

水稻花药长与耐寒性的关系及育种的利用

云南省农业科学院

王怀义* 熊建华

张思竹

热带农业研究中心

国广 泰史 堀末 登

摘 要

用云南和日本品种研究水稻品种耐寒性和花器性状的关系,测定结果看出:花药长和柱头长度在品种间有明显差异,两性状都是云南品种较日本品种长。花药长度与空秕指数关系最密切,即花药长度长的品种耐寒性强,花药长度短的品种耐寒性弱。花药长度与每药内充实花粉数呈高度正相关,每药充实花粉数与相对结实率有高的相关。花药大小(充实花粉数)可作为选育耐寒品种的形态指示。各种冷害条件鉴定下,花药长度和空秕指数的方差分析及环境间的相互相关计算结果:花药长度和空秕指数比较,花药长度的品种间差异显著性高(18.11和5.78);环境间相互相关系数大(平均0.850和平均0.688)。说明花药长度因环境影响比空秕指数变动小。因此,花药长度作为障碍型冷害耐寒性指标,即便出现不同程度的冷害也能进行判断。

杂种分离世代花器性状与耐寒性的关系研究(供试组合:中母42/昆明小白谷;西誉/云粳135。用上代花器性状测定结果与下代障碍型冷害耐寒性评定情况,推断两者之间的关系),其结果:F4代花药长度与F5代平均空秕指数关系密切程度较F3代单株花药长度与F4代平均空秕指数关系大。耐寒性育种上若以花药长度作为障碍型冷害耐寒性指标进行选择,从F4开始系谱选择较从F3代选择易见效。

一 水稻品种花器性状与耐寒性的关系

水稻障碍型冷害耐寒性指标,一般常以空秕率(结实率)表示。空秕率受熟期影响很大;熟期不同的品种直接进行比较有困难。在障碍型冷害耐寒品种选育方面广泛使用回交母本,回交母本的选择必须在低世代进行耐冷性鉴定。对抽穗期不同的品系或集团、个体进行低代鉴定也是有困难的。开展花器性状与耐寒性关系的研究,以期找出受熟期影响小的、简便的障碍型冷害耐寒性形态指标。

材料和方法

研究水稻品种花器性状与耐寒性关系时,测定材料为云南和日本品种。分别在昆明大田自然冷

* 副研究员, 云南省农业科学院, 昆明

温条件下生长和温室内生长(减数分裂期控温处理)进行,方法如下:

试验1.昆明大田自然冷温的条件下水稻品种花器性状与耐寒性的关系

1983年利用昆明田间自然耐寒性鉴定材料(晚植区)。供试品种68个(日本31个,5月21日播种,6月8日移栽;云南37个,5月5日播种,5月27日移栽),出穗始期,每品种各取3穗;取每穗顶部第1~2个一次枝梗基部的2朵颖花供调查。利用万能投影仪测量每朵颖花的花药(6个)和柱头(2个)长度。花药长度放大20倍;柱头长度放大50倍。计算平均值后,以原来的单位值(mm)表示。

空秕率用取样调查值;耐寒性用调查空秕率的角度变换值——空秕指数($\sin^{-1}\sqrt{\text{空秕率}}$)表示。因对空秕率95%以上的品种未进行取样调查,因而作相关系数计算的为41个品种。

试验2.温室内盆式栽培控温处理(减数分裂期),水稻品种花器性状与耐寒性的关系

1984年夏季在温室内,在1/5000亩塑料钵内用20粒种子播成圆型。播期4月20日;供试品种58个(云南29个;日本29个)。每品种低温处理区、无处理区各一钵。低温处理于品种减数分裂期在人工气候箱内(15°C、湿度80%、光照1.3万勒克斯)处理6天;处理后仍置回温室。出穗时每品种处理区(处理开始时:叶耳间长—5~0公分)、无处理区各取3穗,用FAA液固定;调查顶部第2~3个一次枝梗基部2朵颖花。调查方法与试验1.相同。

