

茄子氮素利用效率相关性状的配合力分析

田松, 银婷, 王彦华, 陈雪平, 轩淑欣, 申书兴

(河北农业大学园艺学院, 保定 071001)

摘要:在筛选氮素利用高效茄子自交系的基础上, 利用 Griffing- II 设计, 在两个氮素水平下(450kg/hm²和不施氮)分析了7个茄子自交系氮素利用效率相关性状的配合力。结果表明, 两个氮素水平下, 氮效率受加性效应和非加性效应的共同控制; 氮素吸收总量和氮素利用效率则以加性遗传为主。氮高效育种中, 自交系 609 和 749 在两个氮素水平下均有较高的氮效率一般配合力。与高氮处理相比, 低氮条件下氮素利用效率相关性状的广义遗传力有所增大, 而狭义遗传力多为递减趋势。

关键词:茄子; 氮效率; 配合力

Combination Ability Analysis of Traits Related to Nitrogen Use Efficiency in Eggplant

TIAN Song, YIN Ting, WANG Yan-hua, CHEN Xue-ping, XUAN Shu-xin, SHEN Shu-xing

(College of Horticulture, Agricultural University of Hebei, Baoding 071001)

Abstract: Based on the selected eggplant inbred lines with different nitrogen use efficiency (NUE), the combination ability was analyzed with 7 inbred lines under high nitrogen(450kg/hm²) and low nitrogen (no N) by Griffing-II design. The results showed that at two N levels NUE was controlled by additive and non-additive effect, and total N and N utilization efficiency (NUE) were controlled mostly by additive effect. 609 and 749 inbred lines had higher general combining ability of NUE at two N levels. Under low N stress, the broad-sense heritability of characters on NUE increased while the narrow-sense heritability decreased.

Key words: Eggplant; Nitrogen use efficiency; Combination ability

我国蔬菜生产中对氮肥的消费量很大,但其利用效率却很低,2006年氮肥表观消费量达3869万吨(纯养分),居世界之首^[1]。这意味着我国每年会有大量的氮素通过不同途径损失,不但造成资源浪费,而且造成生态环境的污染。培育氮高效品种是解决这一问题的重要途径之一。氮高效品种既可以提高氮肥经济效益,又可以保护环境;在氮肥高投入地区保证高产,同时高效吸收利用土壤中的氮素;在减少氮肥投入或氮肥投入不足的情况下,可以充分利用土壤中的氮素,获得一定的高产水平,从而降低成本,增加收入^[2],达到少投入、多产出,保护环境、可持续发展的目标。

到目前为止,对作物氮素利用效率遗传效应的

研究大多集中在玉米^[3-6]、水稻^[7-9]、小麦^[10-11]、烟草^[12]等作物上,关于蔬菜作物氮高效遗传改良研究的报道很少^[13]。在茄子育种工作中,往往因各地的消费习俗不同而有各自的主栽品种或主干自交系,对这些主要自交系的配合力进行评价,对茄子育种工作者有着重要的意义。本研究在茄子氮素利用高效自交系筛选的基础上,采用半轮配组的方法配制杂交组合,对7个不同氮效率类型的自交系在两个氮素水平下的配合力进行分析,旨在为今后茄子氮高效遗传改良提供试验材料与理论依据。

1 材料与方法

试验在河北农业大学教学试验基地进行。试验

收稿日期:2010-07-16 修回日期:2010-12-12

基金项目:河北省自然科学基金项目(C2009000572);河北省科技攻关资助项目(06220110D);河北省农开办资助项目(冀财发[2006]23)

作者简介:田松,在读硕士,研究方向为蔬菜生物技术与遗传育种。E-mail:tiansong_19840219@yahoo.cn

通讯作者:申书兴,教授,博导,研究方向为蔬菜生物技术与遗传育种。E-mail:shensx@hebau.edu.cn

土壤为粘土,有机质含量为 8.20g/kg,全氮 0.98g/kg,全磷 0.60g/kg,全钾 0.71g/kg,碱解氮 37.45mg/kg,速效磷 15.26mg/kg,速效钾 163.60mg/kg。

