

紫红色胡萝卜地方资源农艺性状遗传多样性

孔小平

(西宁市蔬菜研究所,青海 西宁 810016)

摘要:以 22 份紫红色胡萝卜地方资源为试材,对其抽薹率、根长和根型等 14 个农艺性状进行主成分分析。结果表明:主要农艺性状可归纳为根肩型、根型、根心柱色、抽薹率、根肩绿色程度、叶面茸毛、叶长和根粗等 8 个主成分,累计贡献率为 88.14%。该结果可为紫红色胡萝卜育种合理选配亲本提供参考依据。

关键词:紫红色胡萝卜;地方资源;主成分分析;遗传多样性

中图分类号:S 631.202 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2017)04-0028-03

胡萝卜属伞形科二年生草本植物,包括栽培胡萝卜和野生胡萝卜 2 个变异类型^[1]。胡萝卜是世界上重要的蔬菜作物之一,据 2015 年联合国粮农组织(FAO)统计,我国胡萝卜种植面积达 48 万 hm^2 ,约占世界总种植面积的 42%。胡萝卜肉质根营养丰富,富含维生素 A,前体类胡萝卜素和植物纤维,是一种重要的营养保健蔬菜^[2]。胡萝卜肉质根的性状变异不大,单肉质根的色泽却是多种多样的,有红、黄、白、橘黄、紫红等^[3]。肉质根为红色或黄色的胡萝卜,颜色越深,所含的胡萝卜素越多^[4]。目前在西北、西南、华中等地区仍长期种植具有悠久历史的紫红色或红色类型地方品种,据不完全统计,种植面积约有 5.53 万 hm^2 ,其中青海省胡萝卜种植面积大约有 0.33 万 hm^2 ,主要分布在西宁城北区、湟中、湟源、大通、乐都、互助、民和等地。该研究主要通过对 22 个紫红色胡萝卜地方资源进行分析,探索紫红色胡萝卜地方资源的遗传多样性,以期为胡萝卜育种和遗传改良奠定理论基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试 22 份紫红色胡萝卜地方资源分别来源于青海、陕西等 5 个省、直辖市(表 1)。

作者简介:孔小平(1978-),女,甘肃会宁人,硕士,副研究员,研究方向为蔬菜育种。E-mail:360946095@qq.com.

基金项目:青海省科技厅自然科学基金资助项目(2016-ZJ-916)。

收稿日期:2016-10-08

1.2 试验方法

试验于 2014 年在西宁市蔬菜研究所试验地进行,采用完全随机区组设计,3 次重复,小区面积 18 m^2 。5 月 4 日种植。8 月 24 日在各小区中部选取 10 株长势基本一致的代表样株进行田间观察记载。

表 1 供试紫红胡萝卜品种资源

编号	品种名称	来源	编号	品种名称	来源
H05	“秦菜 1 号”	陕西西安	H67	“透心红”(汉水)	陕西汉中
H08	“八寸人参细心”	重庆	H69	“一品蜡胡萝卜”	青海西宁
H09	“丰力正宗透心红”	陕西岐山	H70	“岐山透心红”	陕西岐山
H10	“汉中透心红”	陕西汉中	H72	“陕西齐头红”	陕西渭南
H11	“透心红”	青海西宁	H73	“一品红”	青海西宁
H12	“紫红胡萝卜”	青海西宁	H76	“西宁透心红”	青海西宁
H24	“仁怀”	贵州仁怀	H80	“一品蜡”	青海大通
H32	“华育 3 号”	陕西华县	H81	“透心红五寸参”	青海大通
H33	“中天红丽”	天津	H82	“透心红七寸参”	陕西西安
H36	“华育 1 号”	陕西华县	H85	“汉中七寸参”	陕西汉中
H66	“汉中齐头红”	陕西汉中	H86	“七寸人参细心”	四川绵阳

