

范莲雪,郝宁,张天怡,等. 黄瓜耐低氮生理与分子机制[J]. 江苏农业科学,2017,45(5):117-122.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.05.033

黄瓜耐低氮生理与分子机制

范莲雪,郝宁,张天怡,陈焕轩,秦智伟,武涛

(东北农业大学园艺学院,黑龙江哈尔滨 150030)

摘要:为理解和阐述黄瓜耐低氮的生理与分子机制,以前期试验筛选出的耐低氮性强的黄瓜品种 D0328 和耐低氮性弱的黄瓜品种 D0422 为材料,于 2014 年 4—7 月对二者在低氮胁迫(3 mmol/L NO_3^-)和正常氮(14 mmol/L NO_3^-)下生理和分子指标的变化规律及差异进行研究。结果表明,在低氮胁迫下,耐低氮性不同的 2 个黄瓜品种 D0328 和 D0422 在整个生长发育的关键时期(苗期、抽蔓期、盛果期),氮素吸收相关生理指标,如地上和地下部分硝态氮含量,地上和地下部分总氮含量没有显著差异;氮素同化相关生理指标,如硝酸还原酶(NR)、谷氨酰胺合成酶(GS)活性也没有显著差异;同时,与氮素吸收和同化相关基因响应模式一致。然而,在低氮胁迫下的盛果期,D0328 的可溶性蛋白质含量显著低于 D0422,暗示其可能具有较高的氮素再循环效率;同位素示踪结果进一步证明,D0328 具有比 D0422 高的氮素再循环效率。根据上述规律证明,氮素再循环效率是影响黄瓜耐低氮能力的关键因子之一。

关键词:黄瓜;耐低氮;氮素再循环;低氮胁迫;生理变化;分子机制

中图分类号: S642.201 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)05-0117-05

氮素作为一种大量矿物质元素,是核苷酸和蛋白质的主要成分。它不仅是植物细胞中许多重要结构遗传和代谢等复合物的的重要组成部分,也是叶绿素和能量转换复合物(如 ATP 等)的主要组成成分,因此被绝大多数植物在整个生长发育阶段所需要^[1-4]。在大多数的农业种植体系中,氮肥的供应通常影响作物产量,包括黄瓜(*Cucumis sativus* L.)等园艺作物。农民盲目施用过量氮肥也会造成环境恶化、生产成本增加、黄瓜硝酸盐含量超标等现象^[5-7]。为解决这一系列问题,深入研究黄瓜耐低氮的机制是必要且漫长的过程。

随着黄瓜耐低氮机制研究的陆续开展,现已取得了一些成果。徐志远将黄瓜的经济产量、株高、真叶面积、根体积、根干质量、叶绿素含量 6 个指标确定为鉴定黄瓜耐瘠薄指标^[8]。于明磊等以叶绿素 b 含量为黄瓜耐低氮性最佳的评价指标,筛选出耐低氮性最强品种 D0328 和耐低氮性最弱品种 D0422,并进行了相关特性的分子标记^[9]。徐静静等从生理角度发现耐低氮能力强和耐低氮能力弱的黄瓜叶片总氮含量、硝酸还原酶活性、叶绿素含量、叶片干质量、叶面积等指标

在生育期内响应低氮胁迫的模式均没有显著差异,之后也对根系相关指标的变化进行了分析^[10-11]。冯卓对耐低氮能力弱的黄瓜品种在低氮胁迫下幼苗叶片在转录水平及蛋白质水平进行了差异比较^[12]。何红梅等对低氮胁迫下黄瓜钙依赖蛋白激酶基因 *CsCDPK* 进行了克隆、表达分析及遗传转化^[13]。冯卓等对谷氨酰胺合成酶基因 *GS1* 和黄瓜硝酸盐转运蛋白基因 *CsNRT1.5* 等进行了克隆与表达分析^[14-15]。然而,从不同发育时期结合氮素吸收、同化和再循环相关生理及分子指标了解影响黄瓜耐低氮能力重要因子的报道尚未出现。

