

doi:10.11937/bfyy.20172273

苦瓜种质资源耐冷性鉴定

牛玉¹, 刘子记¹, 刘昭华¹, 李汉丰¹, 符家杰², 杨衍¹

(1. 中国热带农业科学院 热带作物品种资源研究所, 海南 儋州 571737;

2. 农业部华南作物基因资源与种质创新重点开放实验室, 海南 儋州 571737)

摘要:以 148 份苦瓜种质为试材, 进行发芽期和苗期的耐冷性鉴定和评价, 比较不同类型苦瓜种质的耐冷性和变异程度。结果表明:发芽期、苗期耐冷性达到 3 级的种质数分别为 32 份和 48 份, 占供试样品的 21.62% 和 32.43%; 不同类型的苦瓜种质耐冷性差异不同, 在发芽期各类型苦瓜种质的耐冷性差异较大, 其中以果皮绿色种质、刺瘤种质和近圆型种质耐冷性较强; 在苗期各类型苦瓜种质耐冷性差异较小, 其中以果皮深绿色种质、刺瘤种质和近圆型种质耐冷性较强; 苦瓜芽期和苗期耐冷性具有一定的相关性但并不一致; 研究结果为苦瓜耐冷新品种的选育提供新的种质, 并为开展苦瓜耐冷机制研究积累材料。

关键词:苦瓜; 种质; 低温胁迫; 发育期; 苗期; 耐冷性鉴定

中图分类号:S 642.502.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)24-0001-06

苦瓜 (*Momordica charantia* L., $2n=2x=22$) 属葫芦科苦瓜属一年生蔓生草本植物, 又称凉瓜、锦荔枝。因富含维生素 C、维生素 E、氨基酸及矿物质^[1] 和具有抗肿瘤^[2]、降血糖^[3] 和降脂^[4] 等功效在我国种植面积逐年扩大。另外, 以满足内陆地区消费者冬季对苦瓜大量需求, 作为反季节蔬菜供应内地, 在海南及华南地区冬季大面积种植苦瓜, 经济效益显著, 为农民增收、农业结构调整和持续发展提供了契机。以海南为例, 2015 年海南蔬菜播种面积为 281 852 hm², 其中苦瓜为 14 397 hm², 是仅次于西瓜的第二大瓜类作物^[5]。但是苦瓜是喜温作物, 作为一种主要冬季瓜菜在海南及华南地区冬季种植时, 生育期尤其是苗期易遭遇季节性低温冷害, 导致品质下降、减产和上市时间滞后等问题^[6]。冷害已成为当前海南苦瓜

产业发展最主要的限制性因素。培育耐冷苦瓜品种被认为是减少低温冷害最有效的方式, 而通过耐冷鉴定选育耐冷的苦瓜种质是培育耐冷品种的基础。目前苦瓜的耐冷性研究集中在低温胁迫下苦瓜形态指标和生理生化指标的变化^[7-13], 关于苦瓜种质资源耐冷性系统鉴定的研究鲜见报道。该研究以自主选育的 148 份苦瓜种质为研究材料, 进行了发芽期和苗期耐冷性鉴定和评价, 以期筛选出耐冷性强的优良种质, 为苦瓜耐冷新品种的选育提供优良的亲本, 并为开展苦瓜耐冷机制研究积累材料。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料共计 148 份, 是课题组从国内外引进并经过多年自交选育的纯合自交系, 其中按瓜皮颜色分为白色苦瓜、浅绿色苦瓜、绿色苦瓜、深绿色苦瓜; 按瓜瘤类型分为粒瘤苦瓜、条瘤苦瓜、粒条相间苦瓜、刺瘤苦瓜; 按瓜型分为棒型苦瓜、纺锤型苦瓜、圆锥型苦瓜和近圆型苦瓜。

1.2 试验方法

发芽期、苗期耐冷性鉴定参照沈镛等^[14] 的方法。

第一作者简介:牛玉(1983-), 男, 硕士, 助理研究员, 研究方向为蔬菜学。E-mail: niuyulong108@163.com.

