

文章编号: 1674-7054(2016)02-0224-08

海南夏秋两季大棚种植菜心品种的筛选

黄祖梅, 万磊, 徐慧敏, 黄文雅, 林师森, 成善汉, 朱国鹏

(海南大学 热带作物种质资源保护与开发利用教育部重点实验室/园艺园林学院, 海口, 570228)

摘要: 笔者对引进的 18 个菜心品种进行物候期、植物学性状观察, 并测定了产量与重要品质。结果表明, 与对照品种黄叶四九-19 菜心比较, 油绿型品种中, 碧绿 60 天油清甜菜心、新西兰杷洲甜油 60 天在产量上比对照高, 各品种蛋白质含量、叶绿素、可溶性固形物含量与对照差异不显著, 但各品种维生素 C 含量与对照差异显著; 黄绿型品种海南 49, 49-19 产量低于对照, 且可溶性固形物较对照低, 综合表现较差; 青绿型品种广府青菜心、青春菜心产量略低于对照, 但无显著性差异, 而可溶性蛋白、维生素 C 含量都高于对照。适合海南夏秋大棚种植的菜心品种有: 油绿型菜心以碧绿 60 天油清甜菜心、新西兰杷洲甜油 60 天菜心较好; 黄绿型菜心, 以黄叶四九-19 菜心较好; 青绿型菜心以广府青菜心、青春菜心较好。

关键词: 菜心; 物候期; 植物学性状; 产量; 品质

中图分类号: S 634.5

文献标志码: A

DOI: 10.15886/j.cnki.rdsxb.2016.02.015

菜心(Chinese flowering cabbage)又名菜薹, 学名 *Brassica campestris* L. ssp. *chinensis* var. *utilis* Tsen et Lee, 十字花科芸薹属白菜亚种的 1 个变种, 是华南地区乃至全国重要的蔬菜种类之一。菜心富含粗纤维、维生素 C 和葫芦素, 以肥嫩的花薹和嫩叶为食用器官, 薹质柔嫩多汁, 风味独特, 因而深受消费者喜爱。菜心生长期短, 适合露地和大棚种植, 在海南夏秋两季的淡季蔬菜供应中发挥非常重要的作用。目前, 海南主要种植的菜心引自广东的林忠民菜心、49 菜心等菜心品种, 因多年使用这些菜心品种有的出现品种退化, 且不适应海南夏秋两季高温高湿多雨的气候条件, 抗病力减弱, 产量降低, 品质下降; 有的不耐高温, 不适宜在海南夏秋两季进行大棚种植; 有的因满足不了海南市场对菜心多样化的需求而逐步退出。因此, 引进多样化且适宜海南夏秋两季大棚种植的菜心品种迫在眉睫, 笔者从全国各地引进包括黄绿(较耐热、适合夏季高温多雨季节种植)、油绿、青绿(深绿叶色品种较耐寒, 对霜霉病和病毒病抗性较强) 3 种类型的菜心品种, 旨在为海南菜心高效优质栽培筛选出适合海南夏秋两季大棚种植的菜心品种。

1 材料与方法

1.1 供试品种 供试菜心品种见表 1。

1.2 试验方法 本试验在海南省海口市好新鲜农业合作社桂林洋农场 GP-C7042 单栋塑料大棚(棚跨 7 m, 高 2.1 m, 长 42 m) 进行。试验采用完全随机区组设计, 3 次重复, 四周有保护行, 小区面积 2 m², 行距 12 cm, 株距 10 cm。种植密度为 550 275 株·hm²。试验于 2015-03-28 播种, 2015-04-08 移栽。“齐口花”收获。定植时, 每公顷施椰糠有机肥 4 500 kg 作基肥, 全生育期共追肥 3 次, 第 1 次 30 kg·hm⁻², 第 2 次 30 kg·hm⁻², 第 3 次 45 kg·hm⁻², 每次追肥使用罗威牌复合肥。全生育期喷药 3 次, 防治黄曲条跳甲, 菜青虫, 软腐病。收获时每小区每品种随机选取 10 株用于各指标测定。植物学性状的观测标准及指标见表 2。叶绿素采用丙酮乙醇浸提法测定^[1-2], 可溶性蛋白采用考马斯亮蓝法测定^[3], 维生素 C 采用 2,6-二氯酚靛酚法测定^[4]。数据均采用 excel 表格和 SAS 软件进行分析。