植物的氮素代谢过程主要包括氮素吸收、同化、再循环 3 个阶段。植物吸收系统对硝酸盐吸收具有不同的亲和性:高亲和系统和低亲和系统。每个高亲和性与低亲和性的硝酸盐转运系统都由组成型和硝酸盐诱导型组成^[16]。根部吸收获得的硝酸盐一小部分直接在根部被同化吸收,很大一部分被运输到茎部,首先在硝酸还原酶(NR)的作用下在细胞质中被还原成亚硝酸盐,然后在质体中被亚硝酸还原酶还原成铵盐,再在谷氨酰胺合成酶(GS)的作用下催化氨的同化,使其转变成谷氨酰胺(Gln)和谷氨酸(Glu)^[17]。在植物的营养生长阶段,叶片是氮的存储器,在后期衰老过程中,这些氮多数以氨基酸的形式被再循环利用,而叶绿体是一个重要的氮再动员库,因为它包含了大约 80% 的叶片总氮并以蛋白质的形式存在其中^[18-19]。植物中氮素含量、硝态氮含量以及可溶性蛋白质含量直接反映作物体内氮素积累与代谢情况,是研究作物氮素营养、氮素同化利用与再利用状况的重要指标^[20]。NR 和 GS 活性决定氮素的代谢速度,也能反映植物体内氮素状况^[21]。另一方面,低氮在遗传学角度的相关研究也已经被报道,如水稻等耐低氮能力的 QTL 定位分析等^[22]。尽管这些指标在许多作物中已被研究报道,并且存在较大差异,但在黄瓜上进行全面研究的报道比较少,因此为深入研究黄瓜耐低氮机制提供了理论支持。

本研究以耐低氮性强的 D0328 和耐低氮性弱的 D0422

收稿日期:2016-01-09

基金项目:国家自然科学基金青年科学基金(编号:31101545);黑龙江省高校新世纪优秀人才培养计划(编号:1452G03);黑龙江省普通本科高等学校青年创新人才培养计划(编号:UNPYSCT-2015001);东北农业大学“青年才俊”项目(编号:14QC07);东北农业大学研究生科技创新项目(编号:yjsex14077);东北农业大学 2016 年大学生 SIPT 计划校级一般项目(编号:201610224233);2015 年 SIPT 入围省级以上项目立项。

作者简介:范莲雪(1989—),女,吉林松原人,硕士研究生,主要从事黄瓜分子遗传育种、蔬菜作物营养及抗逆分子生物学研究。E-mail:18745767220@163.com。

通信作者:武涛,博士,副教授,主要从事黄瓜分子遗传育种、蔬菜作物营养及抗逆分子生物学研究。Tel:(0451)55190214;E-mail:wutao@neau.edu.cn。

这 2 个黄瓜品种为材料,对二者在低氮胁迫下 3 个关键发育时期(苗期、抽蔓期、盛果期)的氮素吸收、代谢、再循环相关生理和分子生物学指标进行比较分析,以此确定影响黄瓜耐低氮能力的关键因子,为下一步深入探究黄瓜耐低氮机制提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

笔者所在实验室前期筛选出的耐低氮性最强的黄瓜品种 D0328 和耐低氮性最弱的黄瓜品种 D0422 种子,由东北农业大学园艺学院黄瓜课题组提供^[9]。

1.2 方法

1.2.1 播种 将 D0328 和 D0422 种子催芽后,直播于 8 cm×8 cm 的全蛭石营养钵中,待其子叶展平,将幼苗移栽到规格一致、盛等体积蛭石的塑料桶中,于 2014 年 4 月开始,在东北农业大学园艺学院试验站开展以下试验。

