

网络出版时间:2015-04-13 12:59

DOI:10.13207/j.cnki.jnwfufu.2015.05.006

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20150413.1259.006.html>

辣椒种质色价及主要果实性状指标的聚类分析

杨志刚^{1,2}, 胡栓红², 王 勇², 崔世茂¹, 付崇毅²,
庞 杰², 杨新宇³, 刘 燕²

(1 内蒙古农业大学 农学院, 内蒙古 呼和浩特 010019; 2 内蒙古农牧业科学院 蔬菜研究所, 内蒙古 呼和浩特 010031;
3 包头市农业技术推广站, 内蒙古 包头 014010)

【摘 要】 【目的】评价辣椒资源材料果实的色价值及性状指标, 为选育干制红辣椒提供参考。【方法】以 92 份辣椒资源为材料, 分别对辣椒色价值和辣椒单果质量、果肉厚、果实横径、果实纵径进行聚类分析, 从中筛选干制红辣椒的优良种质材料。【结果】(1) 对辣椒色价值进行单一性状聚类分析, 可以将 92 份辣椒资源分为 5 大组群, 辣椒色价值为 5.90~20.62, 在不同材料中表现出多样性, 但色价值极高型材料仅有 7 份, 所占比例较小(7.61%), 且变异系数较大(0.54)。(2) 对辣椒果实色价值、单果质量、果肉厚、果实横径和果实纵径 5 个性状指标进行聚类分析, 可以将 92 份辣椒分为 6 大组群, 各组群性状存在差异, 性状表现丰富, 单果质量为 26.17~33.59 g, 果肉厚为 0.21~0.35 cm, 果实横径为 2.21~2.67 cm, 果实纵径为 13.30~16.65 cm。其中 17 份材料具有果肉薄(0.24 cm)、色价值高(18.11)、果型适中(横径 2.38 cm, 纵径 15.71 cm, 单果质量 30.31 g)的特点, 是选育干制红辣椒的优良材料。【结论】92 份辣椒材料在色价值和果型指标等特征上表现出多样性, 但色价值高、果型适宜作为干制红辣椒的资源材料所占比例仍然较小。

【关键词】 辣椒; 色价; 果实性状; 聚类分析

【中图分类号】 S641.302.4

【文献标志码】 A

【文章编号】 1671-9387(2015)05-0149-07

Cluster analysis of color value units and main fruit characters of red chili breeding resources

YANG Zhi-gang^{1,2}, HU Shuan-hong², WANG Yong², CUI Shi-mao¹,
FU Chong-yi², PANG Jie², YANG Xin-yu³, LIU Yan²

(1 College of Agronomy, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot, Inner Mongolia 010019, China;

2 Vegetable Institutes, Inner Mongolia Academy of Agricultural and Animal Husbandry Sciences, Hohhot, Inner Mongolia 010031, China;

3 Baotou Agricultural Technique Extension Station, Baotou, Inner Mongolia 014010, China)

Abstract: 【Objective】The color value units and fruit characters of red chili breeding resources were evaluated to provide reference for breeding new varieties. 【Method】The color value units, fruit diameter, fruit length, fruit weight, and fruit wall thickness of 92 pepper breeding resources were evaluated with hierarchical cluster analysis for screening high quality breeding materials of dry chili. 【Result】(1) The pepper breeding resources were divided into 5 groups based on cluster analysis of color value units. Color value units of pepper were 5.90—20.62 with large diversity. But there were only 7 with high color value units among all resource, with the ratio of 7.61% and large variation coefficient of 0.54. (2) The pepper breeding

〔收稿日期〕 2014-05-28

〔基金项目〕 内蒙古科技厅应用与研究开发计划项目(20110711); 内蒙古农牧业科技创新基金项目(2015CXJJN03); 内蒙古农牧业科学院青年创新基金项目(2014QNJN09); 国家大宗蔬菜产业技术体系呼和浩特综合试验站项目(CARS-25-G-15)