对花药长度不同的12个品种分别调查各区、各品种每个花药内充实花粉粒数。每品种处理区取3朵固定颖花、6个花药;无处理区取6朵固定颖花、12个花药供试。花药解剖前,分别测量花药长度,然后每朵颖花选2个较正常的花药进行解剖;花药解剖后,用碘化钾液染色,在显微镜或万能投影仪下计数。全部染色的花粉粒作为每个花药的充实花粉粒数,计算花药长度与每药充实花粉粒数的关系;同时计算花药长度和每药充实花粉粒数与相对结实率的关系。

试验3.花药长度作为障碍型冷害耐寒性形态指标的有效程度试验

试验1.2.研究结果说明水稻品种耐寒性与花药长度关系最密切。为了研究花药长度作为障碍型冷害耐寒性指标的有效程度,对试验1.2.共用的23个品种(云南16个、日本7个),1986年分别在宜良(海拔1533米)、双哨(海拔2130米)环境差异大的条件下栽培;调查花药长度和空秕率的变动情况。然后根据三年四次试验的花药长度与空秕率调查结果,进行方差分析和环境间的相互相关系数的计算。

结果和讨论

试验1.昆明大田自然冷温条件下花药长度和柱头长度调查结果如表1所示:云南品种花药长度分布范围1.39~2.24mm,日本品种花药长度分布范围1.06~2.10mm;云南品种柱头长度分布范围0.66~1.09mm,日本品种柱头长度分布范围0.45~1.19mm。说明供试品种的花药长度和柱头长度在品种间存在明显的差异;但花药长度和柱头长度间相关系数很小($r=0.143$),两者之间没有任何倾向。因此,花药长度和柱头长度可作为两个独立性状看。云南品种与日本品种比较:云南品种的花药有比日本品种花药长的倾向(云南1.77mm,日本1.44mm);柱头长度差异不太大。

表1. 花药性状调查结果

(1983年)

国 别		药长mm	柱头长mm	药长×柱头长mm	供试品种数
中国云南	平均	1.77	0.82	1.46	37
	范围	1.39—2.24	0.66—1.09	0.96—1.93	
日 本	平均	1.44	0.79	1.13	31
	范围	1.06—2.10	0.45—1.19	0.67—2.21	

水稻品种各花器性状与空秕指数的相关如图1., 花药长度与空秕指数之间相关系数 $r = -0.773$, 达到0.1%水准, 有高的负相关; 即药长值大的品种空秕指数小, 耐寒性强。药长和柱头长的乘积与空秕指数之间相关系数 $r = -0.573$, 达到0.1%水准, 也有高的负相关; 但是比花药长度单独值小。就柱头长度而言无相关, 相关系数 $r = -0.135$ 。