收稿日期: 2015-11-30

资助项目: 海口夏秋淡季蔬菜关键技术攻关与示范项目

作者简介: 黄祖梅(1988-)女, 海南大学园艺园林学院 2013 级硕士研究生. E-mail: hainanzumei@163.com

通信作者: 成善汉(1975-)男, 博士、教授。研究方向: 蔬菜遗传育种与高效技术. E-mail: 165597641@qq.com

表 1 供试菜心品种
Tab. 1 List of Chinese flowering cabbage

编号 No.	品种名 Variety	类型 Type	公司 Company
1	粗条 31 号油青甜菜心 Sweet Choi Sum 31	油绿 Glossy green	北京凤鸣雅世种业
2	甜油青 25 号菜心 Sweet Choi Sum 25	油绿 Glossy green	广州市兴田种子有限公司
3 (CK)	黄叶四九-49 油白菜心 Yellowleaf Choi Sum 49-49	黄绿 Yellowish green	深圳市范记种子有限公司
4	碧丰粗条 60 天尖叶油青甜菜心 Bifeng 60-day Choi Sum	油绿 Glossy green	吕锡种子店
5	海南 49 菜心 Hainan Choi Sum 49	黄绿 Yellowish green	海南大学自有留种
6	青翠菜心(49-28) Qingcui Choi Sum 49-28	青绿 Dark green	广东省良种引进服务公司
7	金船尖叶油青甜菜心 Jinchuanjianye Choi Sum	油绿 Glossy green	广州市伟兴利种子有限公司
8	新西兰杷洲甜油 60 天菜心 NZ-Pazhou 60-day Sweet Choi Sum	油绿 Glossy green	广州华绿种子有限公司
9	翠绿 40 天油菜心 Cuilyu 40-day Choi Sum	油绿 Glossy green	合欢农产有限公司
10	50 天尖叶菜心 50-day Narrow Leaf Choi Sum	油绿 Glossy green	广州绿友种业有限公司
11	45 天菜心 45-day Choi Sum	油绿 Glossy green	广州市海珠禄泉种子店
12	日本三芳交配菜心 Miyoshi hybrid Choi Sum	青绿 Dark green	广东省良种引进服务公司
13	尖叶菜心 Narrow Leaf Choi Sum	油绿 Glossy green	广州绿友种业有限公司
14	杂交广府青菜心 Guangfu Hybrid Choi Sum	青绿 Dark green	广东省湛江市大地蔬菜种子有限公司
15	49-49 菜心(019) (CK2) Choi Sum49-49	黄绿 Yellowish green	广东省良种引进服务公司
16	青春菜心 Qingchun Choi Sum	青绿 Dark green	广东省良种引进服务公司
17	广府青菜心 Guangfu Green Choi Sum	青绿 Dark green	广东省湛江市大地蔬菜种子有限公司
18	碧绿 60 天油清甜菜心 Bilyu 60-day sweet Choi Sum	油绿 Glossy green	吕锡种子店

表 2 菜心植物学性状观测标准
Tab. 2 The observation standard of botanical characters of Chinese flowering cabbage

编号 No.	观测指标 Observation index	观测标准 Observation standard
1	植株高度 Plant height/cm	植株基部至采收时顶点的距离 The distance between the plant base to the top at harvest
2	植株展幅 Plant spread/cm	莲座叶的最大直径 Maximum diameter of the rosette leaves
3	叶片长度 Leaf length/cm	叶柄到叶片尖端长度 The distance between the petiole and the leaf tip
4	叶片宽度 Leaf width/cm	真叶最宽的两端距离 The distance between the widest sides of the true leaf
5	叶片指数 Leaf index	叶片长度/叶片宽度 Leaf length/leaf width
6	薹粗 Stalk diameter/cm	第 4 片真叶处的茎 Diameter at the fourth tree leaf of the stalk
7	单株鲜重 Fresh weight/plant/g	百分电子天平秤 Electronic balance (0. 01 g)
8	单株干重 Dry weight/plant/g	万分电子天平秤 Electronic balance (0. 000 1 g)
9	单株含水量 Moisture content/plant	单株鲜重/单株干重 Fresh weight per plant/dry weight per plant

2 结果与分析

2.1 生长物候期 各参试菜心品种的生长物候期调查结果见表 3。由表 3 可见,各参试菜心品种的出苗期不同,以 45 天菜心、日本三芳菜心出苗期最晚; 50 天菜心、青春菜心次之; 其余的品种出苗时间均为 3

d. 苗期的生长势强弱程度不同,以 45 天菜心、日本三芳菜心、50 天菜心、青春菜心最弱;尖叶菜心、广府青菜心次之;其余均较强。各品种间的熟性相差约 10 d,以粗条 31 号油清甜菜心、碧丰粗条 60 天尖叶油青菜心最早,仅需 31 d;45 天菜心最晚,需要 40 d;其余的均在 35 ~ 38 d 采收。