责任作者:杨衍(1971-), 男, 博士, 研究员, 研究方向为蔬菜遗传育种。E-mail: yzqi@126.com.

基金项目:中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金资助项目 (1630032015015, 1630032016019, 1630032017027, 1630032016029)。

收稿日期:2017-08-18

1.3 数据分析

在芽期(16 ± 1.0) $^{\circ}\text{C}$ 与苗期(6 ± 1.0) $^{\circ}\text{C}$ 调查的试验数据采用 Excel 软件和 SPSS 17.0 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 苦瓜种质发芽期耐冷性鉴定结果

148 份苦瓜种质全部来自 2014 年 12 月采收的纯合自交系,通过对 30 份苦瓜种质的发芽期耐冷性前期鉴定,选定发芽期耐冷性为 3、5 和 7 级的苦瓜种质 07-20、11-11 和 08-23 为该试验的对照品种。3 个对照品种的试验结果分别表现为相应的耐冷性 3、5 和 7 级(表 1),说明该鉴定试验合格。

在人工气候箱 16°C 下,不同苦瓜种质资源发芽率差别极大,发芽率变幅为 $11.00\% \sim 100.00\%$ 。发芽率介于 $10.00\% \sim 15.00\%$ 的苦瓜材料共 4 份,占材料总数的 2.70% ;发芽率介于 $15.00\% \sim 95.00\%$ 的苦瓜材料共 139 份,占总材料的 93.92% ,发芽率介于 $95.00\% \sim 100.00\%$

的苦瓜材料共 5 份,占材料总数的 3.37% ;发芽率低于 20.00% 的苦瓜种质有 10 份,种质名称与发芽率分别为 T07 (11.00%)、T06(13.00%)、Y35(14.00%)、T4 (14.00%)、08-23(16.00%)、T01(16.00%)、Y140(16.00%)、Y127(18.00%)、26-1(18.00%)和 13-6 (18.00%);发芽率高于 90.00% 的苦瓜种质有 11 份,种质名称与发芽率分别为 08-29 (92.00%)、08-36 (92.00%)、07-14 (92.00%)、26-5 (92.00%)、Y126 (94.00%)、Y100 (94.00%)、04-26(96.00%)、Y130(96.00%)、Y54(96.00%)、07-20 (100.00%) 和 Y135 (100.00%)(表 2)。

表 1 低温条件下对照苦瓜种质发芽期耐冷级别鉴定

Table 1 Identification of chilling tolerance at germination stage of bitter gourd under low temperature

种质名称 Name	发芽势 Germination potential/%	发芽率 Germination rate/%	耐冷级别 Germplasm within special grade level
07-20	82.00	100.00	3
11-11	66.00	68.00	5
08-23	12.00	16.00	7

