edison S, et al. Taro breeding in India [C]. 3rd Taro Symposium. 2003, 202-206
- [14] Ivancic A, Quero-Garcia J, Lebot V. Development of visual tools for selecting qualitative corm characteristics of taro [*Colocasia esculenta* (L.) Schott] [J]. Austr J Agric Res, 2003, 54(6): 581-587
- [15] Tyagi A P, Taylor M, Deo P C. Seed germination and seedling development in Taro (*Colocasia esculenta*) [J]. South Pacific J Nat Sci, 2004, 22: 62-66
- [16] Quero-Garcia J, Letourmy P, Ivancic A, et al. Heritability of the main agronomic traits of taro [J]. Crop Sci, 2006, 46(6): 2368-2375
- [17] Quero-Garcia J, Courtois B, Ivancic A, et al. First genetic maps and QTL studies of yield traits of taro [*Colocasia esculenta* (L.) Schott] [J]. Euphytica, 2006, 151(2): 187-199
- [18] Sharma K, Mishra A K, Misra R S. The genetic structure of taro: a comparison of RAPD and isozyme markers [J]. Plant Biotechnol R, 2008(2): 191-198
- [19] Singh D, Okpul T, Wagih M, et al. First release of taro leaf blight resistant varieties in Papua New Guinea [J]. Icfai University J Genet Evol, 2009, 11(1): 13-22
- [20] Iramu E, Wagih M E, Singh D. Genetic hybridization among genotypes of taro (*Colocasia esculenta*) and recurrent selection for leaf blight resistance [J]. Indian J Sci Technol, 2009, 3(1): 96-101

(下转 819 页)

不同。这说明除受接种病原菌、接种方法等因素影响外,不同的甜辣椒材料其疫病抗性遗传模式不同。对于疫病抗性的田间育种,应针对育种材料进行准确遗传分析,以确定抗疫病品种的选育路线。

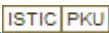
以往甜辣椒的疫病抗性遗传分析,大都采用经典数量遗传学方法,而经典数量遗传学方法并不能区分主基因及多基因的存在,也无法区分不同基因在效应上的差异,只能估测基因的总效应。近年来发展起来的植物数量性状主基因+多基因混合遗传模型分析方法,得到了较成功的广泛应用^[15-17],在甜辣椒上已对株高、始花结位等数量性状进行准确数量遗传分析^[18-19],本研究首次利用该方法对具疫病高抗性的甜椒育种材料,应用 P_1 、 P_2 、 F_1 、 B_1 、 B_2 和 F_2 六个联合世代,进行了准确的疫病抗性遗传分析,结果显示,以甜椒育种材料 N1345 为抗原的疫病抗性由 2 对加性-显性-上位性主基因控制,2 对主基因效应相等,无微效基因作用,且抗病对感病表现为显性。

疫病为世界范围内危害甜辣椒的一种毁灭性病害,抗疫病育种为甜辣椒作物的一项重要任务。而甜辣椒的抗疫病资源缺乏,尤其是甜椒。甜椒自交系 N1345 对疫病抗性表现为高抗,抗性稳定,其抗病遗传规律的阐明,对甜辣椒的抗疫病育种具有重要意义。