〔作者简介〕 杨志刚(1984—), 男, 内蒙古凉城人, 助理研究员, 博士, 主要从事蔬菜育种和栽培研究。E-mail: yzg5995@163.com

〔通信作者〕 崔世茂(1961—), 男, 山西代县人, 教授, 博士生导师, 主要从事园艺作物抗逆性生理和园艺设施及环境调控等研究。E-mail: cuishimao@sina.com

resources were divided into 6 species groups based on cluster analysis on 5 fruit characters. The characters of each group were different and the differences were abundant with the average fruit mass of 26.17—33.59 g, fruit wall thickness of 0.21—0.35 cm, fruit transverse diameter of 2.21—2.67 cm, and fruit vertical diameter of 13.30—16.65 cm. 17 materials were chosen as excellent resources for dry red pepper breeding, which had the characteristics of thin fruit wall thickness (0.24 cm), high color value units (18.11), and good fruit type (average fruit mass 30.31 g, fruit transverse diameter 2.38 cm, and fruit transverse diameter 15.71 cm). 【Conclusion】 Pepper breeding resources showed great diversity in color value units and fruit characters, but the pepper resources with high color value units and suitable fruit type had small proportion.

Key words: pepper; color value units; fruit characters; cluster analysis

辣椒原产于墨西哥、中南美洲的安第斯山脉等热带地区,是世界上栽培面积最大的蔬菜作物之一。我国是辣椒种植大国,根据农业部统计我国每年的辣椒种植面积在 130 万 hm² 以上^[1]。干制、高色素辣椒主要供工业企业提取辣椒红色素^[2]。目前,国内外干制色素辣椒市场已经将辣椒色价和果型作为重要的候选品质和主要的选育目标^[3-4],但目前我国种植的干制色素辣椒品种色素含量参差不齐,高色素含量品种较为缺乏^[5]。

国内外学者已针对色素辣椒品种培育及其遗传规律开展了一些研究^[6-12]。如 Todorova 等^[10]证实,低色素含量的辣椒品种在杂交组配时比较适合做母本,若作为父本其 F₁ 代具有不完全显性。此外,还有研究指出,色素含量的高低与品种、果实成熟度以及栽培条件有关^[13]。郭爽等^[12]以 44 份辣椒种质为材料,研究不同基因型辣椒红色素含量的差异,结果表明 44 份辣椒种质资源的红色素含量为 1.367~7.899 g/kg,极差达到 6.532 g/kg,色素含量在品种

与品系之间存在较大差异。尹成刚等^[5]对北方地区 109 份色素辣椒材料进行了色价评估,表明辣椒红色素的色价在不同遗传型间的杂种优势均值并不高,色价遗传属于数量性状遗传,但超亲遗传力低。近年来,国内对干制、鲜食和酱制辣椒的市场需求不断加大,但其不仅对辣椒色素含量有要求,而且对辣椒果型和果实脱水程度、果实单果质量等指标都有特定要求。为此,本试验对 92 份辣椒材料的色价及果实主要性状指标进行了聚类分析和评估,以期摸清现有辣椒资源材料的果实品质状况,为今后开展干制色素辣椒专用品种的选育工作奠定基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验材料是由内蒙古农牧业科学院蔬菜研究所收集的 92 份色素辣椒资源材料,主要包括已经纯化的自交系材料和部分杂交种资源材料,详见表 1。

表 1 供试辣椒材料的果形、遗传情况及来源

Table 1 Fruit shape,genetic background and origins of pepper breeding resources

编号 Code	果形 Fruit shape	遗传情况 Genetic background	来源 Origin	编号 Code	果形 Fruit shape	遗传情况 Genetic background	来源 Origin
1	长锥形 Long cone-shaped	杂交种 Hybrid	自育 Self-breeding variety	47	长锥形 Long cone-shaped	杂交种 Hybrid	自育 Self-breeding variety
2	长圆锥形 Long-conical in shape	杂交种 Hybrid	自育 Self-breeding variety	48	长锥形 Long cone-shaped	杂交种 Hybrid	自育 Self-breeding variety
3	长锥形 Long cone-shaped	杂交种 Hybrid	自育 Self-breeding variety	49	长锥形 Long cone-shaped	杂交种 Hybrid	自育 Self-breeding variety
4	长锥形 Long cone-shaped	杂交种 Hybrid	自育 Self-breeding variety	50	圆锥形 Conical	自交系 Inbred line	山东 Shandong
5	长锥形 Long cone-shaped	杂交种 Hybrid	自育 Self-breeding variety	51	短锥形 Short conical	自交系 Inbred line	辽宁 Liaoning
6	长锥形 Long cone-shaped	杂交种 Hybrid	自育 Self-breeding variety	52	短锥形 Short conical	自交系 Inbred line	韩国 South Korea

