

不同氮效率茄子氮代谢相关酶活性的差异

董 玥, 陈雪平, 罗双霞, 王彦华, 李青云, 赵建军, 申书兴

(河北农业大学 园艺学院, 河北 保定 071001)

摘要: 以 3 个不同氮效率基因型茄子为供试材料, 采用大田培养, 研究了正常供氮和低氮胁迫下, 茄子幼苗期到结果期的氮代谢相关酶活性, 探讨氮代谢相关酶活性的差异。结果表明, 与正常供氮相比, 低氮胁迫下, 不同氮效率基因型茄子的硝酸还原酶活性、谷氨酰胺合成酶活性均降低, 且大多数指标达到显著水平。与低氮高效基因型 07-860 及氮双低效基因型 07-857 相比, 氮双高效基因型 07-862 具有较强的氮代谢相关酶活性。在供氮水平相同条件下, 通过对幼苗期至结果期不同氮效率基因型进行 GS 及 NR 活性测定, 选择具有相对高活性 GS 及 NR 的氮效率基因型是对氮高效基因型的有效早期选择。

关键词: 茄子; 低氮胁迫; 氮效率; 硝酸还原酶; 谷氨酰胺合成酶

中图分类号: S641.1 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2009)06-0158-03

Differences of Enzymes Activity Involved in Nitrogen Metabolism in the Nitrogen Efficiency Genotypes of Eggplant

DONG Yue, CHEN Xue-ping, LUO Shuang-xia, WANG Yan-hua,

LI Qing-yun, ZHAO Jian-jun, SHEN Shu-xing

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

Abstract: Three nitrogen efficiency genotypes of eggplants were used to study the enzymes activity involved in nitrogen metabolism under the normal nitrogen supply and low nitrogen stress from the seedling to fruiting stages. The results showed that the activities of nitrate reductase (NR), glutamine synthetase (GS) in the nitrogen efficiency genotypes of eggplant under the low nitrogen stress were remarkably lower than those under the normal nitrogen supply. Compared with other genotypes, 07-862 had stronger enzymes activity involved in nitrogen metabolism. Under the same nitrogen level, the GS and NR activity of the nitrogen efficiency genotypes were tested from the seedling to fruiting stages. Screening relatively high GS and NR activity of the nitrogen efficiency genotypes is the effective choice of the high nitrogen efficiency genotypes during early stage.

Key words: Eggplant; Low nitrogen stress; Nitrogen use efficiency; Nitrate reductase (NR); Glutamine synthetase (GS)

氮素是影响植物生长发育的重要营养因子, 作物不同氮效率基因型和氮代谢相关酶活性影响氮素营养。硝酸还原酶(NR)活性高低可反映植株营养状况和氮素代谢水平^[1]。谷氨酰胺合成酶(GS)是处于氮代谢中心的多功能酶, 参与多种氮代谢的调节。GS 活性的提高可带动氮代谢运转增强, 促进氨基酸的合成和转化^[2]。

目前, 在小麦、玉米、水稻等许多作物上对不同氮浓度与氮代谢相关酶活性研究取得了很大进展,

但针对蔬菜尤其是茄果类蔬菜研究尚未见报道。本试验以不同氮效率基因型茄子为材料, 研究低氮胁迫对茄子 5 片真叶展开后的氮代谢相关酶活性的影响, 探讨低氮胁迫与氮代谢相关酶活性的相关性。

1 材料和方法

1.1 试验材料

试验材料是通过田间测定筛选出来的, 由河北农业大学蔬菜育种组提供。供试基因型为 3 种类

收稿日期: 2009-09-07

基金项目: 河北省自然科学基金资助项目(C2009000572); 河北省科技攻关资助项目(06220110D); 河北省教育厅资助项目(200809)

作者简介: 董 玥(1984-), 女, 天津人, 硕士, 主要从事蔬菜遗传育种与生物技术方面的研究。

通讯作者: 申书兴(1964-), 男, 河北滦南人, 教授, 博士生导师, 主要从事蔬菜遗传育种与生物技术方面的研究。

型^[3]: ①氮双低效基因型(高氮低效—低氮低效型)07-857, 此类基因型在正常供氮时产量较低, 在低氮胁迫下产量仍较低; ②低氮高效基因型(高氮低效—低氮高效型)07-860, 此类基因型在正常供氮时产量较低, 在低氮胁迫下产量较高; ③氮双高效基因型(高氮高效—低氮高效型)07-862, 此类基因型在正常供氮时产量较高, 在低氮胁迫下产量仍较高^[4]。