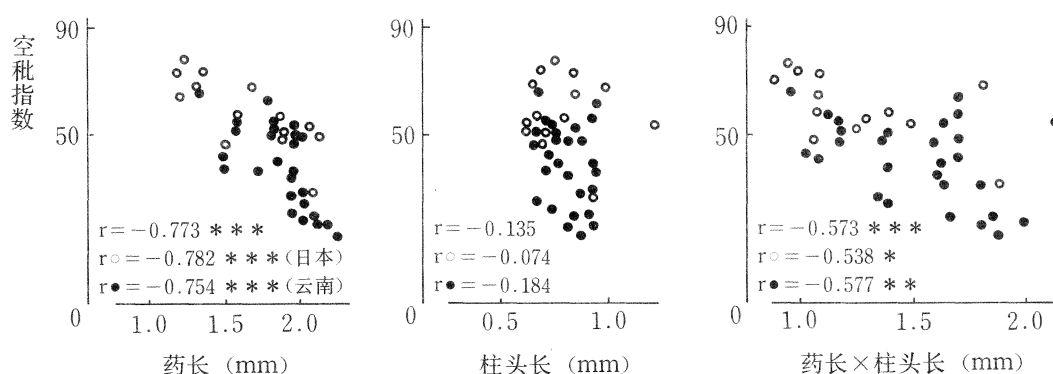


图1. 花器性状与空秕指数的相关

本试验田间出穗期与空秕指数之间没有一定的倾向, 因而空秕指数可以表示每个品种的耐寒性。花药长度与空秕指数呈高度负相关。因此, 花药长度可作为障碍型冷害耐寒性型态指标。由于本试验是在自然冷温条件下鉴定, 空秕率是各生育累积的表现, 不可能把各个特定时间与耐寒性关系分开进行研究。因此, 花药性状与哪个时期的耐寒性关系较密切, 还有待进行特定时期控温处理来研究。

试验2. 1984年在温室内, 盆式栽培, 于减数分裂期控温处理; 处理区和无处理区的花药长度和柱头长度测定结果列入表2.。处理区和无处理区的花药长度和柱头长度品种间差异明显, 两性状都因低温处理而变短。在减数分裂期 15°C 低温处理6天, 能抑制两性状的生长发育。处理后, 云南品种与日本品种比较: 花药长度和柱头长度都是云南品种较长; 花药长度与柱头长度之间仍无相关。本试验进一步验证了试验1.的结果。

表2. 花器性状调查结果

(1984年)

国 别	无 处 理 区			低 温 处 理 区			供 试 品种数
	药 长 mm	柱 头 长 mm	药长×柱头长 mm	药 长 mm	柱 头 长 mm	药长×柱头长 mm	
中国 平均	1.94	0.92	1.79	1.85	0.85	1.58	29
云南 范围	1.60—2.46	0.77—1.19	1.23—2.25	1.46—2.17	0.74—1.13	0.89—2.22	
日本 平均	1.63	0.84	1.39	1.57	0.77	1.24	29
范围	1.12—2.26	0.74—1.11	0.70—2.51	1.01—2.19	0.47—1.09	0.65—2.26	
总体 平均	1.78	0.88	1.58	1.70	0.81	1.41	58

水稻品种各花器性状与空秕指数的相关如图2所示，低温处理区的药长、药长和柱头长的乘积、柱头长与空秕指数的相关系数分别为 -0.867 ； -0.656 ； -0.291 。在3个性状里，花药长度与空秕指数关系最密切，花药长度作为障碍型冷害耐寒性指标较适合。

研究无处理区的花药长度与相对结实率(处理区结实率与无处理区结实率的百分比)的关系，如图3.所示：相关系数 $r=0.817$ ，达0.1%水准，有高度正相关。这样可以用无处理区的花药长度表示其品种的耐寒性。在控温处理条件下研究花器性状与耐寒性关系时，只需取其中一种处理的穗，测量花药长度即可。这样，既简便、又可节省时间和劳力。