表 3 菜心生长物候期

Tab.3 The phenophase of flowering Chinese cabbage

编号 No.	品种名 Varieties	播种期 Sowing date	出苗期 Emergence date	苗期生 长势 Seedling growth vigor	定苗期 Planting date	采收初期 First harvest date	播种到初收 天数 Days from so- wing to first Harvest	采收末期 Late harvest date
1	粗条 31 号油青甜菜心 Sweet Choi Sum 31	3 月 28 日 28 Mar.	3 月 31 日 31 Mar.	强 High	4 月 8 日 8 Apr.	4 月 28 日 28 Apr.	31	5 月 2 日 2 May
2	甜油青 25 号菜心 Sweet Choi Sum 25	3 月 28 日 28 Mar.	3 月 31 日 31 Mar.	强 High	4 月 8 日 8 Apr.	5 月 3 日 3 May	36	5 月 6 日 6 May
3	黄叶四九-19 油白菜心 Yellowleaf Choi Sum 49-19	3 月 28 日 28 Mar.	3 月 31 日 31 Mar.	强 High	4 月 8 日 8 Apr.	5 月 2 日 2 May	35	5 月 5 日 5 May
4	碧丰粗条 60 天尖叶油 青甜菜心 Bifeng 60-day Choi Sum	3 月 28 日 28 Mar.	3 月 31 日 31 Mar.	强 High	4 月 8 日 8 Apr.	4 月 28 日 28 Apr.	31	5 月 2 日 2 May
5	海南 49 菜心 Hainan Choi Sum 49	3 月 28 日 28 Mar.	3 月 31 日 31 Mar.	强 High	4 月 8 日 8 Apr.	5 月 2 日 2 May	35	5 月 6 日 6 May
6	青翠菜心(49-28) Qingcui Choi Sum 49-28	3 月 28 日 28 Mar.	3 月 31 日 31 Mar.	强 High	4 月 8 日 8 Apr.	5 月 5 日 5 May	38	5 月 10 日 10 May
7	金船尖叶油青甜菜心 Jinchuanjianye Choi Sum	3 月 28 日 28 Mar.	3 月 31 日 31 Mar.	强 High	4 月 8 日 8 Apr.	5 月 2 日 2 May	35	5 月 6 日 6 May
8	新西兰杷洲甜油 60 天 菜心 NZ-Pazhou 60-day Sweet Choi Sum	3 月 28 日 28 Mar.	3 月 31 日 31 Mar.	强 High	4 月 8 日 8 Apr.	5 月 2 日 2 May	35	5 月 6 日 6 May
9	翠绿 40 天油菜心 Cuilyu 40-day Choi Sum	3 月 28 日 28 Mar.	3 月 31 日 31 Mar.	强 High	4 月 8 日 8 Apr.	5 月 5 日 5 May	38	5 月 10 号 10 May
10	50 天尖叶菜心 50-day Narrow Leaf Choi Sum	3 月 28 日 28 Mar.	3 月 31 日 31 Mar.	弱 Low	4 月 10 日 10 Apr.	5 月 3 日 3 May	36	5 月 6 日 6 May
11	45 天菜心 45-day Choi Sum	3 月 28 日 28 Mar.	3 月 31 日 31 Mar.	弱 Low	4 月 10 日 10 Apr.	5 月 7 日 7 May	40	5 月 10 日 10 May
12	日本三芳交配菜心 Miyoshi hybrid Choi Sum	3 月 28 日 28 Mar.	3 月 31 日 31 Mar.	弱 Low	4 月 10 日 10 Apr.	5 月 5 日 5 May	38	5 月 8 日 8 May
13	尖叶菜心 Narrow Leaf Choi Sum	3 月 28 日 28 Mar.	3 月 31 日 31 Mar.	中 Middle	4 月 10 日 10 Apr.	5 月 2 日 2 May	35	5 月 6 日 6 May
14	杂交广府青菜心 Guangfu Hybrid Choi Sum	3 月 28 日 28 Mar.	3 月 31 日 31 Mar.	强 High	4 月 8 日 8 Apr.	5 月 5 号 5 May	35	5 月 10 日 10 May
15	49-19 菜心 (019) (CK2) Choi Sum49-19	3 月 28 日 28 Mar.	3 月 31 日 31 Mar.	强 High	4 月 8 日 8 Apr.	5 月 5 号 5 May	5 May38	5 月 8 日 8 May
16	青春菜心 Qingchun Choi Sum	3 月 28 日 28 Mar.	3 月 31 日 31 Mar.	弱 Low	4 月 8 日 8 Apr.	5 月 5 号 5 May	38	5 月 10 日 10 May
17	广府青菜心 Guangfu Green Choi Sum	3 月 28 日 28 Mar.	3 月 31 日 31 Mar.	中 Middle	4 月 10 日 10 Apr.	5 月 5 号 5 May	35	5 月 10 日 10 May
18	碧绿 60 天油清甜菜心 Bilyu 60-day Sweet Choi Sum	3 月 28 日 28 Mar.	3 月 31 日 31 Mar.	强 High	4 月 8 日 8 Apr.	5 月 5 日 5 May	38	5 月 8 号 8 May

2.2 不同菜心品种 9 个植物学性状比较 18 个菜心品种的 9 个植物学性状测定结果见表 4。除了 50 天尖叶菜心株高 18.67 cm,各菜心品种的株高均在 20 cm 以上,其中对照(黄叶四九-19 菜心)最高,为 31.94 cm。高度 25 > cm 的品种与对照差异不显著。各菜心的株幅在 17.67 ~ 21.33 cm 范围。株幅 23 cm 的品种与对照无显著性差异;各品种间叶长差异显著,叶长的变化范围为 12.67 ~ 35.67 cm,叶长 > 30 cm 的品