表 2

苦瓜种质及低温条件下发芽率

Table 2

Germination rate of bitter gourd germplasm under low temperature

编 号 No.	资源 名称 Name	发芽率 rate/%	编 号 No.	资源 名称 Name	发芽率 rate/%	编 号 No.	资源 名称 Name	发芽率 rate/%	编 号 No.	资源 名称 Name	发芽率 rate/%	编 号 No.	资源 名称 Name	发芽率 rate/%
1	T07	11.00	26	Y101	29.00	51	04-1	44.00	76	09-5	61.00	101	07-11	78.00
2	T06	13.00	27	Y146	31.00	52	47	44.00	77	13-4	61.00	102	13-28	78.00
3	Y35	14.00	28	T7	32.00	53	39	44.00	78	08-43	62.00	103	T2	78.00
4	T4	14.00	29	13-22	32.00	54	13-37	44.00	79	03-8	62.00	104	Y90	78.00
5	08-23	16.00	30	J11-2	32.00	55	Y40	46.00	80	06-18	64.00	105	T09	78.00
6	T01	16.00	31	Y107	32.00	56	Y63	46.00	81	Y143	64.00	106	Y102	78.00
7	Y140	16.00	32	13-10	34.00	57	Y134	46.00	82	11-14	64.00	107	08-21	78.00
8	Y127	18.00	33	09-14	34.00	58	46	48.00	83	08-6	64.00	108	05-3	80.00
9	26-1	18.00	34	09-18	34.00	59	08-42	50.00	84	08-45	66.00	109	08-34	80.00
10	13-6	18.00	35	Y139	34.00	60	12-1	50.00	85	08-30	66.00	110	Y21	80.00
11	09-22	20.00	36	T08	36.00	61	Y81	50.00	86	Y55	66.00	111	Y89	80.00
12	13-12	21.00	37	13-1	36.00	62	LZ-2	52.00	87	11-9	66.00	112	08-49	82.00
13	38	22.00	38	08-46	36.00	63	T8	52.00	88	27-2	66.00	113	Y13	82.00
14	Y147	22.00	39	Y138	36.00	64	Y104	52.00	89	09-24	66.00	114	T02	82.00
15	13-7	22.00	40	13-9	37.00	65	41	54.00	90	08-28	66.00	115	08-41	83.00
16	T5	23.00	41	13-25	38.00	66	08-48	56.00	91	Y32	68.00	116	08-47	84.00
17	42	24.00	42	T10	38.00	67	Y46	56.00	92	11-11	68.00	117	04-4	84.00
18	Y65	24.00	43	09-4	39.00	68	Y137	56.00	93	Y106	68.00	118	07-3	84.00
19	T11	24.00	44	J11-4	39.00	69	Y94	58.00	94	Y87	70.00	119	08-33	84.00
20	Y97	24.00	45	Y34	40.00	70	Y99	58.00	95	Y51	74.00	120	13-20	84.00
21	J11-3	24.00	46	08-39	40.00	71	08-36	58.00	96	Y146	74.00	121	09-36	84.00
22	T1	26.00	47	27-3	40.00	72	Y70	58.00	97	09-15	74.00	122	Y59	86.00
23	13-26	26.00	48	13-30	40.00	73	08-34	58.00	98	Y11	74.00	123	05-8	86.00
24	Y125	26.00	49	Y30	42.00	74	40	58.00	99	Y56	74.00	124	08-44	88.00
25	08-35	28.00	50	04-36	43.00	75	09-6	60.00	100	Y12	74.00	125	Y49	88.00

由表 3 可知,在以瓜皮颜色划分的苦瓜种质中,绿色苦瓜种质平均发芽率最高,为 65.19%,种质最高的发芽率达 100.00%。白色、浅绿和深绿苦瓜资源平均发芽率均低于 60.00%。发芽率变异系数顺序是浅绿(50.08%)>白色(46.88%)>深绿(46.63%)>绿色(36.02%),绿色苦瓜种质发芽率变异系数最小,说明绿色苦瓜种质中不同材料间耐冷性差异较小。在以瓜瘤划分的苦瓜种质中,条瘤和刺瘤苦瓜种质发芽率分别为 67.09%和 68.20%,粒瘤和条瘤相间苦瓜种质发芽率均低于 60.00%,条瘤、刺瘤和条粒种质之间差异显著;发芽率变异系数顺序是条粒(52.22%)>粒瘤(48.37%)>刺瘤(44.30%)>条瘤(32.82%),条

瘤苦瓜种质变异系数最小,为 32.82%,说明条瘤苦瓜种质之间发芽期耐冷性差异较小;条粒相间瓜瘤苦瓜种质变异系数最大,为 52.22%,说明其种质之间发芽期耐冷性差异较大。在以瓜型划分的苦瓜种质中,圆锥型苦瓜种质平均发芽率最高,为 65.95%,种质最高的发芽率达 100.00%。棒型、纺锤型和近圆型苦瓜种质平均发芽率均低于 60.00%。发芽率变异系数顺序是纺锤(47.01%)>棒型(44.29%)>近圆(38.32%)>圆锥(30.85%),圆锥型苦瓜种质发芽率变异系数最小,说明圆锥型苦瓜种质中不同材料间耐冷性差异较小。