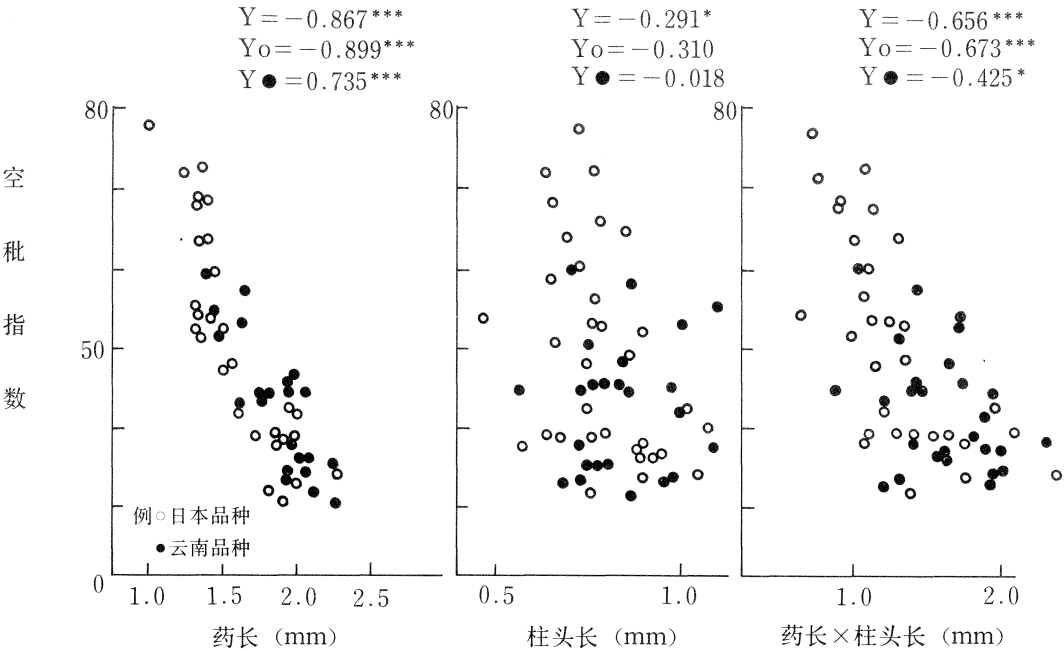


图2. 花器性状与空秕指数的相关 (试验2低温处理区)

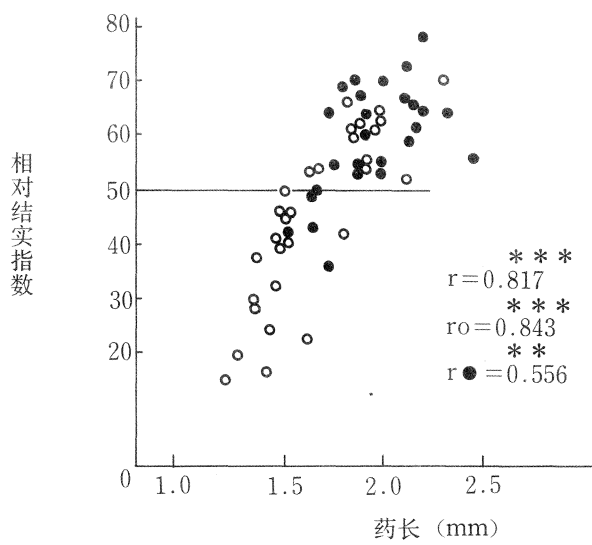


图3. 无处理区花药与相对结实指数相关 (1984年)

表3. 花药长度与每药充实花粉数和相对结实率的相关系数

		花 药 长		每药充实花粉粒数	
		对 照	处理区	对 照	处理区
相 对 结 实 率		0.811**	0.878***	0.793**	0.855***
花 药 长	对 照		0.975***	0.939***	0.918***
	处理区			0.956***	0.958***
充实花粉粒数对照					0.956***

注. ***0.1%水准, ** 1 %水准 (1984年)

对12个品种减数分裂期低温处理区和无处理区的每药充实花粉粒数调查, 结果表明: 品种花药长, 充实花粉粒数也多; 减数分裂期处理区每药充实花粉粒数一般比无处理区减少10~60%; 花药长的减少百分率低, 花药短的减少百分率高。花药长度与每药充实花粉数和相对结实率的相关系数列入表3.。从表3.可以看出无论处理区或无处理区, 花药长度与每药充实花粉粒数和相对结实率都有高的正相关。即品种花药长的每药充实花粉粒数多、相对结实率高、耐寒性强。

综上所述, 花药大小(充实花粉粒数)可作为选育耐寒品种的形态指标。

试验3.23个品种各年栽培概况列入表4.; 各种冷害条件下鉴定时花药长度和空秕指数的方差分析和环境间相互相关列入表5.、6.。表5.方差分析结果: 花药长度和空秕指数品种间F值分别为18.11、5.78; 花药长度品种间差异比空秕指数品种间差异显著性高。从表 6 环境间相互相关系数看:

花药长度之间相关较空秕指数相关值高。花药长度因环境影响变动小，而空秕指数受环境影响变动较大。因此，花药长度作为障碍型冷害耐寒性形态指标，即使出现不同程度的冷害，也能进行品种耐寒性判断。

表4. 23个品种各年栽培概况

试 验 地 点	年 度 条 件	冷害情况
1.昆明本院(1961m)	83年自然鉴定晚植区	多
2.昆明本院(1961m)	84年温室冷温处理区	少
3.宜良高产试验地(1533m)	86年自然鉴定正期	微
4.双哨冷害试验地(2140m)	86年自然鉴定正期	甚

表5.花药长度和空秕指数的方差分析表

花 药 长					空 秕 指 数		
变异原因	自由度 df	平方和 SS	均方 MS	F值	平方和 SS	均方 MS	F值
品种	22	6.17	0.28	18.11***	12492.90	567.86	5.78*
场所	3	0.49	0.16	10.57	23865.30	7955.10	80.99
机误	66	1.02	0.02		6482.69	98.22	
总体	91						

表6.花药长和空秕指数的环境间相关系数

试验地点	花 药 长				空 秕 指 数			
	1	2	3	4	1	2	3	4
1	—				—			
2	0.74***	—			0.68***	—		
3	0.85***	0.82***	—		0.76***	0.47*	—	
4	0.88***	0.76***	0.90***	—	0.74***	0.62**	0.86***	—

注. ***0.1%水准 ** 1 %水准 * 5 %水准

二. 花药长度在分离世代的利用及与有关农业性状的关系

根据水稻品种花器性状与耐寒性关系研究结果，花药长度可作为障碍型冷害耐寒性指标。此文主要研究分离世代中，能否采用花药长度作为障碍型冷害耐寒性选择指标及与有关农业性状的关系。

材料和方法

对分离世代研究方法采用铃木(1982年)的研究方法；在测定上代植株的花药长度和柱头长度的基础上，第二年根据大田自然冷温条件下调查品种障碍型冷害耐寒性情况，推断上代和下代之间的相关关系。84~86年供试组合及试验程序如图4.所示。花器性状调查：84年每穴取 1 穗；85、86年每系统取 3 穗。用FAA液固定；用万能投影仪测量花药长度和柱头长度。测量方法与试验1.相同。成熟时，调查空秕率；耐寒性用空秕率的角度变换值——空秕指数表示。