1.1 试验材料

随机选取 7 个不同氮素利用类型的茄子自交系,编号为 673(圆茄)、711(泡茄)、741(长茄)、688(长茄)、643(泡茄)、609(圆茄)、749(泡茄),按照半轮配组的方法配制 21 个杂交组合。前期鉴定试验表明 7 个自交系的氮效率类型为 673(高氮低效-低氮低效)、711(高氮高效-低氮中效)、741(高氮中效-低氮中效)、688(高氮高效-低氮中效)、643(高氮低效-低氮低效)、609(高氮中效-低氮高效)、749(高氮高效-低氮中效),氮效率类型的划分参照赵付江等^[14]的方法。以上材料均由河北农业大学蔬菜育种组提供。

1.2 试验设计

试验采用裂区设计,以不施氮和正常施氮(450kg/hm²)为主处理,供试茄子基因型为副处理。施氮处理 1/3 氮肥作基肥,剩余 2/3 氮肥分别在门茄期和四门斗期作追肥随浇水施入。田间采用随机区组排列,每 12 株为 1 小区,行距 0.6m,株距 0.5m,重复 2 次。2009 年 5 月 1 日将 7 个亲本及 21 个杂交组合定植,定植前两个主处理均施磷肥(过磷酸钙:1220kg/hm²)和钾肥(硫酸钾:837.5kg/hm²)。试验中氮肥以尿素(975kg/hm²)施入,常规管理。

1.3 测定项目

1.3.1 产量的测定 整个采收期共采收 7 次商品果,累计测产。

1.3.2 生物量的测定 每次测产后各基因型分别选取有代表性的果实 10 个称鲜重,烘干后称量干重。采收完商品果后,各处理分别选取 3 株有代表

性的植株烘干并称量干重。

1.3.3 含氮量的测定 将样品烘干后粉碎混匀,采用浓 H₂SO₄-H₂O₂消化,每个样品重复 3 次,用凯氏定氮仪(K9850 型)测定含氮量。

1.4 分析方法

氮素吸收总量(total uptake nitrogen, TUN)为植株样本的全氮含量与单位面积植株生物量的乘积。

氮效率(nitrogen use efficiency, NUE)为单位土壤有效氮量所产生的茄子产量,其土壤有效氮量为耕层土壤氮与施氮量之和,即:氮效率 = 产量/供氮量。

氮利用效率(nitrogen utilization efficiency, NUtE)为茄子产量与植株总吸氮量的比值,即:氮利用效率 = 产量/氮素吸收总量。

氮吸收效率(nitrogen uptake efficiency, NUpE)指植株总吸收氮量占土壤总供氮量的比例,即:氮吸收效率 = 氮素吸收总量/供氮量。

采用 Griffing - II 进行配合力统计分析,根据模型 I 估算亲本的一般配合力与组合的特殊配合力,根据模型 II 估算群体的遗传力及其他遗传参数。数据用 Excel 和 DPS 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 氮效率相关性状的方差分析

方差分析(表 1)表明,两个氮素水平下,模型 I 与模型 II 的氮效率、氮素吸收总量、氮素利用效率均达到极显著水平。本试验以施氮和不施氮处理下的茄子产量来表示氮效率。无论在模型 I 或模型 II 的假定下,氮效率相关性状组间都存在着极显著差异,可在模型 I 中进一步进行配合力分析,在模型 II 中估算群体的遗传力,且基因效应不受供氮水平的影响。