种有2个,为广府青菜心、杂交广府青菜心; 20 cm < 叶长 < 30 cm 的品种有3个,分别是海南49菜心、49-19菜心、青春菜心; 其余13个品种叶长都 < 20 cm。各品种间叶宽差异不显著,叶宽变化范围为4.83~8.33 cm,叶宽 < 6 cm 的品种有1个,为45天菜心; 叶宽 > 8 cm 的品种有3个,为31号粗条油青甜菜心、杂交广府青菜心、广府青菜心; 其余14个菜心品种的叶宽在6~8 cm 间。各品种间叶形指数差异极显著,叶片指数变化范围为1.95~4.28,叶片指数 > 3 的品种有3个,为杂交广府青菜心、49-19菜心、青春菜心; 叶片指数 > 4 的品种有广府青菜心; 叶片指数 < 2 的品种有甜油青25号菜心; 其余品种的叶片指数为2~3。菜心薹粗的变化范围为0.72~1.32 cm,其中薹粗 > 1 cm 的品种有3个,为新西兰杷洲油白60天菜心,50天尖叶菜心,碧绿60天油清甜菜心。其余品种薹粗均 < 1 cm。菜心的干质量与鲜质量在数值上差异较大,但含水量比较稳定,说明菜心的健壮与否与其含水量没有必然联系。

表4 18个菜心品种数量性状

Tab. 4 The quantitative traits of 18 cultivars of Chinese flowering cabbage

编号 No.	株高/cm Plant height	株幅/cm Plant spread	叶长/cm Leaf length	叶宽/cm Leaf width	叶片指数 Leaf index	薹粗/cm Stem diameter	干质量/g Dry weight	单株鲜质量/g Fresh weight	含水量/% Moisture content
1	28.11abc	25.22ab	17.02dfeg	8.08	2.11de	0.72	2.37cb	37.6	93.7
2	28.89ab	25.00abc	15.00efg	7.71	1.95e	0.92	2.73bc	49.9	94.44
3	31.94a	26.33a	18.83cde	6.46	2.92bd	0.82	2.89bc	52.95	94.33
4	26.11abc	23.56abcd	16.26defg	6.72	2.42bcde	0.83	2.27bc	41.05	94.51
5	25.78abcd	25.89a	20.00cd	7.22	2.77bcde	0.82	2.73bc	50.26	94.39
6	24.33bcd	23.89abcd	16.00defg	7.44	2.15cde	0.85	2.24bc	42.5	94.74
7	27.11abc	24.44abcd	16.67defg	7.99	2.09de	0.95	2.57bc	51.15	94.93
8	25.00abcd	24.22abcd	14.33efg	6.78	2.11cde	1.01	4.49a	54.18	91.82
9	25.00abcd	21.11bcde	12.89fg	6.33	2.04de	0.96	3.00b	49.00	93.87
10	18.67d	20.33de	18.00de	6.5	2.77bcd	1.11	2.81bc	31.24	94.39
11	30.5ab	17.67e	12.67g	4.83	2.62bcde	0.92	2.31bc	33.08	95.00
12	30.67ab	23.33abcd	17.67def	7.17	2.47bcde	0.83	1.66cb	31.04	94.77
13	21.33cd	18.33e	15.33defg	7.33	2.09de	0.82	2.11bc	46.00	95.42
14	26.27abc	23.00abcd	30.33b	8.00	3.79a		1.55c	43.53	96.41
15	29.67ab	25.00abc	23.00c	7.67	3.00b	0.85	2.2bc	39.34	94.23
16	24.00bcd	20.67cde	20.00cd	6.33	3.16b	0.97	2.4bc	46.02	94.22
17	25.84abcd	17.67e	33.67a	8.33	4.28a		1.96bc	47.56	95.7
18	25.67abcd	21.33bcde	16.00dfeg	7.5	2.13cde	1.23	2.87bc	67.94	95.79

注: 株高的差异极显著 ($P < 0.001$, $F = 15.11$, $R^2 = 0.877$); 展幅差异极显著 ($P < 0.0001$, $F = 4.96$, $R^2 = 0.688758$); 叶长差异极显著 ($P < 0.001$, $F = 16.23$, $R^2 = 0.884567$); 叶宽差异不显著 ($P = 0.2906 > 0.05$, $F = 1.23$, $R^2 = 0.367762$), 不显著; 叶形指数差异极显著 ($P < 0.0001$, $F = 7.41$, $R^2 = 0.777689$)。干质量差异显著 ($P = 0.0144 < 0.05$, $F = 2.37$, $R^2 = 0.52858$)。含水量差异不显著 ($P = 0.1002 > 0.05$, $F = 1.66$, $R^2 = 0.4387$)。