表 3 低温条件下苦瓜种质资源发芽分析

Table 3 Germination rate of bitter gourd germplasm under low temperature

分类	品种类型	资源份数	发芽率	平均发芽率	发芽率变异系数
Classification	Variety type	No. of germplasm	Germination rate/%	Average germination rate/%	C. V. of germination rate/%
瓜皮颜色	白色	27	22.00~92.00	50.96b	46.88
	浅绿	24	11.00~94.00	54.67ab	50.08
	绿色	74	14.00~100.00	65.19a	36.02
	深绿	23	18.00~89.00	45.30b	46.63
瓜瘤	条瘤	65	14.00~100.00	67.09a	32.82
	粒瘤	55	18.00~100.00	49.22b	48.37
	条粒	23	11.00~92.00	49.78b	52.22
	刺瘤	5	32.00~96.00	68.20a	44.30
瓜型	棒型	82	11.00~100.00	58.13ab	44.29
	纺锤	43	18.00~96.00	54.05b	47.01
	圆锥	19	22.00~100.00	65.95a	30.85
	近圆	4	34.00~86.00	52.50b	38.32
	全部种质	148	8.00~100.00	57.80	43.51

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著($P<0.05$),下同。

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference at 0.05 level. The same below.

由表 4 可以看出,在以颜色划分的苦瓜种质中,耐冷性级别平均值顺序是绿色(4.95)>浅绿(5.58)>白色(5.89)>深绿(6.04)。绿色苦瓜种质发芽期耐冷性较强,其中耐冷性为 3 级的种质有 22 份,占全部绿色苦瓜种质的 29.73%;深绿色苦瓜发芽期耐冷较弱,其中耐冷性为 7 级的种质有 16 份,占深绿色苦瓜种质的 69.57%;以瓜瘤划分的苦瓜资源中,耐冷性级别平均值的顺序是刺瘤(4.60)>条瘤(4.88)>条粒相间(5.61)>粒瘤(5.98)。条瘤苦瓜种质共有 65 份,其中耐冷性为 3 级的种质 20 份,占全部条瘤苦瓜种质的 30.77%;刺瘤苦瓜种质发芽期耐冷性较强,其中耐冷性为 3 级的种质 3 份,占全部种质的 60.00%。以瓜型划分的苦瓜种质中,耐冷性级别

平均值顺序是近圆(4.00)>棒型(5.20)>纺锤(5.70)>圆锥(5.84)。近圆型苦瓜种质发芽期耐冷性较强,其中耐冷性为 3 级的种质有 2 份,占全部近圆苦瓜种质的 50.00%;圆锥型苦瓜发芽期耐冷较弱,其中耐冷性为 7 级的种质有 11 份,占圆锥型苦瓜种质的 57.89%;全部的 148 份苦瓜种质,发芽期耐冷性为 3 级的种质 32 份,占比 21.63%(表 4)。

2.2 苦瓜种质苗期耐冷性鉴定结果

在以颜色划分的苦瓜资源中,通过苗期耐冷性比较的结果表明,深绿(4.57)>绿色(5.03)>白色(5.30)>浅绿(5.33)。深绿色苦瓜种质苗期耐冷性较强,其中耐冷性为 3 级的种质 10 份,占

全部深绿色苦瓜种质的 43%；浅绿色苦瓜苗期耐冷较弱,其中耐冷性为 7 级的种质 11 份,占浅绿色苦瓜种质的 46%；耐冷性变异系数的顺序是浅绿(57.55%)>白色(54.72%)>绿色(33.92%)>深绿(24.65%),说明浅绿色苦瓜种质苗期耐冷性变异丰富；在以瓜瘤划分的苦瓜资源中,通过苗期种质耐冷性比较的结果表明,刺瘤(4.20)>条瘤(5.00)>粒瘤(5.22)>条粒相间(5.52)。刺瘤苦瓜种质苗期耐冷性较强,其中耐冷性为 3 级的种质 3 份,占刺瘤种质的 60.00%。条粒相间苦瓜种质苗期耐冷性较弱,耐冷性为 7 级的种质 12 份,占条粒相间的苦瓜种质 52.00%；耐冷性变异系数的顺序是条粒相间(69.92%)>条瘤(49.36%)>粒瘤(31.95%)>深绿(23.33%),说