续表 1 Continued table 1

编号 Code	果形 Fruit shape	遗传情况 Genetic background	来源 Origin	编号 Code	果形 Fruit shape	遗传情况 Genetic background	来源 Origin
7	长锥形 Long cone-shaped	杂交种 Hybrid	自育 Self-breeding variety	53	锥形 Cone	自交系 Inbred line	山东 Shandong
8	长锥形 Long cone-shaped	杂交种 Hybrid	自育 Self-breeding variety	54	长锥形 Long cone-shaped	自交系 Inbred line	北京 Beijing
9	长锥形 Long cone-shaped	杂交种 Hybrid	自育 Self-breeding variety	55	长锥形 Long cone-shaped	自交系 Inbred line	贵州 Guizhou
10	长锥形 Long cone-shaped	杂交种 Hybrid	自育 Self-breeding variety	56	短锥形 Short conical	自交系 Inbred line	辽宁 Liaoning
11	短圆锥形 Short-conical in shape	杂交种 Hybrid	自育 Self-breeding variety	57	长锥形 Long cone-shaped	自交系 Inbred line	山东 Shandong
12	长锥形 Long cone-shaped	杂交种 Hybrid	自育 Self-breeding variety	58	圆锥形 Conical	自交系 Inbred line	贵州 Guizhou
13	长锥形 Long cone-shaped	杂交种 Hybrid	自育 Self-breeding variety	59	长锥形 Long cone-shaped	自交系 Inbred line	自育 Self-breeding variety
14	长锥形 Long cone-shaped	杂交种 Hybrid	自育 Self-breeding variety	60	长锥形 Long cone-shaped	自交系 Inbred line	自育 Self-breeding variety
15	长锥形 Long cone-shaped	杂交种 Hybrid	自育 Self-breeding variety	61	长锥形 Long cone-shaped	自交系 Inbred line	自育 Self-breeding variety
16	锥形 Cone	杂交种 Hybrid	自育 Self-breeding variety	62	长锥形 Long cone-shaped	自交系 Inbred line	自育 Self-breeding variety
17	锥形 Cone	杂交种 Hybrid	自育 Self-breeding variety	63	长锥形 Long cone-shaped	自交系 Inbred line	自育 Self-breeding variety
18	锥形 Cone	杂交种 Hybrid	自育 Self-breeding variety	64	短锥形 Short conical	自交系 Inbred line	自育 Self-breeding variety
19	锥形 Cone	杂交种 Hybrid	自育 Self-breeding variety	65	短锥形 Short conical	自交系 Inbred line	自育 Self-breeding variety
20	锥形 Cone	杂交种 Hybrid	自育 Self-breeding variety	66	长锥形 Long cone-shaped	自交系 Inbred line	自育 Self-breeding variety
21	长锥形 Long cone-shaped	杂交种 Hybrid	自育 Self-breeding variety	67	长锥形 Long cone-shaped	自交系 Inbred line	自育 Self-breeding variety
22	长锥形 Long cone-shaped	杂交种 Hybrid	自育 Self-breeding variety	68	长锥形 Long cone-shaped	自交系 Inbred line	自育 Self-breeding variety
23	锥形 Cone	杂交种 Hybrid	自育 Self-breeding variety	69	长锥形 Long cone-shaped	自交系 Inbred line	自育 Self-breeding variety
24	长锥形 Long cone-shaped	杂交种 Hybrid	自育 Self-breeding variety	70	长锥形 Long cone-shaped	自交系 Inbred line	自育 Self-breeding variety
25	长锥形 Long cone-shaped	杂交种 Hybrid	自育 Self-breeding variety	71	长锥形 Long cone-shaped	自交系 Inbred line	自育 Self-breeding variety
26	长锥形 Long cone-shaped	杂交种 Hybrid	自育 Self-breeding variety	72	长锥形 Long cone-shaped	自交系 Inbred line	自育 Self-breeding variety
27	长锥形 Long cone-shaped	杂交种 Hybrid	自育 Self-breeding variety	73	长锥形 Long cone-shaped	自交系 Inbred line	自育 Self-breeding variety
28	长锥形 Long cone-shaped	杂交种 Hybrid	自育 Self-breeding variety	74	圆锥形 Conical	自交系 Inbred line	辽宁 Liaoning
29	长锥形 Long cone-shaped	杂交种 Hybrid	自育 Self-breeding variety	75	圆锥形 Conical	自交系 Inbred line	辽宁 Liaoning