1.2 试验设计与材料培养

试验于 2008 年 5 月至 2008 年 8 月在河北农业大学教学试验基地进行, 试验地为粘壤, 土壤基本性状为 pH 7. 83、全氮 398. 89 mg/kg、速效磷 17. 11 mg/kg、速效钾 123. 35 mg/kg, 有机质 17. 75 g/kg。试验采用裂区设计, 低氮胁迫(未施氮水平)和正常供氮(施氮 450 kg/hm²)为主处理^[4], 供试茄子基因型为副处理。正常供氮处理为 1/3 氮肥作基肥施入, 1/3 氮肥在结果初期作追肥施入(第 5 片真叶展开后第 42 天), 1/3 氮肥在结果盛期作追肥施入(第 5 片真叶展开后第 55 天)。

1.3 茄子叶片硝酸还原酶(NR)的测定

参照梁万福^[5]的方法测定。

1.4 茄子叶片谷氨酰胺合成酶(GS)的测定

表 1 不同供氮水平下各个氮效率基因型茄子叶片硝酸还原酶(NR)活性的差异

基因型 Genotype	天数 Days				
	8	16	24	32	40
L07-857	103. 0 f	107. 5 f	109. 5 f	87. 5 f	80. 0 f
L07-860	122. 5 e	127. 0 e	142. 5 e	115. 0 e	110. 0 e
L07-862	125. 0 d	130. 0 d	149. 5 d	130. 0 d	123. 0 d
N07-857	135. 0 b	149. 0 b	175. 0 b	170. 0 b	166. 5 b
N07-860	132. 5 c	143. 0 c	160. 0 c	145. 0 c	140. 0 c
N07-862	162. 0 a	200. 0 a	265. 0 a	260. 0 a	257. 5 a

注: L07-857, L07-860 L07-862. 低氮处理; N07-857, N07-860 N07-862. 正常供氮对照; 表格中不同字母表示差异达到 5% 显著水平, 下同。
Note: L07-857, L07-860 L07-862 are under the low nitrogen stress; N07-857, N07-860, N07-862 are under the normal nitrogen supply; Different letters in the table indicate significant level at 5%, the same as follows.

2.2 低氮胁迫下茄子叶片谷氨酰胺酶合成酶(GS)活性的影响

在正常供氮下, 不同氮效率基因型的 GS 在第 5 片真叶展开后第 8~40 天变化趋势与 NR 活性一致(表 2)。

表 2 不同供氮水平下各个氮效率基因型茄子叶片谷氨酰胺合成酶(GS)活性的差异

基因型 Genotype	天数 Days				
	8	16	24	32	40
L07-857	39. 29 c	74. 63 e	201. 76 f	168. 77 f	65. 31 f
L07-860	56. 15 b	101. 77 d	218. 56 e	180. 12 e	72. 05 e
L07-862	55. 42 b	130. 00 c	294. 64 d	181. 45 d	117. 73 b
N07-857	54. 36 b	124. 58 c	375. 99 c	201. 76 c	76. 98 d
N07-860	58. 50 b	179. 16 b	503. 27 b	227. 32 b	78. 73 c
N07-862	66. 22 a	192. 65 a	669. 79 a	229. 87 a	136. 35 a

与正常供氮相比, 低氮胁迫条件下, 不同氮效率基因型 GS 活性均降低, 并且大多数指标达到显著

参照王月福^[6]的方法测定。
1.5 数据统计与分析
数据用 EXCEL 和 DPS 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 低氮胁迫下茄子叶片硝酸还原酶(NR)活性的影响

在大田培养, 正常供氮下, 不同氮效率基因型的 NR 活性在第 5 片真叶展开后第 8~24 天呈逐渐上升趋势, 第 24 天后又呈下降趋势(表 1)。NR 活性的总体规律为: 氮双高效基因型 07-862 最高, 氮双低效基因型 07-857 次之, 低氮高效基因型 07-860 最低。不同氮效率基因型相同叶龄的 NR 活性差异达到显著水平。

与正常供氮相比, 低氮胁迫条件下, 各氮效率基因型 NR 活性均降低, 且达到显著水平。各氮效率基因型的 NR 活性变化趋势与正常供氮一致。氮双高效基因型 07-862 在低氮胁迫下也具有较强的 NR 活性。不同氮效率基因型相同叶龄的 NR 活性差异达到显著水平。

水平, 只有在第 5 片真叶展开后第 8 天, 低氮高效基因型 07-860 的差异未达到显著水平。各氮效率基因型的 GS 在第 5 片真叶展开后第 8~40 天变化趋势与 NR 活性一致。各个氮效率基因型相同叶龄的 NR 活性差异多数达到显著水平。