1.2.2 低氮处理试验 待上述 2 个黄瓜品种子叶展平时,用低氮(3 mmol/L NO₃⁻)和正常氮(14 mmol/L NO₃⁻)的营养液进行处理,基础营养液配方^[23]为 1.512 mmol/L NaH₂PO₄·2H₂O, 0.257 mmol/L Na₂HPO₄·12H₂O, 1.500 mmol/L MgSO₄·7H₂O, 4.000 mmol/L Ca(NO₃)₂·4H₂O, 6.000 mmol/L KNO₃, 8.600 μmol/L C₁₀H₁₂FeN₂NaO₈·3H₂O, 10.300 μmol/L MnSO₄, 1.000 μmol/L CuSO₄·5H₂O, 30.000 μmol/L H₃BO₃, 24.000 nmol/L Na₆Mo₇O₂₄·4H₂O, 130.000 nmol/L CoCl₂·6H₂O。分别在苗期(37 d)、抽蔓期(50 d)、盛果期(63 d)取材(根和第 3~5 节位叶片),一部分保存于-20℃用于生理指标测定,另一部分用液氮速冻后保存于-80℃,用于总 RNA 的提取。

1.2.3 ¹⁵N 同位素示踪试验 2 个同位素示踪试验分别用于检测营养生长阶段(苗期至抽蔓期)和生殖生长阶段(抽蔓期至盛果期)的氮素再循环效率。用含有¹⁵N 的 14 mmol/L NO₃⁻营养液进行处理,Ca(¹⁵NO₃)₂·4H₂O(丰度为 10%)和 K¹⁵NO₃(丰度为 10%)代替 Ca(¹⁴NO₃)₂·4H₂O 和 K¹⁴NO₃,基础营养液配方如“1.2.2”节所述。

营养生长阶段的同位素试验:子叶展平时,进行¹⁵N 处理,35 d(T1)时取根和全部标记叶片为初始叶片,剩余植株洗根后用¹⁴N 营养液处理,42 d(T2)时取标记叶片为初始叶片、新叶、根和花器官。

生殖生长阶段的同位素试验:子叶展平时,进行¹⁵N 处理,42 d(T3)时取根和全部标记叶片为初始叶片,剩余植株洗根后用¹⁴N 营养液处理,64 d(T4)时取标记叶片为初始叶片、新叶、根和花器官;每个处理 3 次重复。

¹⁵N 的含量计算方法参照 Diaz 等所述^[24]。

1.3 生理指标测定

硝态氮含量采用水杨酸比色法^[25]测定;总氮含量采用凯氏定氮法^[25]测定;NR 活性测定、GS 活性测定、可溶性蛋白质含量的测定采用考马斯亮蓝法^[25-26]。

1.4 总 RNA 提取、cDNA 第一链合成及 qRT-PCR

采用 Trizol 法提取黄瓜叶片总 RNA,并用 SAM 1000 超微量紫外分光光度计检测 RNA 质量。

按照 TOYOBO 公司的 ReverTra Ace qPCR RT Kit 反转录

试剂盒说明书,以总 RNA 为模板进行逆转录反应,合成 cDNA 的第一链。

依照 TOYOBO 公司的 SYBR® Green Realtime PCR Master Mix 说明书,以上述 cDNA 为模板进行 qRT-PCR 分析,基因引物序列见表 1,参照基因为 *EF1α*(*Elongation Factor 1α*)。

表 1 基因引物及内参基因序列

引物名称	引物序列(5'→3')
<i>CsNRT1.1</i> -qS	TGACTGCCTTCTTCAACTGG
<i>CsNRT1.1</i> -qA	AGCTACAATGGCACAAGCAC
<i>CsNRT2.1</i> -qS	ACCGATAACGTCATTGCTGA
<i>CsNRT2.1</i> -qA	TACCTTCCAAACGGTCTAGC
<i>CsCIPK23</i> -qS	TGACTTGTGGTCATGTGGTG
<i>CsCIPK23</i> -qA	AACCATGGTGGACAAGTGAA
<i>CsGLN1.1</i> -qS	GCCACAGGGACCGTACTATT
<i>CsGLN1.1</i> -qA	CTTTGTAATGGGCATCAACG
<i>CsNiA</i> -qS	ACAACGAGCTTCGTGAATTG
<i>CsNiA</i> -qA	CCCTTCATCTCTAGGCTCCA
<i>CsEF1α</i> -S	CCTTGGTGTCAAGCAGATGA
<i>CsEF1α</i> -A	TGAAGACACCTCCTTGATGATTT