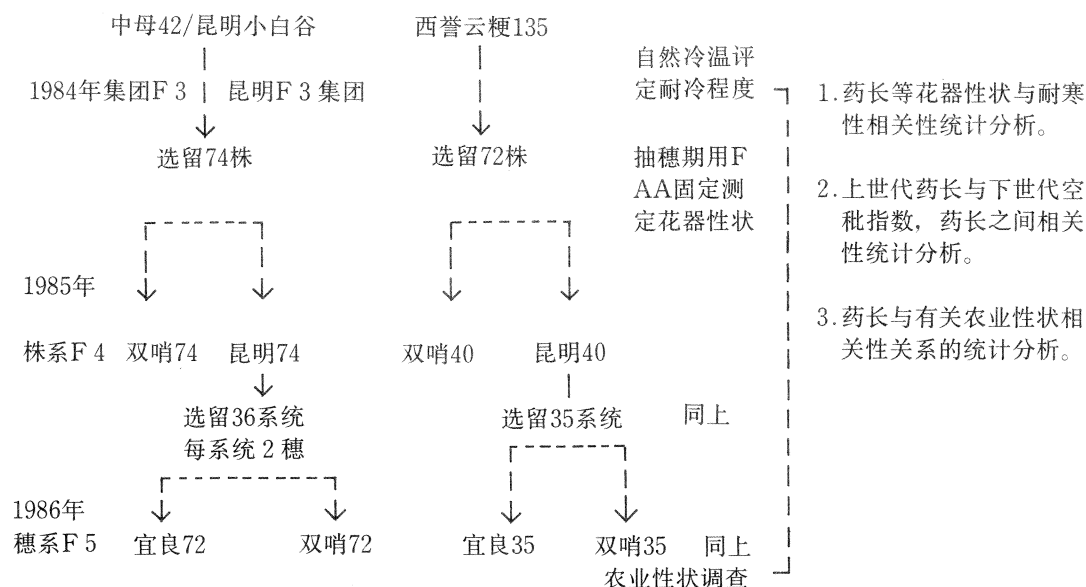


图4. 1984-1986年供试材料来历及试验程序

结果和讨论

分离世代花器性状与空秕指数的关系

1984年结果, 两组合药长与柱头长的乘积均达到0.1%水准, 有高的相关, 同水稻品种花器性状与耐寒性关系的趋势一致。将试验1、2和本试验三个试验结果列入表7。三次试验表明无论品种与杂种后代, 柱头长与空秕指数之间几乎没有相关; 花药长度与空秕指数的相关系数常比药长和柱头长的乘积与空秕指数相关系数数值大。药长和柱头长乘积的相关, 可以看作是依存花药长度的相关结果。因此, 研究花器性状与耐寒性的关系时, 只需调查长性状就可以了。

表7. 三个试验花器性状与空秕指数的相关系数

年度	试验名称	药长	柱头长	药长×柱头长度	供试品种数
84年	西誉/云梗135F3	-0.902***	-0.031	-0.585***	72
	中母42/昆明小白谷F3	-0.645***	0.177	-0.0403***	74
83年	水稻品种试验1	-0.773***	-0.135	-0.573***	41
84年	水稻品种试验2	-0.867***	-0.291	-0.656***	58

注: ***0.1%水准

1985年、1986年结果, 两组合F4代、F5代的花药长度与空秕指数相关关系如表8.所示, 表明不同世代花药长度与空秕指数的关系。即花药长度与耐寒性有密切关系, 并随世代的增进, 密切程度增大。这样, 花药长度在分离世代中也可作为障碍型冷害耐寒性选择指标。

表8. 花药长度与空秕指数的相关关系

组 合	地点	85年F4系统	86年F5系统	备 注
中母42/昆明小白谷	宜 良	—	-0.811(36)***	F5系统由昆明F4 获得 ()供试系统数
	昆 明	-0.506(74)***	—	
	双 哨	-0.710(74)***	-0.774(36)***	
西誉/云粳135	宜 良	—	-0.596(35)***	
	昆 明	-0.483(29)***	—	
	双 哨	-0.313(41)*	—	

注: ***0.1%水准, *0.5%水准。

上世代花器性状与下世代平均空秕指数的关系

1985年对中母42/昆明小白谷、西誉/云粳135两组合测定了F3代单株花药长与F4代平均空秕指数的关系及F3代单株柱头长与F4代平均空秕指数的关系,结果如表9.所示。从表9.看出F3代单株花药长与F4代平均空秕指数之间有显著负相关,而两组合F3代单株柱头长与F4代平均空秕指数之间在昆明、双哨均无相关。两组合F3代单株花药长和柱头长的乘积与F4代平均空秕指数的相关系数都比单独用花药长度时低,在昆明两组合有相关,但值小;而在双哨两组合都无相关。因此,只需选用花药长度作为分离世代障碍型冷害耐寒性选择指标。

表9. F3代花器性状与F4代平均空秕指数的关系

组 合 名 称	地点	F3代			标本数
		药 长	柱头长	药长×柱头长	
中母42/昆明小白谷	昆明	-0.411***	-0.035	-0.324*	74
F4代平均空秕指数	双哨	-0.400***	+0.101	-0.244	74
西誉/云粳135	昆明	-0.446**	-0.102	-0.331*	40
F4代平均空秕指数	双哨	-0.309*	-0.152	-0.298	40