1.2.2 农艺性状赋值 参照 UPOV 胡萝卜性状分级标准^[5],首先对非数值型农艺性状进行数化处理,再依据胡萝卜种质资源描述规范和数据标准进行调查(表 2)。将叶长、根长和根粗等数量性状进行 6 级分类。数值 $< X - 2S$ 时为 1 级,数值 $\geq X + 2S$ 时为 6 级,中间每级间差 1S。式中, X 为指标平均值, S 为标准差^[6]。计算 Shannon-Weaver 遗传多样性指数^[7] $H' = -\sum P_i \ln P_i$ 。式中, H' 为某性状的遗传多样性指数; P_i 为某性状第 i 个代码出现的频率。

1.3 项目测定

记录叶着生角度、叶面茸毛、叶型、叶色、叶柄基部花青素、根肩型、根肩绿色程度、根型、根尖型、根

表 2 胡萝卜 11 个非数值型田间农艺性状赋值

性状	赋值
叶着生角度	直立=1,半直立,平展=3
叶面茸毛	无=1,少=2,多=3
叶型	宽叶型=1,正常叶型=2,细叶型=3
叶色	黄绿=1,绿=2,灰绿=3,深绿=4,紫绿=5
叶柄基部花青素	无=1,轻=2,中=3,重=4
根肩型	水平性=1,圆形=2,锥形=3
根肩绿色程度	无或很少=1,少=2,中等=3,多=4,非常多=5
根型	长圆柱=1,长圆锥=2,短圆柱=3,短圆锥=4,指形=5
根尖型	尖=1,钝尖=2,圆=3
根心柱色	白色=1,黄色=2,橘黄=3,橘色=4,红=5,紫红=6,紫=7
抽蔓率/%	1 级 $X=0$, 2 级 $0.1 < X \leq 1$, 3 级 $1 < X \leq 5$, 4 级 $5 < X \leq 20$, 5 级 $20 < X \leq 50$, 6 级 $X > 50$

心柱色、抽蔓率、叶长、根长、根粗等 14 个农艺性状。

1.4 数据分析

采用 DPS 软件对试验数据进行分析^[8]。

2 结果与分析

2.1 紫红胡萝卜地方资源的质量性状表现

从表 3 可知,22 份紫红色胡萝卜地方资源性状分布较为广泛,除根肩绿色程度和根心柱色的有部分性状外,其它性状不同表现类型均在试验样品中出现。地上部性状中叶着生角度从直立、半直立、平展分别占 54.55%、40.90%和 4.55%,叶面茸毛,从无、少、多分别占 54.55%、36.36%和 9.09%;地下部性状主要为根型、根尖型和根心柱色,根型从长圆柱、长圆锥、短圆柱和短圆锥分别占 31.82%、18.18%、45.45%和 4.55%。发生抽蔓的材料占总样品的 90.91%。通过对 11 个质量性状遗传多样性进行分析,发现除叶着生角度、叶色、根型和抽蔓率外,其它农艺性状多样性指数均小于 1,其中多样性指数最高的是抽蔓率,达到 1.23,根心柱色最低,为 0.40。

2.2 紫红胡萝卜地方资源的数量性状分析

从表 4 可以看出,根长的多样性指数最高,为 1.57,其次是叶长(1.24),根粗多样性指数最低(1.23),叶长和根粗的数量性状的多样性指数较为一致,可见紫红色胡萝卜资源在这 2 个性状中变异范围差异不大;从变异系数看,叶长变异系数最大,为 22.45%,说明试验材料在叶长性状中分布较为均匀。其次是根粗(16.49%),根长变异系数最小(8.49%)。表明紫色胡萝卜地方种质资源叶长的变异程度最大,其次为根粗,根长的变异程度最小。

