

DOI:10.11937/bfyy.201617006

线辣椒主要数量性状遗传参数相关性分析

邵登魁

(青海省农林科学院 园艺研究所, 青海省蔬菜遗传与生理重点实验室, 青海 西宁 810016)

摘 要:以 12 份不同来源的线辣椒自交材料为研究对象,采用方差-协方差分析法,对 12 份线辣椒的主要数量性状的遗传参数和相关性进行估算分析。结果表明:株高、单果种子数、单株结果数、单株产量、单果质量、单果干鲜比等 6 个性状具有较强的遗传效应,适于在早期世代进行选择,且性状改良难度较小,其余性状选择效率较低,改良难度较大;相关性分析发现存在 6 对极显著正向相关的性状,1 对极显著负向相关的性状。

关键词:线辣椒;产量因子;遗传参数;相关性

中图分类号:S 641.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)17-0026-04

辣椒(*Capsicum annuum* L.)属茄科辣椒属,常见的辣椒属于一年生栽培种,而线辣椒(var. *acuminatum* Fingern)泛指一年生辣椒栽培种中的指形椒,或特指其

作者简介:邵登魁(1980-),男,硕士,副研究员,研究方向为蔬菜种质资源创新利用与新品种选育。E-mail:sdk2003-2003-2003@163.com.

基金项目:国家大宗蔬菜产业技术体系西宁综合试验站资助项目(CARS-25-G-49);青海省科技厅“1020”专项资助项目(2015-NK-503)。

收稿日期:2016-04-18

中的皱皮变异类型^[1]。线辣椒约在 1640 年通过“丝绸之路”引入中国,最早在甘肃、陕西等地栽培,故有“秦椒”的称谓。线辣椒在中华大地数百年的传播和生境选择下产生了很多天然变异,形成了很多独具特色的地方品种,如陕西岐山线辣椒、甘肃天水“七寸红”“四川二金条”、贵州台江长线椒、安徽砀山线椒、云南丘北辣椒、青海循化线辣椒等。这些地方品种经久不衰,承载着各地的世代风味,在我国制干椒市场上仍然起着关键的作用,同时也是制干椒育种遗传改良的核心资源。作物数

[11] 李娟,陈杰忠,黄永敬,等. Zn 营养在果树生理代谢中的作用研究进展[J]. 果树学报,2011,28(4):668-673.

[12] 梁和,马国瑞,石伟勇,等. 钙硼营养与果实生理及耐贮性研究进展[J]. 土壤通报,2000(4):187-190,194.

[13] 梁和,石伟勇. 叶面喷硼对柑橘硼钙果实生理病害及耐贮性的影响[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版),2000,26(5):509-512.

[14] 赵宇瑛,谢楷模. 叶面喷锌对椪柑部分生理指标的影响[J]. 湖北农业科学,2004(6):63-64.

[15] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 3 版. 北京:中国农业出版社,2000.

[16] 中国标准出版社第一编辑室. 中国食品工业标准汇编-水果、蔬菜及其制品卷[S]. 北京:中国标准出版社,2003.

Effect of Boron and Zinc Nutrition on Yield and Quality of Kiwifruit

WU Ya'nan, LIU Yue, LIU Ting, LIU Huimin, WANG Lianchun

(College of Forestry, Southwest Forestry University, Kunming, Yunnan 650224)

Abstract: 'Hong yang' kiwifruit which imported from Sichuan was used as experimental material. The effect of boron and zinc nutrition on yield and quality of kiwifruit were compared, the relationship between fertilization and kiwifruit yield and production was investigated to propose a rational fertilizer formula and amount and period. The results showed that the measure of spraying 0.10% boron+0.30% zinc was the most favorable way to increase the contents of yield and quality, spraying fertilizer when fruit were expanding in order to increase its yield and quality was the best timing, it significantly increased the yield and fruit quality, improved fruit taste, and the economic benefits were the most significant. The effective method of kiwifruit management and fertilization recommendation was B 0.10%+Zn 0.30% in fruit expanding period.

Keywords: zinc; boron; kiwifruit; yield; quality

量性状在育种方面的应用研究在国内外报道很多,研究方法结合了遗传学、统计学、分子遗传学、生物信息学等各个学科,已经成为作物遗传特性研究的主要方向之一。目前关于辣椒数量性状遗传分析方面的研究主要集中在果实性状^[2-3]、品质性状^[4]和产量^[5]等方面。通常辣椒的农艺性状和品质性状取决于不同的遗传基础,农艺性状属于二倍体性状,而品质性状是由二倍体和三倍体共同决定的,但在宏观表现中,产量和品质等数量性状又是多个遗传体系互作形成的综合表现,互相之间有着很紧密的关联性^[6]。当前关于辣椒的农艺性状、产量和品质性状等数量性状遗传参数之间的相关性研究大多集中在甜椒、鲜食性辣椒等方面^[7],针对线辣椒开展的相关研究报道较少。该研究以不同来源的线辣椒自交系为材料,对其产量构成因子中的主要数量性状的遗传参数进行相关性分析,对于资源改良、多优性状聚合的亲本材料选育、杂交组合鉴定等方面具有重要的意义。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为不同来源的线辣椒(指形椒)高代稳定自交系 12 份,其中国内资源血缘的自交系 8 份,国外资源血缘的自交系 4 份,分别编号为 LP01~LP12,均由青海省农林科学院蔬菜种质资源库提供。