表 1 两个氮水平下氮效率相关性状的方差分析

Table 1 Variance analysis of NUE characters at two N levels

氮素水平 N level	性状 Character	方差 Variance	F 值 F - value	
			模型 I Model I	模型 II Model II
高氮 High N	氮效率 NUE	1.52E +09	207.11**	208.62**
	氮素吸收总量 TUN	9619.75	5039.31**	307.14**
	氮素利用效率 NUtE	22054.21	588.78**	62.36**
低氮 Low N	氮效率 NUE	7.96E +08	2442.50**	137.97**
	氮素吸收总量 TUN	2266.24	1020.16**	66.98**
	氮素利用效率 NUtE	37064.61	952.69**	90.05**

**表示在 0.01 水平差异显著; ** means significant difference at 0.01 level

2.2 氮效率相关性状的一般配合力分析

一般配合力是受基因加性效应控制,并可以稳定遗传的部分。通过测定茄子自交系氮效率相关性状的一般配合力可以对其在组配杂交组合时的利用价值进行评价。

两个氮素水平下,不同氮效率茄子自交系各性状的一般配合力差异显著(表2)。自交系749、609的氮效率一般配合力均较高,利用这两个自交系配制杂交组合,易产生氮高效的组合。其余自交系氮效率的一般配合力较低或为负值,用其作亲本配制

杂交组合,一般情况下不易得到高产组合。同时,749具有较高的氮效率一般配合力是其具有较高氮素吸收总量的一般配合力的结果,而609具有较高的氮效率一般配合力则是其具有较高氮素利用效率的一般配合力的结果;此外,711在高氮条件下具有高的氮素利用效率,673在低氮条件下具有高的氮素利用效率,688在两个氮素水平下均具有高的氮素吸收效率,这些特性都可以在茄子氮高效遗传育种中加以应用。

表2 两个氮水平下氮效率性状的一般配合力值

Table 2 Estimates of GCA for NUE characters at two N levels

自交系 Inbred line	高氮 High N			低氮 Low N		
	氮效率 NUE	氮素吸收总量 TUN	氮素利用效率 NUE	氮效率 NUE	氮素吸收总量 TUN	氮素利用效率 NUE
673	-8807.21	-22.22	4.90	619.63	-7.79	37.19
711	2497.40	-16.01	42.77	-4852.15	-2.41	-26.65
741	1807.70	12.63	-22.12	1262.52	4.50	-16.63
688	-574.54	33.04	-54.71	-1893.89	9.31	-55.66
643	-9153.19	-25.02	12.84	-5799.93	-12.11	12.83
609	6911.32	-0.59	25.23	1891.51	-7.07	48.47
749	7318.52	18.16	-8.91	8772.31	15.58	0.46

2.3 组合氮效率相关性状的特殊配合力分析

特殊配合力是由相关基因的非加性效应决定,包括显性、超显性和上位效应。这些效应只有通过双亲杂交后才能表现出来。在茄子生产中所用的品种大多为杂交种,因此,特殊配合力可以在茄子杂交育种中加以利用。

高氮条件下,组合609×749、688×609、711×749、741×609、741×643的氮效率特殊配合力较高,同时其产量也较高;组合711×609的氮效率特殊配合力较低,其产量却较高,这可能与其具有较高的氮素吸收总量特殊配合力有关;组合673×643的氮效率特殊配合力较高,但其产量却较低,其双亲均为低产自交系,且氮效率的一般配合力均低。低氮条件下,组合609×749、673×688、673×711、643×749、741×643的氮效率特殊配合力较高,同时其产量也较高,其中组合673×688的双亲氮效率一般配合力均较低且均是中低产自交系;组合673×749和741×749的氮效率特殊配合力较低,其产量却较高,这可能与其都具有749这个高产亲本有关;组合688×643的氮效率特殊配合力较高,但其产量却较

低,其双亲氮效率的一般配合力均低。两个氮素水平下,组合609×749均为超高产组合,其双亲均是氮效率一般配合力高的高产自交系(表3)。结果表明,在所有高产组合中,其双亲至少有一个氮效率的一般配合力较高。要获得氮高效组合,应主要注重对其亲本氮效率一般配合力的选择,同时不应忽视对氮素吸收总量特殊配合力高的组合的利用。