表 3 紫红色胡萝卜资源田间农艺性状频率分布和多样性分析

性状	频率分布/%							多样性指数 H'
	1	2	3	4	5	6	7	
叶着生角度	54.55	40.90	4.55					1.01
叶面茸毛	54.55	36.36	9.09					0.72
叶型	4.55	59.09	36.36					0.85
叶色	9.09	45.45	18.18	18.19	9.09			1.06
叶柄基部花青素	54.55	22.73	13.64	9.08				0.79
根肩型	54.55	36.36	9.09					0.81
根肩绿色程度	27.27	45.45	18.19	9.09	0.00			0.95
根型	31.82	18.18	45.45	4.55				1.12
根尖型	9.09	45.45	45.46					0.65
根心柱色	0.00	0.00	0.00	0.00	63.64	36.36		0.40
抽蔓率	9.09	22.73	9.09	36.36	18.18	4.55		1.23

表 4 紫红色胡萝卜资源数量性状分析

性状	最大值	最小值	平均值	标准差	变异系数/%	多样性指数 H'
根长/cm	18.5	14.0	16.14	1.37	8.49	1.57
叶长/cm	70.2	29.4	50.93	11.43	22.45	1.24
根粗/cm	5.1	2.9	3.88	0.64	16.49	1.23

2.3 紫红色胡萝卜资源农艺性状的主成分分析

由表 5 可知,前 8 个主成分的累计贡献率达 88.14%,包含了所有农艺性状的大部分信息,可以

表 5 紫红色胡萝卜资源 14 个农艺性状的主成分分析

主成分	叶着生角度	叶面茸毛	叶型	叶色	叶柄基部花青素	根肩型	根肩绿色程度	根型
x(1)	0.405 2	0.064 0	-0.221 3	0.248 3	0.184 8	0.422 4	-0.013 4	-0.083 1
x(2)	0.303 1	0.231 4	0.302 5	-0.421 3	0.035 4	0.280 2	-0.043 1	0.388 0
x(3)	-0.118 2	0.178 2	0.420 5	0.348 7	0.234 9	-0.083 3	-0.197 9	0.220 1
x(4)	-0.323 7	0.468 5	-0.008 9	-0.084 2	0.001 1	0.283 4	0.165 5	0.086 6
x(5)	0.371 5	-0.217 5	-0.063 9	0.330 0	-0.222 7	-0.141 7	0.509 3	0.280 8
x(6)	0.084 2	0.430 3	0.278 8	0.172 5	-0.288 8	-0.283 8	0.284 0	0.362 5
x(7)	0.464 9	0.191 7	0.217 3	-0.263 5	0.380 6	0.017 8	-0.135 8	-0.116 6
x(8)	-0.001 7	-0.429 7	0.125 6	0.127 7	0.358 6	0.464 3	0.341 3	0.273 0
主成分	根尖型	根心柱色	抽蔓率	根长	叶长	根粗	贡献率	累计贡献率
x(1)	-0.458 8	-0.337 5	0.253 6	-0.312 1	0.068 0	-0.283 2	17.13	17.13
x(2)	0.092 0	-0.119 1	-0.210 9	-0.135 5	-0.612 3	0.042 6	16.47	33.61
x(3)	-0.500 1	0.532 7	0.007 1	0.088 8	-0.102 6	-0.122 5	13.50	47.11
x(4)	0.359 6	0.078 4	0.497 8	0.179 5	0.034 8	-0.493 8	10.77	57.87
x(5)	0.187 4	0.186 4	-0.265 3	0.058 0	-0.051 4	-0.507 3	9.68	67.55
x(6)	-0.119 6	-0.365 9	0.176 4	-0.037 5	0.322 9	0.351 4	7.92	75.47
x(7)	0.138 2	0.019 9	-0.245 5	0.378 5	0.586 2	-0.124 5	7.15	82.62
x(8)	0.138 1	0.093 8	0.259 1	0.204 0	0.075 3	0.457 2	5.52	88.14

用来对材料进行综合评价。第1主成分贡献率为17.13%,其中贡献值最大的是根肩型;第2主成分的贡献率为16.47%,特征向量中,根型对主成分值的贡献最大;第3主成分贡献值最大的是根心柱色;第4主成分贡献率为10.77%,其中抽薹率和叶面茸毛贡献值均较高,表明在第4主成分值高的物质,其抽薹率较高且叶面绒毛较多;第5主成分贡献率为9.68%,贡献值主要由根肩绿色程度体现,而根粗的贡献值为负且绝对值较大,说明利用第5主成分较高的资源时,需要选择根细的根肩绿色程度较大的资源;第6主成分值贡献最大的是叶面茸毛;第7主成分贡献较大的是叶长;第8主成分值贡献最大的是根粗,说明在第8主成分值高的物质,其根粗较粗。