1.2 试验方法

试验于 2013 年在青海省农林科学院试验园日光温室中进行,采用随机区组试验设计,3 次重复,双行小区,小区面积 8 m²,每小区内定植 36 株。果实红熟期每小区随机取样 10 株,每株取 5 个 3~4 层典型果实进行检测,统计 X1(株高/cm)、X2(株幅/cm)、X3(果长/cm)、X4(果宽/cm)、X5(果肉厚/mm)、X6(胎座质量/g)、X7(单果种子数/个)、X8(单株结果数/个)、X9(单株产量/g)、X10(单果质量/g)、X11(果形指数:果实长/果实

宽)、X12(单果干鲜比/%)等 12 个产量相关性状,计算每个性状的方差和协方差,进而计算其遗传变异系数、表型变异系数和遗传相关系数等参数^[8]。

1.3 数据分析

采用 DPS 8.5 软件进行试验数据分析。

2 结果与分析

2.1 主要数量性状基本遗传参数分析

对供试材料间的方差进行 *F* 检验,所检测的 12 个数量性状均达到了差异显著水平,结果表明,各性状在供试材料间表现出的差异性是由遗传差异造成的,因此对于这些数量性状可以进行遗传分析。从表 1 可以看出,变异系数和遗传变异系数较大的性状有果实长度(X3)、单果种子数(X7)、单株结果数(X8)、单株产量(X9)、单果质量(X10),说明这些数量性状稳定性比较差,具有比较广的选择范围,通过人工选育改良的可能性比较大;相反对于变异系数和遗传变异系数较小的数量性状,其稳定性比较高,通过选择育种的方式改良的可能性比较小,这些性状主要有株幅(X2)和果肉厚(X5)等,对于这些性状获得改良的几率比较低;而对于果形指数(X11),其变异系数较大而遗传变异系数较小,说明该性状容易受到环境因素的影响而表现不稳定,不容易通过选择让其稳定下来。

通过测算各个数量性状的广义遗传力发现,广义遗传力大小依次为株高(X1)>单株产量(X9)>株幅(X2)>单株结果数(X8)>单果干鲜比(X12)>单果质量(X10)>果肉厚(X5)>果长(X3)>胎座质量(X6)>果宽(X4)>单果种子数(X7)>果形指数(X11)。其中广义遗传力在 80%以下的,表明这些数量性状容易受到环境因子影响,适宜在较高的世代进行选择;反之广义遗传力在 80%以上的性状遗传能力较强,在早期世代中就可以比较稳定的遗传,不容易受环境因素影响,适合在早期世代进行选择。

表 1 线辣椒主要数量性状基本遗传参数

Table 1 Genetic parameters of the main quantitative characters in line pepper

性状	平均值	变异系数	遗传变异系数	表型变异系数	遗传方差	表型方差	广义遗传力
Character	Average	Coefficient of variation	Coefficient of genotypic variation	Coefficient of phenotypic variation	Genetic variance	Phenotypic variance	Broad-sense heritability
X1	83.26	22.85	14.25	16.86	70.92	71.35	99.40
X2	63.22	26.40	13.68	15.57	7.21	7.84	91.96
X3	23.33	56.60	16.34	18.77	4.46	5.82	76.63
X4	1.02	22.50	15.61	17.18	0.27	0.38	71.05
X5	1.48	13.05	11.26	13.09	0.33	0.42	78.57
X6	1.76	36.38	18.25	21.26	2.05	2.88	71.18
X7	17.25	52.25	17.33	18.88	3.38	4.81	70.27
X8	31.25	49.90	29.27	30.30	31.53	34.63	91.05
X9	474.37	57.50	29.32	29.76	143.47	147.52	97.25
X10	15.82	53.22	23.62	27.83	42.70	50.68	84.25
X11	25.22	44.48	12.24	24.44	28.52	44.36	64.29
X12	11.06	27.80	13.75	15.78	1.65	1.94	85.05