2.4 氮效率性状的遗传参数分析

氮效率相关性状的遗传参数如表4所示:两个氮素水平下,氮效率相关性状的广义遗传力均较大,依次为:氮效率>氮素利用效率>氮素吸收总量(两个氮素水平下顺序相同),表明这些氮效率相关的性状有较大可能传递到后代,从中选出具有较高氮效率基因型进而能够选育出氮高效的茄子新品种;氮效率相关性状的狭义遗传力在两个氮素水平下均较小,依次为氮素吸收总量>氮素利用效率>氮效率,相比较高氮水平下的狭义遗传力,低氮条件下各性状的狭义遗传力有所下降。

表3 两个氮水平下组合氮效率相关性状的特殊配合力值

Table 3 Estimates of SCA for NUE characters of the crosses at two N levels

组合 Cross	高氮 High N				低氮 Low N			
	氮效率 (产量) NUE	氮素吸 收总量 TUN	氮素利 用效率 NUE	产量 排名 Yield rank	氮效率 (产量) NUE	氮素吸 收总量 TUN	氮素利 用效率 NUE	产量 排名 Yield rank
	673 × 711	-1566.64	-2.88	-7.91	18	20968.46	-4.79	199.64
673 × 741	18526.82	54.76	-21.45	6	9345.45	21.12	-17.46	6
673 × 688	5972.51	34.16	-43.87	12	18038.74	26.08	21.56	2
673 × 643	10954.74	-18.12	104.75	16	-7282.10	5.58	-95.69	20
673 × 609	-15296.10	-37.50	12.72	21	-9961.24	-9.71	-33.70	19
673 × 749	-3834.67	5.22	-31.11	14	-577.68	-5.94	15.03	7
711 × 741	-20419.80	-24.18	-53.85	20	9602.65	-3.50	90.92	10
711 × 688	2397.79	-35.66	62.51	10	10556.14	17.40	12.85	13
711 × 643	12610.56	51.40	-56.82	9	-4078.85	5.94	-74.74	21
711 × 609	849.69	57.71	-103.37	7	-715.91	-0.38	-13.34	17
711 × 749	26879.59	22.05	60.59	3	-3256.31	39.62	-137.02	15
741 × 688	-2015.51	-52.00	81.36	11	6285.01	0.02	51.81	11
741 × 643	28237.36	100.83	-52.79	5	19267.93	11.19	92.26	5
741 × 609	22299.69	35.16	26.59	4	3882.75	22.68	-66.25	8
741 × 749	-15980.40	-44.33	16.40	17	-3531.40	5.16	-38.90	9
688 × 643	5065.56	-2.37	1.88	13	6004.76	29.17	-68.00	16
688 × 609	31666.81	19.66	77.46	2	3856.24	-14.92	93.14	12
688 × 749	2967.41	8.95	-0.16	8	-5985.82	-16.69	23.61	14
643 × 609	-9799.72	-43.81	65.88	19	-2706.47	-27.41	162.03	18
643 × 749	-4682.18	8.68	-44.89	15	13376.05	18.77	6.22	4
609 × 749	25798.17	2.28	100.17	1	20867.95	6.73	102.46	1

表4 两个氮水平下氮效率性状的遗传参数

Table 4 Estimated values of genetic parameters for NUE characters at two N levels

遗传参数 Genetic parameter	高氮 High N			低氮 Low N		
	氮效率 NUE	氮素吸收总量 TUN	氮素利用效率 NUE	氮效率 NUE	氮素吸收总量 TUN	氮素利用效率 NUE
亲本一般配合力方差 GCA variance	4.09E+08	4435.45	9325.09	2.15E+08	918.81	11972.99
组合特殊配合力方差 SCA variance	3.72E+08	1824.3	4415.18	1.95E+08	465.36	8483.05
广义遗传力(%) H_B^2	97.02	86.20	88.35	98.69	89.85	95.22
狭义遗传力(%) H_N^2	2.12	27.41	21.79	2.29	19.43	8.68