续表 1 Continued table 1

编号 Code	果形 Fruit shape	遗传情况 Genetic background	来源 Origin	编号 Code	果形 Fruit shape	遗传情况 Genetic background	来源 Origin
30	长锥形 Long cone-shaped	杂交种 Hybrid	自育 Self-breeding variety	76	短圆锥形 Short-conical in shape	自交系 Inbred line	韩国 South Korea
31	长锥形 Long cone-shaped	杂交种 Hybrid	自育 Self-breeding variety	77	短锥形 Short conical	自交系 Inbred line	韩国 South Korea
32	长锥形 Long cone-shaped	杂交种 Hybrid	自育 Self-breeding variety	78	短羊角形 Short arietiform	自交系 Inbred line	自育 Self-breeding variety
33	长锥形 Long cone-shaped	杂交种 Hybrid	自育 Self-breeding variety	79	短羊角形 Short arietiform	自交系 Inbred line	自育 Self-breeding variety
34	长锥形 Long cone-shaped	杂交种 Hybrid	自育 Self-breeding variety	80	短羊角形 Short arietiform	自交系 Inbred line	自育 Self-breeding variety
35	短锥形 Short conical	杂交种 Hybrid	自育 Self-breeding variety	81	短羊角形 Short arietiform	自交系 Inbred line	自育 Self-breeding variety
36	短锥形 Short conical	杂交种 Hybrid	自育 Self-breeding variety	82	长锥形 Long cone-shaped	自交系 Inbred line	自育 Self-breeding variety
37	长锥形 Long cone-shaped	杂交种 Hybrid	自育 Self-breeding variety	83	长锥形 Long cone-shaped	自交系 Inbred line	自育 Self-breeding variety
38	长锥形 Long cone-shaped	杂交种 Hybrid	自育 Self-breeding variety	84	短锥形 Short conical	自交系 Inbred line	自育 Self-breeding variety
39	长锥形 Long cone-shaped	杂交种 Hybrid	自育 Self-breeding variety	85	短圆锥形 Short-conical in shape	自交系 Inbred line	自育 Self-breeding variety
40	锥形 Cone	杂交种 Hybrid	自育 Self-breeding variety	86	短圆锥形 Short-conical in shape	自交系 Inbred line	自育 Self-breeding variety
41	长锥形 Long cone-shaped	杂交种 Hybrid	自育 Self-breeding variety	87	短锥形 Short conical	自交系 Inbred line	自育 Self-breeding variety
42	长锥形 Long cone-shaped	杂交种 Hybrid	自育 Self-breeding variety	88	短锥形 Short conical	自交系 Inbred line	自育 Self-breeding variety
43	长锥形 Long cone-shaped	杂交种 Hybrid	自育 Self-breeding variety	89	短锥形 Short conical	自交系 Inbred line	自育 Self-breeding variety
44	长锥形 Long cone-shaped	杂交种 Hybrid	自育 Self-breeding variety	90	短锥形 Short conical	自交系 Inbred line	自育 Self-breeding variety
45	长锥形 Long cone-shaped	杂交种 Hybrid	自育 Self-breeding variety	91	长锥形 Long cone-shaped	自交系 Inbred line	自育 Self-breeding variety
46	长锥形 Long cone-shaped	杂交种 Hybrid	自育 Self-breeding variety	92	长锥形 Long cone-shaped	自交系 Inbred line	自育 Self-breeding variety