明条粒相间苦瓜种质苗期耐冷性变异相对其它类型种质比较丰富,刺瘤苦瓜耐冷性比较稳定；在以瓜型划分的苦瓜资源中,通过苗期种质耐冷性比较的结果表明,近圆(4.50)>棒型(5.05)>圆锥(5.26)>纺锤(5.37)。近圆型苦瓜种质苗期耐冷性较强,其中耐冷性为 3 级的种质 2 份,占近圆型苦瓜种质的 50.00%。纺锤型苦瓜种质苗期耐冷性较弱,耐冷性为 7 级的种质 20 份,占条粒相间的苦瓜种质 46.51%；耐冷性变异系数的顺序是纺锤(58.72%)>棒型(36.32%)>圆锥(35.01%)>近圆(13.61%),说明纺锤型苦瓜种质苗期耐冷性变异相对其它类型种质比较丰富,近圆型的苦瓜种质苗期耐冷性比较稳定(表 5)。

表 4

苦瓜种质资源发芽期耐冷性比较

Table 4

Cold tolerance comparison of bitter gourd germplasm at germinating stage

分类 Classification	品种类型 Variety type	资源份数 No. of germplasm	各级别品种数 No. of germplasm within special grade level			各级别品种比例 Proportion of different grade/%			平均值 Mean
			3	5	7	3	5	7	
瓜皮颜色 Fruit color	白色	27	3	9	15	11.11	33.33	55.56	5.89a
	浅绿	24	3	11	10	12.50	45.83	41.67	5.58ab
	绿色	74	22	32	20	29.73	43.24	27.03	4.95b
	深绿	23	4	3	16	17.39	13.04	69.57	6.04a
瓜瘤 Fruit wart	条瘤	65	20	29	16	30.77	44.62	24.62	4.88b
	粒瘤	55	6	16	33	10.91	29.09	60.00	5.98a
	条粒	23	3	10	10	13.04	43.48	43.48	5.61a
	刺瘤	5	3	0	2	60.00	0.00	40.00	4.60b
瓜型 Fruit shape	棒型	82	21	32	29	25.61	39.02	35.37	5.20ab
	纺锤	43	6	16	21	13.95	37.21	48.84	5.70a
	圆锥	19	3	5	11	15.79	26.32	57.89	5.84a
	近圆	4	2	2	0	50.00	50.00	0.00	4.00b
	全部种质	148	32	55	61	21.62	37.16	41.21	5.39

表 5

苦瓜种质苗期耐冷性鉴定结果

Table 5

Cold tolerance identification results of bitter gourd germplasm at seedling stage

分类 Classification	品种类型 Variety type	资源份数 No. of germplasm	各级别品种数 No. of germplasm within special grade			各级别品种比例 Proportion of different grade/%			平均值 Mean	变异系数 C. V. / %
			3	5	7	3	5	7		
瓜皮颜色 Fruit color	白色	27	8	7	12	29.63	25.93	44.44	5.30	54.72
	浅绿	24	7	6	11	29.17	25.00	45.83	5.33	57.55
	绿色	74	24	25	25	32.43	33.78	33.78	5.03	33.92
	深绿	23	9	6	8	39.13	26.09	34.78	4.74	24.65
瓜瘤 Fruit wart	条瘤	65	21	23	21	32.31	35.38	32.31	5.00	31.95
	粒瘤	55	17	15	23	30.91	27.27	41.82	5.22	49.36
	条粒	23	6	5	12	26.09	21.74	52.17	5.52	69.92
	刺瘤	5	3	1	1	60.00	20.00	20.00	4.20	23.33
瓜型 Fruit shape	棒型	82	27	26	29	32.93	31.71	35.37	5.05	36.32
	纺锤	43	12	11	20	27.91	25.58	46.51	5.37	58.72
	圆锥	19	7	6	7	36.84	31.58	36.84	5.26	35.01
	近圆	4	2	1	1	50.00	25.00	25.00	4.50	13.61
	全部资源	148	48	44	56.00	32.43	29.73	37.84	5.11	41.17