参考文献

- [1] Kim B S, Hur J M. Inheritance of resistance to bacterial spot and Phytophthora blight in peppers[J]. J Korean Soc Horticult Sci, 1990, 31: 350-357
- [2] Guerrero-Moreno A, Laborde J A. Current status of pepper breeding for resistance to Phytophthora capsici in Mexico[C]//Synopsis of the IVth Meeting of Capsicum Working Group of Eucarpia, Wageningen, 1980: 52-56
- [3] Pochard E. Recherches sur le piment, in Rapport de activete. Station de Amelioration des Plantes Maraicheres, 1985-1986[C]//Station de Amelioration des Plantes Maraicheres, Montfavet, 1987: 49-66
- [4] Thabuis A, Palloix A, Palloix A, et al. Comparative mapping of Phytophthora resistance loci in pepper germplasm: evidence for conserved resistance loci across Solanaceae and for a large genetic diversity[J]. Theor Appl Genet, 2003, 106: 1473-1485
- [5] Sugita T, Yanaguchi K, Kinoshita T, et al. QTL analysis for resistance to phytophthora blight (*Phytophthora capsici* Leon.) using an intraspecific doubled-haploid population of *Capsicum annuum* [J]. Breed Sci, 2006, 56: 137-145
- [6] Kimble K A, Grogan K G. Resistance to Phytophthora root rot in peppers[J]. Plant Dis Rep, 1960, 44: 872-873
- [7] 刘建华, 杨宇红, 卢鉴植, 等. 辣椒种质资源对疫病的抗病性鉴定研究[J]. 湖南农业科学, 1998(3): 30-31
- [8] 盖钧镛, 章元明, 王建康. 植物数量性状遗传体系[M]. 北京: 科学出版社, 2003: 224-260
- [9] 盖钧镛. 试验统计方法[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 125-127
- [10] Saini S S, Sharma P P. Inheritance of resistance to fruit rot (*Phytophthora capsici* Leon.) and induction of resistance in bell pepper[J]. Euphytica, 1978 (27): 721-723
- [11] Reifschneider F J B, Boiteux L S, Vecchia P T, et al. Inheritance of adult-plant resistance to Phytophthora capsici in pepper[J]. Euphytica, 1992, 62: 45-49
- [12] Cristinzio G, Zema V, Errico A, et al. Introduction of resistance genes to Phytophthora capsici into cultivar of *Capsicum annuum*-Friariello [J]. Capsic News, 1992(s): 189-193
- [13] 李智军, 龙卫平, 郑锦荣, 等. 2 个辣椒疫病抗性资源的抗性遗传分析[J]. 华南农业大学学报, 2008, 29(2): 30-33
- [14] Bartual R, Carbonell E A, Marsal J I, et al. Gene action in the resistance of peppers (*Capsicum annuum*) to Phytophthora stem blight (*Phytophthora capsici* L.) [J]. Euphytica, 1991, 54: 195-200
- [15] 李红双, 李锡香, 沈锦, 等. 萝卜优异种质对芜菁花叶病毒抗性的遗传分析[J]. 植物遗传资源学报, 2010, 11(2): 152-156
- [16] 严慧玲, 方智远, 刘玉梅, 等. 甘蓝显性雄性不育材料 DGMS79-399-3 不育性的遗传效应分析[J]. 园艺学报, 2007, 34(1): 93-98
- [17] 张素勤, 顾兴芳, 张圣平, 等. 黄瓜白粉病抗性遗传机制的研究[J]. 园艺学报, 2005, 32(5): 899-901
- [18] 陈学军, 陈劲枫, 方荣, 等. 辣椒始花节位遗传研究[J]. 园艺学报, 2006, 33(1): 152-154
- [19] 陈学军, 陈劲枫. 辣椒株高遗传分析[J]. 西北植物学报, 2006, 26(7): 1342-1345
- [20] 成观察[J]. 莱阳农学院学报, 1990, 7(2): 125-128
- [21] Deo P C, Tyagi A P, Taylor M, et al. Improving taro (*Colocasia esculenta* var. *esculenta*) production using biotechnological approaches[J]. South Pacific J Nat Sci, 2009, 27: 6-13
- [22] Quero-Garcia J, Ivancic A, Lebot V. Root and Tuber Crops[M], Handbook of Plant Breeding, 2010, 7: 149-172
- [23] Isshiki S, Otsuka K, Tashiro Y, et al. A probable origin of triploids in taro [*Colocasia esculenta* (L.) Schott] [J]. J Jpn Soc Hort Sci, 1999, 68(4): 774-779
- [24] 陆绍春, 李储学. 诱导芋头开花的初步研究[J]. 莱阳农学院学报, 1988, 5(3): 66-69
- [25] 辛红婵, 陆绍春, 王福春, 等. 芋大小孢子发生和雌雄配子体形成观察[J]. 莱阳农学院学报, 1990, 7(2): 125-128
- [26] 龙春林, 程治英, 蔡秀珍. 大野芋种子形成丛芽的微繁殖[J]. 云南植物研究, 2005, 27(3): 327-330
- [27] Zhang D X, Zhang G M. Preliminary studies on evolution and classification of taro (*Colocasia* spp.) in China[C]. Ethnobotany and genetic diversity of Asian taro: focus on China (IPGRI), 1998, 30-45
- [28] Ivancic A, Lebot V. Descriptors for Taro (*Colocasia esculenta* Schott) [M]. IPGRI, 1999
- [29] 黄新芳, 柯卫东. 芋种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京: 中国农业出版社, 2006