1.2 试验设计

试验于 2013-03-10 在内蒙古农牧业科学院蔬菜研究所进行,辣椒种植在试验农场的塑料大棚中,辣椒果型指标在实验室内进行测定。2013-03-15 播种育苗,2013-04-29 定植,2013-09-02 采集辣椒红熟果进行指标测定,所有材料的水肥管理和栽培措施均相同。

1.3 测定项目及方法

1.3.1 辣椒色价值 辣椒色价值测定采用丙酮浸提法,具体参照 GB 10783—2008^[14]方法进行。取四母斗位置红熟辣椒果,剥去胎座和果柄后,装入牛

皮纸信封袋,65℃下烘干至恒质量,再用粉碎机粉碎,过 425 μm(40 目)筛后称样。每份材料取 10 个样品,粉碎混合后进行测定,每份材料重复测定 3 次。

1.3.2 果型指标 测定指标包括单果质量、果肉厚、果实横径、果实纵径等 4 项指标。单果质量用电子天平称量(精度为 0.01 g),果实横径与纵径用直尺测量,果肉厚用游标卡尺测量。均取四母斗位置的红熟果备测,每份材料取 10 个辣椒,结果为 10 个辣椒的均值。

1.4 数据分析

所有测定数据采用 Microsoft Excel 2007 进行统计。先对辣椒色价进行单一形状聚类,然后对所测的 5 个指标进行聚类;聚类分析之前对测定数据进行标准化处理,再用 SAS 9.0 软件整理数据,采用可变类平均法进行聚类分析,种质指标间的距离为欧氏距离(D)。

2 结果与分析

2.1 辣椒色价值的单一性状聚类分析

色价值是评价辣椒红色素含量的一个指标,可以作为辣椒红色素颜色深浅的衡量标准^[15]。将供试 92 份辣椒资源材料的色价值进行标准化处理后,采用类平均法进行聚类分析。结果显示,在 $D =$

0.78 处,可以将辣椒资源分为 5 大组群,按照色价值由低到高排序,将分别为极低型(第 1 组群)、低型(第 2 组群)、普通型(第 3 组群)、高型(第 4 组群)和极高型(第 5 组群)。从表 2 的组群划分结果可知,92 份材料中色价值最低为 5.90,最高为 20.62,不同色素含量的辣椒资源表现出多样性。不同组群中,第 3 组群占总材料数的 29.35%;第 4 组群占总材料数的 33.70%,这 2 个组群共占 63.05%,色价值为 12.43~16.78;色价值极高型仅占 7.61%,所占比例最小。说明色价值中高型和普通型占有较大比例,但高色价值资源材料仍然偏少。此外,色价值最低和最高组群材料的变异系数均较高,分别为 0.75 和 0.54;处于色价值中等的材料变异系数较低。

表 2 供试 92 份辣椒材料色价值的单一性状聚类结果

Table 2 Single character-color unit value clustering analysis of 92 breeding materials

组群 Group	色价均值 Average of color value units	材料编号 Varietal code	材料数 Number of varieties	所占 比率/% Rate	极差 Range	色价值区间 Interval of color value units	变异系数 Coefficient of variation
1	7.83	40,80,52,85,65,10,81, 38,1,89,39,84,90,12	14	15.22	3.18	5.90~9.08	0.75
2	10.77	71,6,24,75,7,64,11,68,19,23, 53,73,36	13	14.13	2.40	9.62~12.02	0.51
3	13.19	16,62,4,34,72,66,18,13,37,25, 17,30,31,22,59,69,79,61,51, 74,47,60,20,76,50,54,35	27	29.35	1.88	12.43~14.30	0.32
4	15.88	58,63,78,92,32,42,33,82,21, 28,9,43,41,29,46,87,77,45,91, 15,14,70,76,26,88,2,3,8,49,5, 83	31	33.70	2.14	14.64~16.78	0.28
5	18.82	57,55,48,56,44,86,27	7	7.61	3.38	17.24~20.62	0.54

注:表 2 和表 3 中各编号代表的材料与表 1 相同。
Note:Numbers of materials in Tables 2 and 3 were the same as in Table 1.