全部的 148 份苦瓜种质, 苗期耐冷性为 3 级的种质有 48 份, 占全部种质的 32%(表 5)。通过耐冷性鉴定, 苦瓜种质资源中发芽期和苗期均表现为耐冷性强的种质共有 16 份(表 6)。

表 6 发芽期、苗期耐冷型苦瓜种质

Table 6 Bitter melon germplasm tolerant to chilling stress at germination and seedling period

编号 No.	资源名称 Name	来源 Origin	瓜型 Fruit shape	瓜皮色 Skin color	瓜瘤类型 Fruit wart type
1	07-11	海南	长棒	绿	条瘤
2	07-20	广东	长棒	绿	条瘤
3	Y54	广东	长圆锥	绿	条瘤
4	Y49	广东	长棒	绿	条瘤
5	08-36	海南	近圆	绿	刺瘤
6	08-41	广西	长棒	绿	条瘤
7	11-8	广东	长棒	绿	条瘤
8	04-17	斯里兰卡	短纺锤	深绿	刺瘤
9	Y103	日本	短圆锥	白	粒瘤
10	26-5	四川	短纺锤	白	条瘤
11	13-21	巴基斯坦	短纺锤	浅绿	刺瘤
12	13-23	斯里兰卡	短棒	深绿	粒瘤
13	13-20	海南	长棒	浅绿	条瘤
14	Y135	江门	短圆锥	深绿	条瘤
15	09-36	巴布亚 新几内亚	短纺锤	绿	刺瘤
16	04-4	泰国	短棒	绿	条瘤

3 讨论

3.1 苦瓜种质资源耐冷性鉴定研究方法

温度是苦瓜种质耐冷鉴定的关键因素。沈镒等^[14]设置恒温箱温度(16 ± 0.5)℃作为苦瓜发芽期耐冷性的鉴定温度, 而黄玉辉等^[8]在 $10 \sim 40$ ℃条件下, 对 8 个苦瓜品种种子发芽指数进行了分析, 认为 18 ℃以下, 温度偏低, 发芽指数小, 不能衡量品种之间的差异。程世强等^[12]将萌发的苦瓜种质分别置于 4 、 8 、 12 ℃低温下处理, 发现 4 ℃低温胁迫对苦瓜种子产生明显伤害, 12 ℃低温持续 $7 \sim 9$ d 未对苦瓜成苗造成影响。该试验采用(16 ± 0.5)℃作为苦瓜发芽期耐冷性鉴定的温度, 结果表明可以对苦瓜种质进行发芽期耐冷性鉴定与分级; 孙奉良^[7]采用两叶一心的苦瓜幼苗白天放入 25 ℃光照培养箱 16 h, 夜间放入 4 ℃冰箱中黑暗处理 8 h, 持续 3 d, 作为苦瓜苗期的耐冷性鉴定方法。黄玉辉等^[9]使用四叶一心的苦瓜幼苗放在 10 ℃光照培养箱处理 7 d 作为苗期耐冷性鉴定方法。张红梅等^[10]采用长至两叶一心的苦瓜幼苗放置人工气候箱, 进行苗期鉴定的处理温度为昼温 15 ℃/夜温 7 ℃, 处理 10 d 后进行测定。

高山等^[15]模拟福建省冬春季大棚内小环境(苦瓜幼苗四叶一心时昼/夜温度 $15/8$ ℃处理 10 d)进行苗期的耐冷性鉴定。陈小凤等^[13]使用四叶一心的苦瓜幼苗放在 10 ℃光照培养箱处理 10 d 进行苗期耐冷指数的测定。该研究采用沈镒等^[14]待幼苗长至三叶一心后, 移至(6 ± 1.0)℃的条件下处理 24 h 观察, 通过计算耐冷指数进行苗期耐冷性鉴定。试验表明可以把苦瓜种质苗期冷害分为 5 个级别, 种质的耐冷强弱分为 3 级。苦瓜苗期耐冷性鉴定研究方法并不一致, 主要原因是苦瓜的区域性很强, 研究人员通常根据当地的气候特点模拟人工气候环境进行苗期的耐冷性鉴定, 不同的研究方法可以对当地苦瓜品种耐冷性进行鉴定评价, 但快捷有效的苦瓜苗期耐冷性鉴定标准还需进一步研究。