2.2 主要数量性状遗传进度分析

通过对供试材料各检测性状进行绝对遗传进度和相对遗传进度测算,由表 2 可知,随着选择压力的加大,入选的比例就越小,选择的效率也相对较高。在 5% 的选择率下,绝对遗传进度较大的性状有单果种子数(X7)、单株结果数(X8)、单果质量(X10),较小的性状有株幅(X2)、胎座质量(X6)、单果干鲜比(X12);而在 1% 选择率下,绝对遗传进度较大的性状有株高(X1)单果种子数(X7)、单株产量(X9),较小的性状依然是株幅(X2)、胎座质量(X6)、单果干鲜比(X12)。在相对遗传

进度测算结果中,较大的性状为单果干鲜比(X12)、单株结果数(X8)、单果种子数(X7)、果肉厚(X5),较小的性状为株高(X1)、果形指数(X11)、株幅(X2)、单株产量(X9)。绝对遗传进度值加大性状的遗传获得量较大,可以在短期内获得比较理想的选择效果,反之则遗传获得量较小;相对遗传进度值大的性状较相对值小的性状而言,可以在短期内选择获得比较符合育种目标的材料。从遗传进度测算结果可以看出,在 1% 和 5% 的选择率下,多数性状的选择效果趋势是相对一致的,该结果对育种具有一定的参考作用。

表 2

线辣椒主要数量性状遗传进度分析

Table 2

Analysis of genetic advance in the main quantitative characters of line pepper

性状 Character		X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12
绝对遗传进度	5%选择率 Selection ratio 5%	3.41	0.87	3.23	3.02	2.80	1.50	7.11	6.36	4.42	4.86	3.48	2.90
Absolute genetic advance	1%选择率 Selection ratio 1%	8.72	1.09	3.99	3.76	3.74	3.24	10.93	7.92	15.68	6.04	7.09	3.61
相对遗传进度	5%选择率 Selection ratio 5%	6.57	8.34	16.06	21.88	25.25	15.21	27.09	29.30	9.53	16.63	7.18	56.03
Relative genetic advance	1%选择率 Selection ratio 1%	16.80	17.59	21.88	29.30	31.70	37.50	29.95	36.43	19.21	25.64	15.87	62.47

2.3 主要数量性状遗传相关性分析

不同数量性状在实际表现中存在一定的关系,从基因决定的角度而言,数量性状也是多个遗传体系互作的共同结果,因此计算数量性状之间的相关系数,对于育种工作具有比较重要的指导意义。从表 3 可以看出,12 个数量性状之间共存在着 42 对显著相关关系,其中负向相关关系 9 对,单果种子数(X7)和果形指数(X11)之间达到了负向极显著相关;正向相关关系 33 对,其中果

实长度(X3)和单果种子数(X7)、单株结果数(X8)、单果质量(X10)、果形指数(X11)之间极显著相关,果实宽度(X4)和果长(X3)、果形指数(X11)之间极显著相关,胎座质量(X6)和单果种子数(X7)之间极显著相关。线辣椒主要数量性状之间的遗传相关关系代表了数量性状选择改良的关系,通过某一性状的改良同时可以正向改良另外的性状,也有可能负向影响另外的性状,这些存在的相关关系对于育种实践具有较强的指导作用。

表 3

线辣椒主要数量性状遗传相关系数

Table 3

Genotypic correlation coefficients among characters of line pepper

性状 Character	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12
X1	1.000	-0.096	0.775 *	-0.030	-0.333	0.265	0.408	0.219	0.661 *	0.587 *	0.467 *	0.122 *
X2		1.000	0.565	0.211	0.125	0.206	0.131	0.166	0.333	0.207	0.332 *	0.027
X3			1.000	-0.308 *	-0.305 *	0.661 *	0.797 **	0.785 **	0.308 *	0.932 **	0.876 **	0.369 *
X4				1.000	0.546 *	0.708 **	0.439 *	0.590 *	0.273 *	0.626 *	0.898 **	0.154
X5					1.000	0.411 *	0.330	-0.353 *	0.500 *	0.661 *	0.332	0.678 *
X6						1.000	0.869 **	-0.533 *	-0.395 *	0.446 *	0.276	0.567 *
X7							1.000	-0.379 *	-0.521 *	0.599 *	-0.744 **	0.780 **
X8								1.000	-0.577	-0.471 *	-0.398 *	-0.120
X9									1.000	0.783	-0.333 *	0.588 *
X10										1.000	-0.203	0.427 *
X11											1.000	0.401 *
X12												1.000

注: *、** 分别代表 0.05 和 0.01 水平差异显著。

Note: *, ** mean significant difference at 0.05 and 0.01 level.