2.2 辣椒果型指标的多性状聚类分析

将辣椒单果质量、果肉厚、果实横径、果实纵径和色价值等 5 个指标的数据进行标准化处理后,使用类平均法进行聚类分析。结果显示,在 $D = 3.42$ 处,可以将 92 份辣椒资源分成 3 个大的组群,其中第 3 组群内性状差异较大,可以分为 4 个亚组。因此,供试 92 份辣椒种质资源以果实果型性状可以分为 6 个组群。由各组群的果实性状特征(表 3)来看,92 份辣椒资源材料的果实性状表现出多样性,辣椒单果质量均值为 26.17~33.59 g,果肉厚均值为 0.21~0.35 cm,果横径均值为 2.21~2.67 cm,果纵径均值为 13.30~16.65 cm。

由表 3 可见,第 1 组群有编号为 11 和 12 共 2 份材料,此组群材料的主要特点是单果质量较大,平均为 33.59 g;果肉较厚,均值为 0.35 cm;果实横径大,均值达到 2.67 cm;果实纵径偏小,均值为 14.15 cm;色价值高,均值为 18.23。本组群材料因单果质

量大、果肉厚、红色素含量高,是选育酱制和鲜食辣椒品种的优良亲本材料。
第 2 组材料有编号为 19、21、22 等 9 份材料。此组材料单果质量轻,均值为 26.17 g;果肉薄,均值为 0.21 cm;色价值中等,均值为 13.55;果实横径和纵径值低,果型偏小。因为本组群材料色价值低,单果小,因此将其作为选育鲜食和干制辣椒资源的利用价值较小,但可以利用此组群材料与色价值高、果肉厚的材料进行回交转育,充分利用其果肉薄的特性,筛选干制辣椒的优良亲本材料。
第 3 组材料有编号为 5、6、7 等 15 份材料。此组群材料的主要特征是单果质量偏大、果肉较厚、色价值中等。此组材料可以作为绿果鲜食品种选育的资源材料。
第 4 组材料共有编号为 3、4、9 等 28 份材料,该组材料占总材料数的 30.43%,是材料份数最多的一组。该组材料的主要特点是单果质量中等,均值

为 28.92 g,果肉较薄,果型偏细长,色素含量低。此组材料可以作为选育干制辣椒的基础材料,通过回交转育充分利用其果肉薄的特点,可以筛选干制辣椒的亲本材料。

第 5 组材料包括编号为 2、8、13 等 21 份材料,占到总材料数的 22.83%,该组群材料的主要特征是单果质量较大,均值为 31.59 g,果型长,果宽中等,果实横径均值为 16.65 cm,纵径均值为 2.44 cm,色价值较低,均值为 10.67。该组群材料可以作

为露地和保护地鲜食辣椒的选育材料进行利用。

第 6 组材料主要包括编号为 1、10、38 等 17 份材料,占到总材料数的 18.48%,该组材料的主要特征是单果质量中等、果肉薄、色素含量高,果实纵径和横径分别为 15.71 和 2.38 cm。此组材料是选育干制红辣椒的优良资源材料,符合干制红辣椒脱水快、色价值高、果型中等的育种目标,在今后选育中应重点加以利用。

表 3 供试 92 份辣椒果实指标的多性状聚类结果
Table 3 Multiple-character clustering analysis of 92 pepper materials

组群 Group	材料数 Number of varieties	材料编号 Varietal code	所占 比率/% Rate	单果质量/g Single fruit weight	果肉厚/cm Thickness of flesh	横径/cm Transverse diameter	纵径/cm Vertical diameter	色价值 Color value units
1	2	11,12	2.17	33.59	0.35	2.67	14.15	18.23
2	9	19,21,22,23,24,35,36, 48,49	9.78	26.17	0.21	2.45	13.30	13.55
3	15	5,6,7,17,18,20,37,54, 59,60,69,70,71,72,92	16.31	33.35	0.27	2.60	15.10	13.15
4	28	3,4,9,15,16,25,26,28, 29,30,31,32,33,34,43, 44,45,46,47,50,51,55, 61,64,67,78,79,91	30.43	28.92	0.25	2.21	15.57	11.69
5	21	2,8,13,14,27,41,42, 56,57,58,62,63,66,74, 76,77,82,83,86,87,88, 1,10,38,39,40,52,53,	22.83	31.59	0.26	2.44	16.65	10.67
6	17	65,68,73,75,80,81,84, 85,89,90	18.48	30.31	0.24	2.38	15.71	18.11