3 讨论

许多研究表明: 硝酸还原酶(NR)与土壤含 N 量和施肥量关系密切, 后者越高, 植株体内 NR 活性也越强, 氮素代谢也越旺盛^[7]。有研究表明, 缺氮植株的 NR 活性低于供氮正常的植株。随氮素营养水平的提高, NR 活性有增加的趋势^[8]。王云华等^[9]研究了在硝态氮存在或缺乏的条件下, 黄瓜种子萌发过程中 GS 活性变化发现, 硝酸盐对 GS 活性有一定的促进作用。这与芥菜子叶发育观察到的硝酸盐促进 GS 活性的现象是一致的。张智猛等^[10]研究表明, 灌浆过程中玉米叶片 GS 活性在吐丝后 20 d 达到高峰, 高氮处理叶片 GS 活性显著高于缺氮处理。赵俊晔等^[11]认为: 小麦开花 7 d 后, 籽粒 GS 活性一直呈下降趋势; 灌浆过程中, 强势粒和弱势粒的 GS 活性存在差异, 开花后 14 d 和 21 d, 强势粒的 GS 活性显著大于弱势粒, 开花后 28 d 和 35 d, 则无显著差异; 随施氮量增加, 灌浆过程中强势粒和弱势粒的 GS 活性提高。本试验结果表明, 与正常供氮相比, 低氮胁迫条件下, 不同氮效率基因型的 NR 活性及 GS 活性均明显降低。在正常供氮下, 不同氮效率基因型的 NR 活性在第 5 片真叶展开后第 8~24 天呈逐渐上升趋势, 第 24~40 天呈下降趋势。这可能是由于在正常供氮条件下, 植株体内的 NO₃⁻ 决定 NR 活性, 此时硝态氮含量增加, NR 活性会升高。随硝态氮浓度升高, 当硝态氮达饱和状态时, NR 活性表现出体内的最大值。在结果初期第一次追肥之前, 氮素营养逐渐消耗, NR 活性则开始降低。在低氮胁迫条件下不同氮效率基因型的 NR 活性在第 5 片真叶展开后第 8~24 天呈逐渐上升趋势。其原因可能是虽然土壤处于低氮胁迫状态, 但是原始土壤中的少量氮素(全氮 398.89 mg/kg)对 NR 活性也有一定的促进作用, 因而 NR 活性呈上升趋势, 但上升幅度较小。

迄今为止, 有关氮素营养对作物不同氮效率基因型(品种)氮代谢相关酶活性的影响报道尚少。本试验结果表明, 在正常供氮和低氮胁迫下, 氮双高效

基因型 07-862 的 GS 及 NR 活性均高于低氮高效基因型 07-860 及氮双低效基因型 07-857。说明氮双高效基因型 07-862 在低氮胁迫及正常供氮条件下均具有较强的氮代谢能力, 并且耐低氮能力较强。因此, 在供氮水平相同条件下, 通过对幼苗期至结果期不同氮效率基因型进行 GS 及 NR 活性测定, 选择具有相对高活性 GS 及 NR 的氮效率基因型是对氮高效基因型的有效早期选择。

在第 5 片真叶展开后第 24 及第 40 天, 氮双高效基因型 07-862 的 GS 及 NR 活性明显高于其他氮效率基因型, 说明此时期更能明显地体现出氮双高效基因型 07-862 对氮素较强吸收及利用能力。因此在开花期及结果初期测定 GS 及 NR 活性能选择氮效率高的基因型。

参考文献:

[1] 张延丽. 设施栽培条件下黄瓜的氮素营养诊断研究 [D]. 陕西: 西北农林大学, 2008.

[2] 王月福, 于振文, 李尚霞, 等. 氮素营养水平对冬小麦氮代谢关键酶活性变化和籽粒蛋白质含量的影响[J]. 作物学报, 2002, 28(6): 743—748.

[3] 赵付江. 茄子氮高效基因型筛选及氮效率差异机理的研究[D]. 保定: 河北农业大学, 2008.

[4] 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.

[5] 梁万福, 幸亨泰. 土壤氮素对小麦生育期硝酸还原酶活性的影响[J]. 西北师范大学学报, 1996, 32(1): 52—56.

[6] 王月福, 于振文, 李尚霞, 等. 氮素营养水平对冬小麦氮代谢关键酶活性变化和籽粒蛋白质含量的影响[J]. 作物学报, 2002, 28(6): 743—748.

[7] 李 琪. 水分—氮素对玉米苗期生长及氮代谢的影响 [D]. 武汉: 华中农业大学, 2007.

[8] 赵宏伟, 马凤鸣, 李文华. 氮肥施用量对春玉米硝酸还原酶活性及产质量的影响[J]. 东北农业大学学报, 2004, 35(3): 276—281.

[9] 王云华, 王志强, 张楚富. 硝态氮对黄瓜子叶谷氨酰胺合成酶和谷氨酸脱氢酶活性的影响[J]. 武汉植物学研究, 2004, 22(6): 534—538.

[10] 张智猛, 戴良香, 胡昌浩. 氮素对不同类型玉米籽粒氨基酸、蛋白质含量及其组分变化的影响[J]. 西北植物学报, 2005, 25(7): 1415—1420.

[11] 赵俊晔, 于振文. 施氮量对小麦强势和弱势籽粒氮素代谢及蛋白质合成的影响[J]. 中国农业科学, 2005, 38(8): 1547—1554.