3 结论与讨论

该试验结果表明,紫红色胡萝卜资源的14个农艺性状在不同材料中表现出了不同程度的多样性。22份参试材料的数量性状中,叶长的变异系数最大(22.45%)且明显高于其它各性状,表明参试材料在叶长的性状上有较高的变异潜力,有较大的选择范围。通过对参试材料的遗传多样性指数和变异系数进行比较发现,在同个性状上,二者表现得并不一致。例如,根长的变异系数(8.49%)最低,但是其多样性指数(1.57)却是最高,说明虽然二者都可以用来描述不同性状的变异情况,但是,它们反映变异情况的角度却不相同。形态多样性指数反映的是某一性状不同表型等级的数量分布,即多样性的丰度和均匀度,而变异系数反映的是某一性状变异的范围。所以,二者在同个性状上表现可能并不一致。

主成分分析结果显示,紫红色胡萝卜资源的主

要农艺性状可归纳为8个主成分,即根肩型、根型、根心柱色、抽薹率、根肩绿色程度、叶面茸毛、叶长和根粗。这8个主成分对总变异的累积贡献率达88.14%,每个主成分都比较客观地反映了所控制的各性状之间的相互关系。若要培育紫红色胡萝卜根比较长的品种,亲本种质要求第8和第9主成分偏高。说明成分排序是育种选择亲本材料的重要依据,并且可以具体分析、评价不同亲本材料综合指标的优劣,根据育种目标合理的选配组合,以便尽快培育出理想的紫红胡萝卜新品种。该研究针对紫红色胡萝卜地方种质资源的主要农艺性状进行了分析评价,若要深入了解胡萝卜种质资源,还需要进一步进行对其营养品质、抗逆性等方面进行研究,才能更加全面地对种质进行客观评价。

参考文献

- [1] MA Z G, KONG X P. The unique origin of orange carrot cultivars in China[J]. *Euphytica*, 2016, 212: 37-49.
- [2] WANG H, OU C G. The dual role of phytoene synthase genes in carotenogenesis in carrot roots and leaves[J]. *Molecular Breeding*, 2015, 34: 2065-2079.
- [3] 中国农业科学院蔬菜花卉研究所. 中国蔬菜品种资源目录: 第一册[M]. 北京: 万国学术出版社, 1992: 60-72.
- [4] 蔡晓湛, 贺银凤. β -胡萝卜素的研究进展[J]. *农产品加工学刊*, 2015(8): 1671-9646.
- [5] 庄飞云, 朱德蔚. 胡萝卜种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京: 中国农业出版社, 2007.
- [6] 邓宏中. 基于SSR标记的中国水稻地方品种与选育品种遗传多样性研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2015.
- [7] 田稼, 郑殿升. 中国作物遗传资源[M]. 北京: 中国农业出版社, 1994: 312-315.
- [8] 唐启义, 冯明光. 实用统计分析及其计算机处理平台[M]. 北京: 中国农业出版社, 1997.

Genetic Diversity of Agronomic Characteristics of Local Purple Carrots Germplasm Resources

KONG Xiaoping

(Xining Vegetable Research Institute, Xining, Qinghai 810016)

Abstract: The principal components analysis on fourteen agronomic traits of 22 local purple carrots resources was carried out. The results showed that the main agronomic traits could be concluded to eight principal components including shoulder type, root type, colour of root center, bolting-rate, green degree of root shoulder, leaf surface fluff, leaf length, root diameter and the cumulative proportion achieved 88.14%. The results could provide reference for the reasonable parent selection for purple carrots breeding.

Keywords: purple carrots; local resources; principal component analysis; genetic diversity