3 讨论

数量性状的遗传既受基因的控制,也受环境因素的影响,通常情况下是二者互作的结果,因此对于数量性状的研究过程中既要注重遗传力的测算,又要排除环境

因素对于表型表现结果的干扰,其中遗传力是反映遗传因素和环境因素对性状的综合作用的主要参数^[9]。遗传力高的性状受环境影响较小,基因的加性效应比较显著,适宜在早期世代进行选择;相反遗传力低的性状则易受环境因素影响,非加性效应起的作用较大,这类性

状需进行多代高压选择方能有效^[6]。该研究分别对线辣椒主要农艺性状的遗传变异系数和广义遗传力进行了测算,按照马育华^[10]、DWIVEDI^[11]、王婷等^[12]建立的标准,单株结果数、单株产量和单果质量 3 个性状属于高遗传变异系数性状(大于 20),其余性状均属于中等遗传变异系数性状(10~20)。从遗传力角度考虑,株高、株幅、单株结果数、单株产量、单果质量、单果干鲜比等 6 个性状属于高遗传力性状(大于 80%),同时也证明了供试的线辣椒材料对这些性状的遗传改良潜力较大,有可能在选择过程中产生新的种质资源类型;其余性状属于较低遗传力性状,这些性状的改良难度比较大。

由于遗传力不能完全作为选择效果的指标,而遗传进度可以反映经过选择子代从亲代获得的遗传增量的多少,因此可作为衡量选择效果的重要指标^[12],通过对线辣椒主要数量性状的遗传进度进行检测发现,株高、单果种子数、单株结果数、单株产量等 4 个性状遗传进度较大,这与遗传力检测结果基本一致。品种选育的目的是“去劣存优,改良提升”。对于独立遗传的质量性状而言,选择标准就是“有-无”关系,相对比较简单;而对于数量性状而言,直接选择的尺度往往难以衡量,选择效果很不理想。各数量性状存在的紧密相关性则解决了这一矛盾,因此,在育种中要充分利用遗传参数的相关性,明确性状之间的正负相关方向和相关程度的大小,进而通过易选择的稳定遗传性状对不易选择的性状进行早代间接选择,可以大幅度提高选择效率,同时不会让优良性状在早代选择中流失;同时参考负向相关关系,可以减少选择失误,优化选择育种方法,提高选择效

率。由于该试验是在环境相对稳定的温室中开展,因此未对环境因素影响做分析,这对于结果的分析判断可能会造成一定的不确定性,今后的试验中将做必要的补充与修正。

参考文献

- [1] 朱德蔚,王德槟,李锡香. 中国作物及其野生近缘植物(蔬菜作物卷)[M]. 北京:中国农业出版社,2008:706-740.
- [2] 巩振辉,王鸣. 我国辣椒主要品种营养及风味品质评估[J]. 作物品种资源,1993(2):26-27.
- [3] 刘成铭. 辣椒经济性状的遗传变异初报[J]. 湖南农业科学,1979(2):23-26.
- [4] KHADI B N. Genetic studies on acid content, fruit yield, yield components and accumulation of some mineral elements in chilli(*Capsicum annuum L.*)[J]. Mysore Journal of Agricultural Sciences,1986,18(4):316.
- [5] DOLGIKH S T, SVIRIDOVA I A. Correlations between traits in sweet pepper grown in plastic green house and their use in breeding[J]. Plant Breeding Abstract,1988,58(1):105.
- [6] 何晓明,王鸣. 辣椒表型相关及通径分析[J]. 西北农业大学学报,1988,16(4):90-93.
- [7] 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.
- [8] 唐启义,冯明光. 实用统计分析及其 DPS 数据处理系统[M]. 北京:科学出版社,2002:294-304.
- [9] 陈学军,方荣,周坤华,等. 辣椒种质亲缘关系的数量分类学研究[J]. 现代园艺,2009(8):23-25.
- [10] 马育华. 数量遗传理论在作物育种的应用[J]. 南京农学院学报,1980(1):1-11.
- [11] DWIVEDI S L. Heterosis and combining ability studies and relationship among fruit and seed characters in peanut[J]. Peanut Science,1989(16):14-20.
- [12] 王婷,陈树宾,王友德,等. 爆裂玉米几个农艺性状杂种优势分析[J]. 玉米科学,2006,14(1):53-58.

Correlation Analysis About Genetic Parameters of the Main Quantitative Traits in Linear Pepper

SHAO Dengkui

(Institute of Horticulture/Qinghai Academy of Agriculture and Forestry Science, Qinghai Province Key Laboratory of Vegetable Genetics Physiology, Xining, Qinghai 810016)

Abstract: 12 different sources inbred materials of line pepper were selected and treated by variance and covariance analysis, and 12 genetic parameters of the main quantitative characters in these materials were estimated and analyzed. The results showed that, the plant height, seed number per fruit, fruit number per plant, grain yield per plant, ratio of dry weight per fresh weight etc. six traits had an admirable genetic effect, these characters were suitable for selection in early generation, and easy to improve. The other traits were less efficient, and it was difficult to improve. The correlation analysis showed that there were 6 pairs of significantly positively traits and 1 couple of highly significant negative traits between these characters.

Keywords: linear pepper; yield factors; genetic parameters; correlation