1.5 数据处理

采用 DPS 9.50 数据处理系统软件进行生物学统计分析。

2 结果与分析

2.1 2 个黄瓜品种在低氮胁迫下氮素吸收能力的比较

植物在低氮胁迫下,可吸收的氮素减少,其体内的硝态氮含量及总氮含量会相应降低。图 1 表明,在整个发育时期,D0328 和 D0422 在低氮胁迫下,地上、地下部分硝态氮含量以及地上、地下部分总氮含量都低于正常氮处理,且 2 个品种在低氮胁迫下的变化幅度一致,说明 2 个黄瓜品种具有相似的氮素吸收能力,也暗示氮素吸收能力并不是引起 2 个品种耐低氮能力差异的主要原因。

2.2 2 个黄瓜品种在低氮胁迫下氮素同化能力的比较

NR 和 GS 都参与氮同化过程,在植物氮素代谢过程中起着重要作用,并且对外界氮素浓度的反应比较敏感。从图 2 可以看出,2 个耐低氮能力不同的黄瓜品种在低氮胁迫下,地上、地下部分 NR 活性基本呈现显著降低的趋势。在 37、50、63 d 时 NR 活性和 GS 活性在 2 个品种间的变化并没有明显的规律,这一点说明氮素代谢能力并不是黄瓜具有较强耐低氮性的主要原因。

2.3 2 个黄瓜品种在低氮胁迫下氮素吸收同化相关基因的表达分析

利用 qRT-PCR 对黄瓜生殖生长阶段叶片中氮素吸收和代谢相关基因的表达模式进行分析(图 3)发现,2 个黄瓜品种在低氮胁迫下,*CsNRT1.1*、*CsCIPK23*、*CsGLN1.1*、*CsNiA* 的相对表达量与正常氮条件下相比没有显著性差异;尽管 *CsNRT2.1* 的表达量在低氮胁迫下显著增加,但 2 个品种间的表达模式一致。这一结果证明生殖生长时期氮素吸收和代谢能力并不是影响黄瓜耐低氮性的主要因素。