注: ***0.1%水准, **1%水准, *5%水准。

上世代药长与下世代的空秕指数及药长的相关关系列入表10,从表10不难看出F4代药长与F5代平均空秕指数和药长的关系密切程度较F3代单株药长与F4代的平均空秕指数和药长的关系大。因此,耐寒性育种上若以药长作为障碍型冷害耐寒性指标进行选择时,从F4代开始结合其它优良性状进行系谱选择较从F3代选择易见效。根据1986年对12个杂交组合F1代药长测定结果发现花药长度为显性。因此,可能说明F3代以前药长显性作用较大,而从F4代开始显性作用已大大减少,遗传力大大提高,故选择效果好。

表10. 上世代药长与下世代空秕指数及药长相关系数

组 合 名 称	1985				1986			
	标本数 世代药长	地点	F4代		标本数 世代药长	地点	F5代	
			空秕指数	药 长			空秕指数	药 长
中母42 X 昆明 小白谷	74 F3代	昆明	-0.411***	0.343**	36 F4代	宜良	-0.761	0.839***
	74 F3代	双哨	-0.400***	0.273*	36 F4代	双哨	-0.769***	0.801***
西誉 X 云粳135	40 F3代	昆明	-0.446***	0.435*	35 F4代	宜良	-0.524**	0.757***
	40 F3代	双哨	-0.309*	-0.185	F4代	双哨		0.678***

注: ***0.1%水准, **1%水准, *5%水准。

花药长度与有关农业性状的关系

中母42/昆明小白谷组合, F5代花药长度与有关农业性状的相关系数列入表11, 从表中看出花药长度与秆长关系最密切, 综合这些相关可看出: 以药长性状作为障碍型冷害耐寒性指标时, 长秆穗重型系统比短秆穗数型系统有耐寒性强的倾向。

表11. F5代花药长度与有关农业性状的相关关系 (1986年宜良)

组 合	秆长	穗粒数	穗长	穗数	宜 良 空秕指数	双 哨 药 长
中母42× 药 昆明小白谷 长	0.811***	0.440**	0.400*	-0.249	-0.811***	0.917***

注***0.1%水准, **1%水准, *5%水准。

中母42/昆明小白谷组合, 其中中母42具有顶芒; 昆明小白谷壳、稃尖有色。对该组合F5代系统作了花药长度、空秕指数与壳色、稃尖色和芒的有无关系的统计, 结果列入表12。从表中看出: 杂种后代无论从花药长度或空秕指数看, 芒和色素的存在都与耐寒性有正相关。即有芒、有色素的花药长度比无芒、无色素的系统长; 耐寒性也强的倾向。

综上所述, 今后在降低秆长, 增加穗数或无色素、无芒品种的选育过程中应加强花药长度方面的选择; 改良不良性状, 增强品种的耐寒性。

表12 花药长度、空秕指数与芒和色素有无关系

特 性	品系数目	平 均 空秕指数	品系数目	平 均 花药长度
全 体	70	25	70	1.81
有 芒	8	18.3	8	2.07
无 芒	62	25.8	62	1.77
壳有色	8	17.7	8	2.09
壳无色	62	25.9	62	1.77
稃尖有色	19	19.96	19	1.99
稃尖无色	51	26.8	51	1.74

结 语

以上对水稻花器性状与耐寒性关系研究结果进行了叙述,从结果看 1.花药长度和柱头长度在品种间存在明显差异,但二者之间无相关。2.水稻品种孕穗期耐寒性与花药长度呈正相关,桥本(1961)佐竹、朴(1983)。此文试验结果:花药长度与空秕指数相关密切,但柱头长度与空秕指数不一定相关;花药长度和柱头长度的乘积与空秕指数相关,其相关是依存花药长度而形成。因此,认为对水稻品种及杂交后代的耐寒性选择可以用花药长度作为形态指标。3.花药长度与每药内花粉粒数呈正相关,铃木(1980);同一品种穗部位置,不同颖花孕穗期耐寒性差异与花药长度、每药花粉数有密切关系,西山(1983)。本试验不同品种花药长度与每药充实花粉数和相对结实率呈高度正相关。即花药长的每药充实花粉数多、相对结实率高、耐寒性强。因此,花药大小(含充实花粉数)可作为选育耐寒品种的形态指标。