(上接第 815 页)

作者: [黄新芳](#), [柯卫东](#), [孙亚林](#), [叶元英](#), [李双梅](#), [刘义满](#), [朱红莲](#), [李峰](#), [刘玉平](#), [彭静](#), [黄来春](#), [董红霞](#)
作者单位: [武汉市蔬菜科学研究所, 武汉, 430065](#)
刊名: [植物遗传资源学报](#) 
英文刊名: [Journal of Plant Genetic Resources](#)
年, 卷(期): 2011(5)

参考文献(29条)

1. [黄新芳;柯卫东](#) 芋种质资源描述规范和数据标准 2006
2. [Ivancic A;Lebot V](#) Descriptors for Taro (*Colocasia esculenta* Schott) 1999
3. [Singh D;Okpul T;Wagih M](#) First release of taro leaf blight resistant varieties in Papua New Guinea 2009(01)
4. [Sharma K;Mishra A K;Misra R S](#) The genetic structure of taro:a comparison of RAPD and isozyme markers 2008(02)
5. [Quero-Garcia J;Courtois B;Ivancic A](#) First genetic maps and QTL studies of yield traits of taro[*Colocasia esculenta* (L.)Schott][外文期刊] 2006(02)
6. [Quero-Garcia J;Letourmy P;Ivancic A](#) Heritability of the main agronomic traits of taro[外文期刊] 2006(06)
7. [Tyagi A P;Taylor M;Deo P C](#) Seed germination and seedling development in Taro (*Colocasia esculenta*) 2004
8. [Zhang D X;Zhang G M](#) Preliminary studies on evolution and classification of taro (*Colocasia* spp.) in China 1998
9. [龙春林;程治英;蔡秀珍](#) 大野芋种子形成丛芽的微繁殖 2005(03)
10. [辛红婵;陆绍春;王福春](#) 芋大小孢子发生和雌雄配子体形成观察 1990(02)
11. [陆绍春;李储学](#) 诱导芋头开花的初步研究 1988(03)
12. [Isshiki S;Otsuka K;Tashiro Y](#) A probable origin of triploids in taro[*Colocasia esculenta* (L.) Schott] 1999(04)
13. [Quero-Garcia J;Ivancic A;Lebot V](#) Root and Tuber Crops 2010
14. [Deo P C;Tyagi A P;Taylor M](#) Improving taro (*Colocasia esculenta* var. *esculenta*) production using biotechnological approaches 2009
15. [Iramu E;Wagih M E;Singh D](#) Genetic hybridization among genotypes of taro (*Colocasia esculenta*) and recurrent selection for leaf blight resistance 2009(01)
16. [Ivancic A;Quero-Garcia J;Lebot V](#) Development of visual tools for selecting qualitative corm characteristics of taro[*Colocasia esculenta* (L.) Schott][外文期刊] 2003(06)
17. [Sreekumari M T;Abraham K;Edison S](#) Taro breeding in India 2003
18. [Singh D;Okpul T;Hunter D](#) Taro breeding programme of Papua New Guinea-achievements, challenges and constraints 2003
19. [Okpul T;Singh D;Wagih M](#) Improved taro varieties with resistance to taro leaf blight for Papua New Guinea farmers 2002
20. [Hunter D G;Iosera T;Delp C J](#) Beyond taro leaf blight:a participatory approach for plant breeding and selection for taro improvement in Samoa 2001
21. [Ivancic A;Lebot V](#) The genetics and breeding of taro 2000
22. [Tanimoto T;Tsuchiya H;Matsumoto T](#) Geographic variation in morphological characters in inflorescence in taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) 1983(03)
23. [Hitaka Y](#) Classification and breeding of taro cultivars 1955
24. [黄新芳;柯卫东;叶元英](#) 多子芋叶柄及芽色的多样性及芋形观察 2002(06)
25. [张谷曼;杨振华](#) 中国芋的染色体数目研究 1984(03)
26. [Li H;Boyce P C](#) Araceae 23-Flora of China 2010
27. [普迎冬;杨永平;许建初](#) 云南芋头种质资源及利用 1999(01)

28. [黄新芳;柯卫东;叶元英](#) [中国芋种质资源研究进展](#) 2005(01)
29. [《中国科学院中国植物志》编辑委员会](#) [中国植物志\(第13卷第2分册\)](#) 1979

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_zwyczyxb201105024.aspx