Note: The difference of plant height was highly significant ($P < 0.001$, $F = 15.11$, $R^2 = 0.877$); plant spread was also highly significant ($P < 0.001$, $F = 4.96$, $R^2 = 0.688758$); leaf length was highly significant ($P < 0.001$, $F = 16.23$, $R^2 = 0.884567$); leaf width was not significant ($P = 0.2906 > 0.05$, $F = 1.23$, $R^2 = 0.367762$); leaf index was highly significantly different ($P < 0.0001$, $F = 7.41$, $R^2 = 0.777689$). Dry weight was significantly different ($P = 0.0144 < 0.05$, $F = 2.37$, $R^2 = 0.52858$). The water content was not significantly different ($P = 0.1002 > 0.05$, $F = 1.66$, $R^2 = 0.4387$).

2.3 菜心的植物学性状数据统计分析 由表5可知,植株高度、叶片长度、叶片指数、单株干质量、单株鲜质量5个性状的变异系数差异在20~40间,分别为:35.41,31.55,24.79,27.45,20.23;植株展幅、叶片宽度、薹粗度3个指标的变异系数在10~20;含水量变异系数 < 10,为1.11;植株高度的变异系数最大,平均株高为23.766 cm,最高的品种为黄叶四九-19油白菜心(CK)31.94 cm;含水量变异系数为1.11,各品种含水量范围为91%~97%,平均含水量为94.481%,其中含水量最小的品种为新西兰杷洲甜油60天(91.82%),含水量最大的品种为杂交广府青(96.41%)。

表 5 植物学性状数据统计

Tab. 5 Data statistics of botanical characters

编号 No.	性状 Characters	变异系数 Coefficient of variation	均值 Mean	极小值 Minimum	极大值 Maximum	标准差 Standard deviation
1	植株高度 Plant height	35.41	26.766	18.67	31.94	8.416
2	植株展幅 Plant spread	12.32	22.611	17.67	26.33	2.786
3	叶片长度 Leaf length	31.55	18.648	12.67	35.67	5.883
4	叶片宽度 Leaf width	12.00	7.133	4.83	8.33	0.856
5	叶片指数 Leaf index	24.79	2.604	1.95	4.28	0.645
6	茎粗度 Stalk diameter	16.29	0.939	0.72	1.32	0.153
7	单株干重 Dry weight/plant	27.45	3.263	1.55	4.49	3.216
8	单株鲜重 Fresh weight/plant	20.23	45.241	31.04	67.94	9.152
9	含水量	1.11	94.481	91.82	96.41	1.046

注: 叶片指数 = 叶片长度/叶片宽度; 单株含水量 = (单株鲜质量/单株干质量) × 100

Note: leaf index = leaf length/ leaf width; leaf moisture content = (fresh weight per plant/dry weight per plant) × 100

2.4 产量分析 从表 6 可见,油绿类型的菜心以碧绿 60 天油清甜菜心的产量最高,比对照高出了 28.3%,其次是新西兰杷洲甜油 60 天油清甜菜心,比对照高出 2.3%。金船金叶油清甜菜心产量比对照稍低,三者的产量与对照差异性水平不显著。黄绿类型的菜心以黄叶四九-19 油白菜心(CK)的产量最高,海南 49 菜心、49-19 菜心均低于对照,分别减产 5.1%,25.7%,但与对照差异不显著;青绿类型的菜心均低于对照的产量;产量最低的品种为日本三芳交配菜心,比对照低 41.4%,与对照差异极显著。

表 6 菜心品种产量

Tab. 6 The yield of Flower Chinese Cabbage

编号 No.	品种名 Variety	产量/(kg · hm ⁻²) Yield	与 CK ± % Compared with CK	排名 Ranking
1	粗条 31 号油青甜菜心 Sweet Choi Sum 31	20 692.5 bcd	-29.0	15
2	甜油青 25 号菜心 Sweet Choi Sum 25	27 460.5 bc	-5.8	6
3	黄叶四九-19 油白菜心 Yellowleaf Choi Sum 49-19(ck)	29 136 ab	—	3
4	碧丰粗条 60 天尖叶油青甜菜心 Bifeng 60-day Choi Sum	22 588.5 bcd	-22.5	13
5	海南 49 菜心 Hainan Choi Sum 49	27 654 bc	-5.1	5
6	青翠菜心(49-28) Qingcui Choi Sum 49-28	23 385 bcd	-19.7	12
7	金船尖叶油青甜菜心 Jinchuanjianye Choi Sum	28 147.5 ab	-3.4	4
8	新西兰杷洲甜油 60 天菜心 NZ-Pazhou 60-day Sweet Choi Sum	29 814 ab	2.3	2
9	翠绿 40 天油菜心 Cuilyu 40-day Choi Sum	26 964 bc	-7.5	7
10	50 天尖叶菜心 50-day Narrow Leaf Choi Sum	17 188.5 d	-41.0	17
11	45 天菜心 45-day Choi Sum	18 201 cd	-37.5	16
12	日本三芳交配菜心 Miyoshi hybrid Choi Sum	17 082 d	-41.4	18
13	尖叶菜心 Narrow Leaf Choi Sum	25 312.5 bcd	-13.1	10
14	杂交广府青菜心 Guangfu Hybrid Choi Sum	23 952 bcd	-17.8	11
15	49-19 菜心(019) Choi Sum49-19	21 646.5 bcd	-25.7	14
16	青春菜心 Qingchun Choi Sum	25 323 bcd	-13.1	9
17	广府青菜心 Guangfu Green Choi Sum	26 169 bcd	-10.2	8
18	碧绿 60 天油清甜菜心 Bilyu 60-day Sweet Choi Sum	37 447.5 a	28.3	1