3 讨论与结论

辣椒红色素的红色组分主要是辣椒红素(Capsanthin)和辣椒玉红素(Capsorubin),占色素总量的 50%~60%,具有安全性高、稳定性好、色泽艳丽、附着力强等特点^[2]。本试验根据色价值不同,将 92 份供试辣椒材料分为 5 大组群,其色价值为 5.90~20.62。辣椒色价值在不同材料间表现出了多样性,其中色价值极高型材料有 7 份,占总材料数的 7.61%;色价值极低型材料有 14 份,占总材料数的 15.22%,育种需求的高色价材料资源较少,多数材料是色价值中等的材料;色价值最低和最高的组群变异系数都较高。该结果与前人的研究结果^[5,12]相似。张芳芳^[16]针对辣椒红色素进行 QTL 定位分析发现,辣椒红素含量是受到多个基因控制的数量性状,共检测到 3 个与辣椒红素含量相关的 QTL 位点,分别位于第 2、10、12 号染色体上。此外,在选育辣椒新品种的过程中,要充分考虑环境因素对于表现型的影响。如前人研究表明,光照是辣椒红素合成的重要因素,光照强度越大,辣椒红色素的合成量越多,两者呈直线正相关关系^[17-18]。

辣椒果型和色素含量是干制色素辣椒新品种选育的重要指标。目前生产中推广应用的干制辣椒和酱辣椒对辣椒色素含量和果型都有严格要求。干制红辣椒要求辣椒果肉薄,红熟果果肉厚为 0.20~0.25 cm,果面光滑,果尖为钝尖型,果长为 12.0~15.0 cm。本试验通过对辣椒单果质量、果肉厚、果实横径、纵径和色价值进行聚类分析,发现可以将供试的 92 份材料分为 6 个组群,其中可用于干制红辣椒的优良材料共有 17 份,占总材料数的 18.48%,该组辣椒单果质量中等、果肉薄、色素含量高,是选育干制红辣椒的优良材料,在今后的新品种选育中应重点利用。

【参考文献】

[1] 张宝玺,王立浩,毛胜利,等.“十一五”我国辣椒遗传育种研究进展[J].中国蔬菜,2010(24):1-9.
Zhang B X, Wang L H, Mao S L, et al. Research progress on pepper genetic breeding during China's 'Eleventh Five-year Plan' [J]. China Vegetables, 2010(24):1-9. (in Chinese)

[2] 黄巍,邹学校,马艳青.辣椒红色素的研究进展[J].辣椒杂志,2008(2):32-36.
Huang W, Zou X X, Ma Y Q. Research advance in capsanthin [J]. Journal of China Capsicum, 2008(2):32-36. (in Chinese)