3.2 苦瓜种质资源耐冷性特点

该研究发现 148 份苦瓜种质发芽期、苗期的平均耐冷性均在 5 级以上, 且变异系数较低, 说明苦瓜大部分种质耐冷能力弱, 在耐冷性方面遗传基因丰富度较少。在不同类型的苦瓜种质耐冷性比较方面, 发芽期各类型苦瓜种质差异性较大, 其中绿色种质和刺瘤种质耐冷性较强; 苗期各类型苦瓜种质差异性较小, 其中深绿色种质和刺瘤种质耐冷性较强。

苦瓜发芽期和苗期耐冷性具有一定的相关性, 该研究结果表明, 在以瓜瘤分类的苦瓜种质中发芽期、苗期刺瘤种质耐冷性均较强。以颜色分类的苦瓜种质中, 发芽期绿色种质耐冷性较强, 而苗期深绿种质耐冷性较强。说明苦瓜发芽期和苗期耐冷性具有一定的相关性, 但并不一致。

3.3 苦瓜耐冷种质资源利用与展望

在苦瓜耐冷品种的选育方面, 陈龙正等^[16]以耐低温材料“TC008”为父本配置了强雌性耐低温苦瓜新品种“秀玉 1 号”。李红记等^[17]选育了的杂交一代耐冷性较强的苦瓜杂交一代“美德”, 其根系发达, 抗逆性强, 产量高。黄如葵等^[18]选育出了桂“农科一号”和“桂农科二号”2 个耐冷品种, 在气温为 $12 \sim 23$ ℃条件下, 能正常开花结果。但选育出的苦瓜品种未进行系统耐冷性分析, 在实际种植过程中还有待对其进一步鉴定。除此之外选育出的苦瓜耐冷新品种多为粒瘤类型, 未发现适宜海南省种植的条瘤类型。该研究通过对

148份苦瓜种质进行了耐冷性鉴定,得到了16份发芽期和苗期均耐冷的苦瓜种质,其中有9份条瘤种质,这些材料均未见报道和育种利用,为苦瓜耐冷品种尤其是油绿苦瓜的选育提供了新的抗源。

苦瓜在不同生长发育期具有不同的耐冷机制,需利用综合评价方法对苦瓜耐冷指标进行分析^[19]。下一步对发芽期和苗期表现耐冷的材料采用主成分分析和模糊评价法进行综合鉴定及评价,结合苦瓜田间成株耐冷性鉴定评价,筛选出整个生育期均耐冷的种质,为苦瓜耐冷新品种的选育提供优良的亲本,并为开展耐冷性研究积累材料。