2.5 菜心5个内在品质比较分析 18个菜心品种可溶性蛋白、叶绿素a、叶绿素b、维生素C等的测定分析结果见表7。各参试的菜心可溶性蛋白含量无显著性差异,可溶性蛋白含量最多品种为广府青菜心,比对照大0.74;最小的品种是海南49菜心,比对照小0.38。粗条31号油青甜菜心、甜油青25号菜心、海南49菜心、青翠菜心、海南49菜心。青翠菜心(49-28)、金船尖叶油青甜菜心、新西兰枳洲甜油60天菜心、翠绿40天油菜心、50天尖叶菜心、日本三芳交配菜心、杂交广府青菜心与对照的叶绿素a含量水平差异不显著。其他品种的叶绿素a含量比对照少,且达到了显著性差异水平。各参试菜心的叶绿素b含量与对照无显著差异。总叶绿素(a+b)含量差异不显著,最大的品种为49-19菜心,比对照大0.324。最小的品种为杂交广府青菜心和45天菜心,比对照小0.563。各参试菜心可溶性固形物含量差异不显著,含量最高的品种为黄叶四九-19油白菜心(CK),含量最小的品种为金船尖叶油清甜菜心。各参试菜心维生素C含量差异极显著,广府青菜心、青春菜心、49-19菜心(019)均比对照的含量多,达极显著差异水平。甜油青25号菜心和海南49菜心维生素C的含量与对照的含量无显著差异。其余品种,维生素C的含量均比对照少,差异达极显著水平。

表7 菜心5个内在品质比较

Tab.7 Comparison of several internal qualities of the Chinese flowering cabbages

编号 No.	可溶性蛋白/ (mg·g ⁻¹) Soluble protein	叶绿素 a/ (mg·g ⁻¹) Chlorophyll a	叶绿素 b/ (mg·g ⁻¹) Chlorophyll b	叶绿素 (a+b)/(mg·g ⁻¹) Chlorophyll (a+b)	可溶性固形物/% Soluble solids content	维生素 C/ (mg·g ⁻¹) Vitamin C
1	(1.74±0.64)	(1.36±0.29) ab	(0.62±0.21)	(1.987±0.49)	(4.23±1.168)	(0.426 1±0.005) h
2	(1.49±0.09)	(1.36±0.29) ab	(0.62±0.21)	(1.987±0.49)	(3.966 7±0.68)	(0.562 8±0.014 5) d
3(CK)	(1.25±0.42)	(1.20±0.27) abcd	(0.53±0.05)	(1.843±0.086)	(4.933±0.60)	(0.548 7±0.017 9) de
4	(1.09±0.02)	(1.02±0.13) bcd	(0.46±0.14)	(1.66±0.418)	(4.766 7±0.55)	(0.491 7±0.016) gf
5	(0.87±0.03)	(1.41±0.19) a	(0.43±0.13)	(1.5±0.401)	(4.166±0.74)	(0.513±0.016 6) ef
6	(1.44±0.59)	(1.17±0.14) abcd	(0.59±0.19)	(1.9±0.424)	(4.166 7±0.38)	(0.366 8±0.013) i
7	(1.51±0.1)	(1.08±0.28) abcd	(0.64±0.3)	(2.00±0.474)	(3.133 3±0.97)	(0.478 5±0.023) g
8	(1.69±0.24)	(1.32±0.25) ab	(0.48±0.06)	(1.713±0.214)	(3.966±0.25)	(0.470 1±0.024 4) g
9	1.69±0.63	(1.36±0.17) ab	(0.48±0.03)	(1.74±0.08)	(4.033 3±0.72)	(0.349±0.026 2) i
10	(1.49±0.22)	(1.23±0.15) abc	(0.54±0.06)	(1.717±0.122)	(3.8±0.87)	(0.348 2±0.031 3) i
11	(1.32±0.48)	(1.00±0.22) bcd	(0.46±0.07)	(1.28±0.153)	(4.9±0.61)	(0.346 3±0.002 9) i
12	(1.52±0.31)	(1.12±0.05) abcd	(0.62±0.1)	(1.958 6±0.186)	(3.3±0.7)	(0.482 9±0.008 7) gf
13	(1.34±0.22)	(0.833±0.08) d	(0.59±0.14)	(1.77±0.066)	(3.533 3±0.68)	(0.342 7±0.012 4) i
14	(1.67±0.68)	(1.26±0.07) ab	(0.46±0.07)	(1.28±0.153)	(3.9±0.13)	(0.428 8±0.025 2) h
15	(1.51±0.28)	(1.31±0.05) ab	(0.75±0.1)	(2.167±0.12)	(4.2±1.31)	(0.616 1±0.075) c
16	(1.94±0.58)	(1.18±0.14) abcd	(0.49±0.1)	(1.49±0.31)	(3.97±0.46)	(0.678 5±0.027 3) b
17	(1.99±0.56)	(1.31±0.05) ab	(0.59±0.12)	(1.7±0.214)	(3.5±1.11)	(0.763 5±0.061 2) a
18	(1.27±0.41)	(0.87±0.24) cd	(0.45±0.16)	(1.473±0.237)	(3.733 3±0.49)	(0.499 3±0.023) gf