- [3] 徐秋兰,庞杰. 辣椒化学成分的开发利用 [J]. 中国辣椒, 2003(1):32-35.
Xu Q L, Pang J. Utilization of the chemical matters in capsicum [J]. Journal of China Capsicum, 2003(1):32-35. (in Chinese)
- [4] 邱建生,张彦雄. 世界辣椒红色素的历史、现状及发展趋向 [J]. 中国食品添加剂, 2003(6):3-10.
Qiu J S, Zhang Y X. The history, current condition and developing trend of the world paprika oleoresin [J]. China Food Additives, 2003(6):3-10. (in Chinese)
- [5] 尹成刚,刘建萍,易晓华,等. 色素辣椒品种资源色价评估及育种潜力分析 [J]. 中国农学通报, 2009, 25(23):303-307.
Yin C G, Liu J P, Yi X H, et al. The evaluation of color value unite and analysis of breeding potential of paprika red chilli breeding resources [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2009, 25(23):303-307. (in Chinese)
- [6] Lang Y Q, Yanagawa S, Sasanuma T, et al. Orange fruit colour in capsicum due to deletion of capsanthin-capsorubin synthesis gene [J]. Breeding Science, 2004, 54:33-39.
- [7] Markus F, Daoud H G, Kapitny J, et al. Change in the carotenoid and antioxidant content of spicy red pepper (paprika) as a function of ripening and some technological factors [J]. Agric Food Chem, 1999, 47:100-107.
- [8] Howard L R, Talcott S T, Brenes C H, et al. Changes in photochemical and antioxidant activity of selected pepper cultivars (capsicum species) as influenced by maturity [J]. Agric Food Chem, 2000, 48:1713-1720.
- [9] 陈学军,方荣,缪南生,等. 辣椒栽培种主要表型性状的评价及相关分析 [J]. 中国农学通报, 2008, 24(7):323-327.
Chen X J, Fang R, Miao N S, et al. Evaluation and correlation analysis on main phenotypic traits in the five cultivated capsicum species [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2008, 24(7):323-327. (in Chinese)
- [10] Todorova V, Todorov Y, 徐乃林,等. 制干辣椒 F₁ 代中色素含量的变异和遗传 [J]. 辣椒杂志, 2006(2):47-48.
Todorova V, Todorov Y, Xu N L, et al. Variation and genetic of pigment contents in drying pepper F₁ generation [J]. Journal of China Capsicum, 2006(2):47-48. (in Chinese)
- [11] 张宝玺,郭家珍,杨桂梅,等. 辣椒绿熟期果色及主要色素含量的遗传 [J]. 园艺学报, 1996, 23(1):94-96.
Zhang B X, Guo J Z, Yang G M, et al. Genetic analysis of fruit color and major pigment in green ripe stage of *Capsicum annuum* [J]. Acta Horticulture Sinica, 1996, 23(1):94-96. (in Chinese)
- [12] 郭爽,黄贞,常绍东,等. 辣椒种质资源的红色素含量评价 [J]. 热带作物学报, 2013, 34(2):218-222.
Guo S, Huang Z, Chang S D, et al. The evaluation of capsicum red pigment content on pepper germplasm resources [J]. Chinese Journal of Tropical Crops, 2013, 34(2):218-222. (in Chinese)
- [13] 戴雄泽,王利群,陈文超,等. 辣椒果实发育过程中果色与类胡萝卜素的动态变化 [J]. 中国农业科学, 2009, 42(11):4004-4011.
Dai X Z, Wang L Q, Chen W C, et al. Changes of fruit colors and carotenoid contents during the development of pepper fruit [J]. Scientia Agricultura Sinica, 2009, 42(11):4004-4011. (in Chinese)
- [14] 李慧宜,卢庆国,孙爱俊,等. GB 10783—2008 食品添加剂-辣椒红 [S]. 北京:中国标准出版社, 2008.
Li H Y, Lu Q G, Sun A J, et al. GB 10783—2008 Food additive-Paprika red [S]. Beijing: China Standards Press, 2008. (in Chinese)
- [15] 邹学校. 辣椒遗传育种学 [M]. 北京:科学出版社, 2002:343-344.
Zou X X. Pepper genetics and breeding [M]. Beijing: Science Press, 2002:343-344. (in Chinese)
- [16] 张芳芳. 辣椒果实主要色素动态变化级辣椒红素的 QTL 定位 [D]. 北京:中国农业科学院, 2010.
Zhang F F. Dynamic changes of pigments content and QTL analysis of the capsanthin content of pepper [D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2010. (in Chinese)
- [17] 郭爽,沈火林. 辣椒红色素含量变化规律研究 [J]. 中国瓜菜, 2012, 25(1):20-22.
Guo S, Shen H L. Capsicum red pigment content changes in pepper fruit [J]. China Cucurbits and Vegetables, 2012, 25(1):20-22. (in Chinese)
- [18] 孙晓梅. 栽培因子对红干椒生长发育、辣椒素及辣椒红素的影响 [D]. 长春:吉林农业大学, 2006.
Sun X M. Effect of cultural factors on the growth development and the content of capsaicin and capsanthin of hot pepper [D]. Changchun: Jilin Agriculture University, 2006. (in Chinese)