3 讨论

提高茄子对氮肥的吸收利用效率,既节约了资源,又减少了其对生态与环境的污染。因此,对氮高效茄子育种进行系统的研究具有重要的意义。目前,有关茄子氮效率遗传效应的研究报道很少,但在大田作物上有相关研究报道。

朴钟泽等^[15]在两个氮素水平下对水稻氮效率相关性状的配合力进行了研究,结果表明:在最高分蘖期和孕穗期的干物质量与氮素利用生理效率,在

两个氮素水平下亲本的加性效应对 F_1 起主导作用,而收获期氮素利用生理效率在施氮条件下遗传变异主要来自加性效应,而未施氮条件下主要来自非加性效应;陈范骏等^[16]对玉米氮效率配合力进行研究后发现:高氮条件下,氮效率受非加性效应控制,低氮条件下氮效率受加性效应控制。本研究结果表明:两个氮素水平下,氮效率相关性状的一般配合力与特殊配合力差异均达显著水平,说明这些性状的遗传是由加性与非加性基因共同控制的,进一步对其分析可知氮效率一般配合力与特殊配合力的方差

较接近,说明氮效率由基因加性和非加性效应共同决定,即氮效率受加性效应和非加性效应的共同控制;氮素吸收总量和氮素利用效率的一般配合力方差远大于特殊配合力的方差,表明这两个性状的形成中亲本的加性效应对其起主导作用。在茄子氮高效育种中,应主要选择氮效率一般配合力均高的亲本来配制组合较易获得高产组合,同时不应忽视对氮素吸收总量特殊配合力高的组合的利用。

本试验结果显示:与高氮水平相比,低氮水平下,茄子氮素利用效率相关性状的广义遗传力表现为上升趋势,但狭义遗传力表现为下降趋势,表明控制这些性状的基因在氮胁迫条件下更易表达,而遗传变异中可固定部分的比例却减少了,这需要进一步的试验来证明。

参考文献

- [1] 李东坡,武志杰. 化学肥料的土壤生态环境效应[J]. 应用生态学报,2008,19(5):1158-1165
- [2] Lynch J P. The role of nutrient-efficient crops in modern agriculture[J]. J Crop Produc,1998,1(2):241-264
- [3] 陈范骏,米国华,张福锁,等. 玉米氮高效组合杂种优势分析[J]. 玉米科学,2006,14(4):125-128
- [4] 卢艳丽,陆卫平,王继丰,等. 不同基因型糯玉米氮素吸收利用效率的研究 I:氮素吸收利用的基因型差异[J]. 植物营养与肥料学报,2006,12(3):321-326
- [5] 春亮,陈范骏,张福锁,等. 不同氮效率玉米杂交种的根系生长、氮素吸收与产量形成[J]. 植物营养与肥料学报,2005,11(5):615-619
- [6] 李文娟,何萍,高强,等. 不同氮效率玉米干物质形成及氮素营养特性差异研究[J]. 植物营养与肥料学报,2010,16(1):51-57
- [7] 张玲,杨国涛,谢崇华,等. 杂交水稻新质源不育系 JW803A 产量及其氮素利用效率的配合力分析[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2008,36(12):53-58
- [8] 张亚丽,樊剑波,段英华,等. 不同基因型水稻氮利用效率的差异及评价[J]. 土壤学报,2008,45(2):267-273
- [9] 曹柱兰,张媛媛,朴钟泽,等. 水稻不同基因型耐低氮能力差异评价[J]. 植物遗传资源学报,2006,7(3):316-320
- [10] Chao C, Wang J Y, Zhu Y G, et al. Gene structure and expression of the high-affinity nitrate transport system in rice roots[J]. J Integr Plant Bio,2008,50(4):443-451
- [11] An D C, Su J Y, Liu Q Y, et al. Mapping QTLs for nitrogen uptake in relation to the early growth of wheat (*Triticum aestivum* L.) [J]. Plant and Soil,2006,284:73-84
- [12] 梁景霞,梁康迺,祁建民,等. 烟草不同基因型耐低氮能力差异评价[J]. 植物遗传资源学报,2007,8(4):451-455
- [13] 赵付江,申书兴,李青云,等. 耐低氮茄子基因型的筛选[J]. 植物遗传资源学报,2008,9(3):375-377
- [14] 赵付江,申书兴,李青云,等. 茄子氮效率基因型差异的研究[J]. 华北农学报,2007,22(6):60-64
- [15] 朴钟泽,韩龙植,高熙宗,等. 水稻干物质质量和氮素利用效率性状的配合力分析[J]. 中国水稻科学,2005,19(6):527-532
- [16] 陈范骏,米国华,刘向生,等. 玉米氮效率性状的配合力分析[J]. 中国农业科学,2003,36(2):134-139