注: 可溶性蛋白差异不显著($P=0.258 4>0.05$, $F=1.28$, $R^2=0.377$); 叶绿素a 差异显著($P=0.013 8<0.05$, $F=2.39$, $R^2=0.53$), 叶绿素b 差异不显著($P=0.384 3<0.05$, $F=1.11$, $R^2=0.343$), 总叶绿素(a+b) 差异不显著($P=0.103>0.05$, $F=1.64$, $R^2=0.436$); 可溶性固形物差异不显著($P=0.218$, $F=1.35$, $R^2=0.414 821$) 维生素差异极显著($P<0.000 1$, $F=84.68$, $R^2=0.975 6$)

Note: soluble protein was not significantly different ($P=0.258 4>0.05$, $F=1.28$, $R^2=0.377$); chlorophyll a was significantly different ($P=0.013 8<0.05$, $F=2.39$, $R^2=0.53$); chlorophyll b was not significantly different ($P=0.384 3<0.05$, $F=1.11$, $R^2=0.343$); total chlorophyll (a+b) was not significantly different ($P=0.103>0.05$, $F=1.64$, $R^2=0.436$); soluble solids content was not significantly different ($P=0.218$, $F=1.35$, $R^2=0.414 821$); vitamin C was highly significantly different ($P<0.000 1$, $F=84.68$, $R^2=0.975 6$).

3 讨 论

49 系列菜心在产量、品质、耐高温等方面在华南热区均表现突出^[5],本实验开始之前对黄叶四九-19 菜心进行了小区生产预实验,预实验时间为 4 月份(海南最高温已达 38℃),预实验结果表明,黄叶四九-19 菜心产量高且稳定,故选黄叶四九-19 菜心为对照。

笔者发现广府青菜心与杂交广府青菜心截至菜心莲座叶趋于老化还没有抽薹迹象,且没有针对该两种菜心报道。由于时间紧迫,笔者并未深入研究其尚未抽薹的原因。肖旭峰等^[6]研究菜心抽薹机理的结果表明,菜心抽薹的主要途径可能不是春化通路,而是自主开花途径。王恒^[7]研究菜心开花途径结果表明,菜心抽薹开花是以自主开花途径为主,但低温对菜心生长发育存在诱导作用。梁承愈等^[8]研究菜心的花芽形态建成结果表明,菜心花芽分芽形态发育在幼苗期的第 2~3 片真叶时开始,其变化分为 8 期:花原基未分化期→花原基将分化期→花原基分化始期→花原基增大、伸长期→萼片形成期→雌、雄蕊形成期→花瓣形成期→胚珠和花药形成期。当 5~6 片真叶时,第 1 花原基已发育成完整的花蕾体结构。关佩聪^[9]在研究菜心生长发育指出了菜薹形成与否受品种的生长发育特性所限制。因此,广府青菜心、杂交广府青菜心没有抽薹的原因可能有 2 点:1) 夏季高温,菜心并未通过低温春化阶段;2) 这两种菜心属于迟熟品种,并未达到抽薹的时间。