参考文献

- [1] BEHERA T K, BEHERA S, BHARATHI L K, et al. Bitter gourd; Botany, horticulture, breeding[J]. Hort Rev, 2010, 37: 101-141.
- [2] DANDAWATE P R, SUBRAMANIAM D, PADHYE S B, et al. Bitter melon; A panacea for inflammation and cancer[J]. Chin J Nat Med, 2016, 14(2): 81-100.
- [3] TAN S P, KHA T C, PARKS S E, et al. Bitter melon (*Momordica charantia* L.) bioactive composition and health benefits; A review[J]. Food Rev Int, 2016, 32(2): 181-202.
- [4] XU L, XU Y, WANG S, et al. Novel bitter melon extracts highly yielded from supercritical extraction reduce the adiposity through the enhanced lipid metabolism in mice fed a high fat diet[J]. J N I M, 2016, 6(C): 26-32.
- [5] 海南省统计局. 海南统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2016.
- [6] 陈小凤, 黄如葵, 黄玉辉, 等. 苦瓜育种及相关基础研究进展[J]. 南方农业学报, 2011, 42(3): 246-249.
- [7] 孙奉良. 苦瓜耐低温性指标鉴定与筛选[D]. 武汉: 华中农业大学, 2003.
- [8] 黄玉辉, 罗海玲, 张曼. 不同苦瓜品种种子发芽和苗期耐冷性差异的研究[J]. 长江蔬菜, 2008(10b): 11-13.
- [9] 黄玉辉, 罗海玲, 韦莉萍, 等. 苦瓜耐冷性生理指标研究[J]. 广西农业科学, 2008, 39(6): 805-807.
- [10] 张红梅, 金海军, 丁晓涛, 等. 低温弱光下不同苦瓜自交系的生长和生理特性[J]. 上海农业学报, 2011, 27(3): 21-25.
- [11] 黄玉辉, 罗海玲, 陈小凤. 油菜素内酯对苦瓜幼苗抗冷性的影响[J]. 南方农业学报, 2011, 42(5): 488-491.
- [12] 程世强, 吴智明, 曾晶, 等. 低温胁迫对苦瓜成苗及幼苗生理生化特性的影响[J]. 热带作物学报, 2011, 32(11): 2099-2100.
- [13] 陈小凤, 黄如葵, 黄玉辉, 等. 花粉生活力与苦瓜植株耐冷性的关系[J]. 南方农业学报, 2012, 43(7): 929-931.
- [14] 沈镛, 李锡香. 苦瓜种质资源描述规范和数据标准[S]. 北京: 中国农业出版社, 2008: 20-22.
- [15] 高山, 钟开勤, 许端祥, 等. 不同基因型苦瓜幼苗耐低温弱光综合评价及鉴定指标筛选[J]. 热带作物学报, 2014, 35(11): 2191-2198.
- [16] 陈龙正, 徐海, 宋波, 等. 强雌性耐低温苦瓜新品种‘秀玉1号’[J]. 园艺学报, 2014, 41(2): 399-400.
- [17] 李红记, 刘瑞洋, 鲁广明, 等. 极耐寒高档苦瓜新品种美德[J]. 长江蔬菜, 2013(13): 20-21.
- [18] 黄如葵, 陈振东, 梁家作, 等. 苦瓜新品种桂农科一号和桂农科二号的选育[J]. 南方农业学报, 2011, 42(3): 246-249.
- [19] 陈小凤, 黄如葵, 梁家作, 等. 基于主成分分析和模糊评价法的苦瓜耐冷性综合鉴定与评价[J]. 南方农业学报, 2016, 47(5): 677-681.

Chilling Tolerance Evaluation of Bitter Gourd Germplasm

NIU Yu¹, LIU Ziji¹, LIU Zhaohua¹, LI Hanfeng¹, FU Jiajie², YANG Yan¹

(1. Tropical Crops Genetic Resources Research Institute, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Danzhou, Hainan 571737; 2. Key Laboratory of Crop Gene Resources and Germplasms Enhancement in Southern China, Ministry of Agriculture, Danzhou, Hainan 571737)

Abstract: The chilling tolerance of 148 bitter gourd germplasm was evaluated and the chilling tolerance and coefficients of variation of different types were compared. The results showed that 32 and 48 gemplasm possess higher tolerance to chilling tolerance with grade 3 at germinating and seedling stage, accounting for 21.62% and 32.43%, respectively. The chilling tolerance was different among different type of bitter gourd germplasm. The green, stinging wart and nearly spherical germplasm had higher chilling tolerance at germinating stage. The dark green, stinging wart and nearly spherical germplasm had higher cold tolerance at seedling stage. The chilling tolerance of bitter gourd germplasm at germinating and seedling stage had certain correlation, but not consistent. The results could provide materials for chilling tolerance breeding and chilling tolerance mechanism research.

Keywords: bitter gourd; germplasm; low temperature stress; germination period; seedling period; chilling tolerance identification