茄子氮素利用效率相关性状的配合力分析

作者: [田松](#), [银婷](#), [王彦华](#), [陈雪平](#), [轩淑欣](#), [申书兴](#), [TIAN Song](#), [YIN Ting](#), [WANG Yan-hua](#), [CHEN Xue-ping](#), [XUAN Shu-xin](#), [SHEN Shu-xing](#)

作者单位: [河北农业大学园艺学院, 保定, 071001](#)

刊名: [植物遗传资源学报](#) 

英文刊名: [JOURNAL OF PLANT GENETIC RESOURCES](#)

年, 卷(期): 2011, 12 (3)

参考文献(16条)

1. [陈范骏;米国华;刘向生](#) [玉米氮效率性状的配合力分析](#) 2003 (02)
2. [朴钟泽;韩龙植;高熙宗](#) [水稻干物质质量和氮素利用效率性状的配合力分析](#) 2005 (06)
3. [赵付江;申书兴;李青云](#) [茄子氮效率基因型差异的研究](#) 2007 (06)
4. [赵付江;申书兴;李青云](#) [耐低氮茄子基因型的筛选](#) 2008 (03)
5. [梁霞霞;梁康廷;祁建民](#) [烟草不同基因型耐低氮能力差异评价](#) 2007 (04)
6. [An D G;Su J Y;Liu Q Y](#) [Mapping QTLs for nitrogen uptake in relation to the early growth of wheat\(Triticum aestivum L.\)](#) [外文期刊] 2006
7. [Chao C;Wang J Y;Zhu Y G](#) [Gene structure and expression of the high-affinity nitrate transport system in rice roots](#) 2008 (04)
8. [曹桂兰;张媛媛;朴钟泽](#) [水稻不同基因型耐低氮能力差异评价](#) 2006 (03)
9. [张亚丽;樊剑波;段英华](#) [不同基因型水稻氮利用效率的差异及评价](#) 2008 (02)
10. [张玲;杨国涛;谢崇华](#) [杂交水稻新质源不育系JW803A产量及其氮素利用效率的配合力分析](#) 2008 (12)
11. [李文娟;何萍;高强](#) [不同氮效率玉米干物质形成及氮素营养特性差异研究](#) 2010 (01)
12. [春亮;陈范骏;张福锁](#) [不同氮效率玉米杂交种的根系生长、氮素吸收与产量形成](#) 2005 (05)
13. [卢艳丽;陆卫平;王继丰](#) [不同基因型糯玉米氮素吸收利用效率的研究 I :氮素吸收利用的基因型差异](#) 2006 (03)
14. [陈范骏;米国华;张福锁](#) [玉米氮高效组合杂种优势分析](#) 2006 (04)
15. [Lynch J P](#) [The role of nutrient-efficient crops in modern agriculture](#) 1998 (02)
16. [李东坡;武志杰](#) [化学肥料的土壤生态环境效应](#) 2008 (05)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_zwyczyxb201103026.aspx