综合分析,油绿类型的菜心中,碧绿 60 天油清甜菜心产量比对照高 28.3%,但碧绿 60 天油清甜菜心的维生素 C 含量显著小于对照,而其他的内在品质与对照无显著性差异。新西兰枳洲甜油 60 天产量略高于对照,但无显著性差异,但新西兰枳洲甜油 60 天维生素 C 含量极显著小于对照,而其他的内在品质与对照无显著性差异。油绿型的其他菜心品种综合表现均不及上述 2 个菜心品种综合表现好。市场上消费者反映,黄叶四九-19 号菜心株高较高,叶柄过长,叶色偏黄,不受欢迎。而碧绿 60 天油清甜菜心、新西兰枳洲 60 天菜心在薹高、薹粗、叶长及叶色上均受消费者青睐。因此,从产量及消费者角度考虑,筛选出的油绿型的菜心品种为碧绿 60 天油清甜菜心、新西兰枳洲 60 天菜心。3 个黄绿类型的品种,以对照黄叶四九-19 菜心产量最高,但维生素 C 含量显著小于 49-19 号菜心,其他的内在品质与 49-19 无显著性差异。海南 49 菜心的产量、内在品质表现均次于黄叶四九-19 号菜心。因此,从产量考虑,筛选出的黄绿型的菜心品种为黄叶四九-19 菜心。青绿类型的品种,广府青菜心、青春菜心的产量均略小于与对照,但无显著性差异,但两者的维生素 C 含量显著高于对照,且可溶性蛋白含量比对照高,叶绿素、可溶性固形物与对照无显著性差异。青绿类型的其他菜心品种综合表现均次于广府青菜心、青春菜心。因此,从品质上考虑,筛选出的青绿型的菜心品种为广府青菜心、青春菜心。因此,以高产、优质为目标筛选出夏秋两季的品种有:油绿型的菜心筛选出品种为碧绿 60 天油清甜菜心、新西兰枳洲甜油 60 天;黄绿类型的品种为黄叶四九-19 菜心;青绿型菜心筛选出的品种为广府青菜心、青春菜心。

参考文献:

- [1] 李得孝,员海燕,郭月霞,等. 混合液浸提法测定玉米叶绿素含量的研究 [J]. 玉米科学,2006,14(1):117-119.
- [2] 贺庆梅,杨晓清,李世标,等. 5 种市场常见辣椒叶绿素含量的比较 [J]. 大众科技,2015,17(188):48-49.
- [3] 曲春香,沈颂东,王雪峰,等. 用考马斯亮蓝测定植物粗提液中可溶性蛋白质含量方法的研究 [J]. 苏州大学学报(自然科学版),2006,22(2):82-85.
- [4] 吴春艳. 水果中维生素 C 含量的测定及比较 [J]. 武汉理工大学学报,2007,29(3):90-91.
- [5] 李光光,张才顺,郑岩松. 不同菜心品种耐热性鉴定指标的筛选 [J]. 北方园艺,2012(18):1-5.
- [6] 肖旭峰,雷建军,曹必好,等. 菜心 BrcuFCA 基因的克隆与表达分析 [J]. 基因组与应用生物学,2010,29(1):31-36.
- [7] 王恒. 春化处理对菜心抽薹生理特性及相关基因表达的影响 [D]. 南昌:江西农业大学,2013.
- [8] 梁承愈,关佩聪. 菜心生长发育及产品器官形成的研究—滑牙形态建成 [J]. 园艺学报,1983,10(3):183-186.
- [9] 关佩聪,梁承愈. 菜心生长发育及产品器官形成的研究—菜薹形成与生长发育 [J]. 园艺学报,1985,12(1/2):29-34.

Screening of Chinese Flowering Cabbage for Greenhouse Growing in Hainan during Summer and Fall

HUANG Zumei, WAN Lei, XU Huimin, HUANG Wenya, LIN Shisen, CHENG Shanhan, ZHU Guopeng

(Hainan University; Ministry of Education Key Laboratory of Protection and Development Utilization of Tropical Crop Germplasm Resources

(Hainan University); College of Horticulture and Landscape Architecture, Hainan University, Haikou, Hainan 570228, China)

Abstract: Eighteen cultivars of Chinese flowering cabbages (*Brassica campestris* L. ssp. *chinensis* var. *utilis* Tsen et Lee) were planted in a plastic green house in Haikou, Hainan Province, China with a complete randomized block design and 3 replications. Their phenophase and 9 botanical characters were observed and recorded, and their output and important nutritional qualities registered. The result showed that Bilyu 60-day Sweet Choi Sum and NZ-Pazhou 60-day Sweet Choi Sum in the glossy green leaf cultivars yielded higher than the control Yellow-leaf Choi Sum 49-19, without significant difference in the protein, chlorophyll and soluble solids content but significant difference in vitamin C content against the control. In the yellowish green leaf cultivars Hainan Choi Sum 49 and Choi Sum 49-19 yielded lower than the control with lower soluble solids content and performed poorer. Guangfu Green Choi Sum and Qingchun Choi Sum in the dark green leaf cultivars yielded lower than the control with no significant difference but contained higher soluble solids and vitamin C. It is concluded that Bilyu 60-day Sweet Choi Sum and NZ-Pazhou 60-day Sweet Choi Sum in the glossy green leaf cultivars, Yellowleaf Choi Sum 49-19 in the yellowish green leaf cultivars, and Guangfu Green Choi Sum and Qingchun Choi Sum in the dark green leaf cultivars are suitable for growing in the greenhouse in summer and fall in Hainan.

Keywords: Chinese flowering cabbage; phenophase; botanical character; yield; quality