以往的研究多以空秕率作为水稻品种的耐寒性鉴定指标。通过花器性状与耐寒性关系研究认为花药长度也可作为品种的耐寒性形态指标。试验结果表明:花药长度受环境影响变动较空秕率小。因此,即便出现不同程度的冷害,花药长度作为耐寒性形态指标都能使用和判断。在水稻发育过程中,减数分裂期,特别是花粉母细胞的发育对低温最为敏感,试验表明:减数分裂期因低温处理所致花药长度变短,充实花粉数减少。因此,花药长度可以正确反映花药(含花粉粒)发育的好坏。在很多地区,如日本、我国东北以及我省某些地区的一些年份,水稻生产过程中,花粉发育期天气低温危害时有发生。所以,在这样一些地区和类似气候的地区,用花药长度作为水稻耐寒品种的形态指标既简便又可靠。在杂种分离世代研究中,花药长度仍可作为障碍型冷害耐寒性选择指标;花药长度在育种中利用效果,后代比初世代更为有效。芒性和株型与耐寒性的关系早被明确指出,鸟山、蓬原(1961)。但花药长度与农业性状的关系还未见报导。本试验中母42/昆明小白谷F5代看到花药长度和秆长关系密切,长秆穗重型系统比矮秆穗数型系统耐寒性强的倾向;有芒、有色素的花药长度比无芒、无色素的系统长,耐寒性强。因此,今后在降低秆长、增加穗数或无芒、无色素品种的选育过程中,应考虑加强花药长度方面的选择,改良不良性状,增强耐寒性。

参考文献

1. 桥本钢二 1961 水稻品种的药长 日本育种学会 北海道谈话会报 2: 11
2. 佐竹彻夫、朴昌一 1983 水稻品种孕穗期和开花期的耐冷性与药长、柱头长及伤流量的关系 育种作物学会 北海道谈话会报 23
3. 铃木正一 1981 水稻障碍型耐冷性与花器性状关系 1. 药长和柱头长度的品种差异及栽培密度的影响 育种学杂志31卷 57-64
4. 西山岩男 1983 水稻颖花在穗部的位置与耐冷性 农业及园艺58.12.1495-1499
5. 铃木正一 1982 水稻障碍型耐冷性与花器性状关系 2. 分离世代花器性状与障碍型耐冷性的关系 育种学杂志32卷1号 9-16
6. 鸟山国土、蓬原雄山 1961 第二报 耐冷性和株型及产量之关系 育种作物学杂志11: 3 P191-198
7. 中国云南省农业科学院 1985 中日合作利用有关遗传资源培育耐寒抗病高产水稻
日本热带农业研究中心 品种试验研究阶段总结 (1983-1984年)

讨 论

桥本钢二(农研中心): 根据我的经验, 从高秆穗重型品种中可以找到药长长的, 从穗数型品种中则未发现药长长的。这篇报告中也谈到药长、秆长、穗长高度相关, 能够认为药长与株型是独立遗传的吗(用穗数型、短秆的品种可以选出药长长的材料吗)?

答: 本试验只作了花药长与有关农业性状的相关(含秆长、穗粒数、穗长、穗数)。花药长与株型的关系, 由于人力限制, 测定叶片配置及角度较困难, 这方面工作尚未进行, 有待今后进行研究。

志村英二(农研中心): 由于秆长与药长高度相关, 根据药长能否进行耐冷性的选择?

答: 本试验花药长与秆长相关值稍大, 可能与供试组合有关, 其中亲本之一昆明小白谷(耐寒性强)秆长在昆明达130cm, 用这样组合, 调查材料一般秆较长。但从调查材料中, 也发现少数药长较长, 秆矮, 耐寒性长的材料, 说明选择秆矮耐寒材料难度较大, 如有目的加强药长长度选拔, 克服高秆不良性状是能达到预期目的。