2.4 2 个黄瓜品种在低氮胁迫下氮素再循环效率比较

可溶性蛋白质是氮素再循环的一个重要来源和指标。图 4 结果显示,D0328 叶片中可溶性蛋白质含量在苗期、抽蔓期

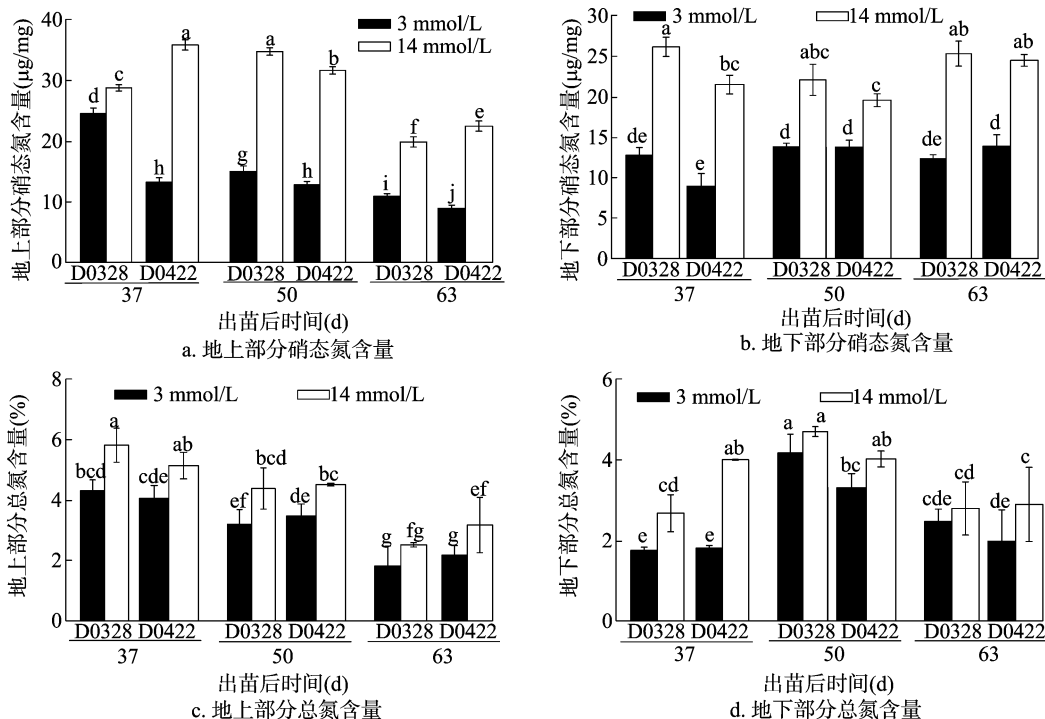


图1 2个黄瓜品种在低氮胁迫下氮素吸收能力的比较

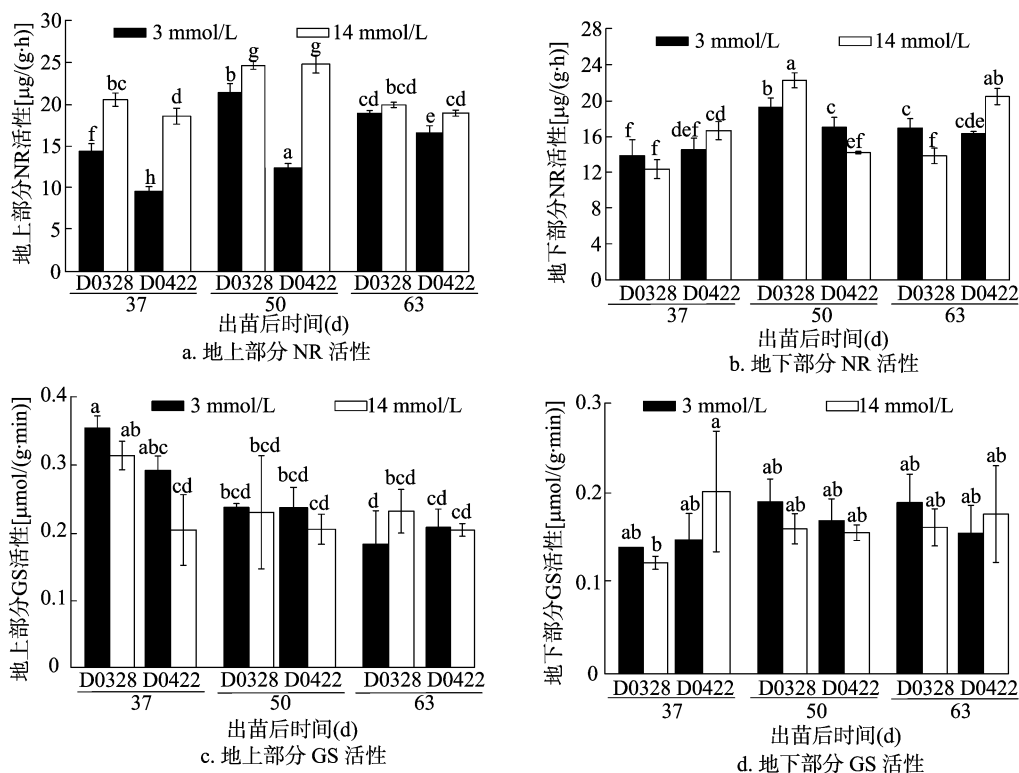


图2 2个黄瓜品种在低氮胁迫下氮素同化能力的比较

和盛果期均显著低于正常氮条件下,而 D0422 地上部分可溶性蛋白质含量在苗期和抽蔓期并没有显著改变,却在盛果期明显减少(图 4-a);而且在盛果期 D0328 低氮胁迫下叶片中的可溶性蛋白质含量减少 75%,D0422 减少 57%(图 4-a);而 2 个品种根部的可溶性蛋白质含量在 3 个时期并没有明显减少(图 4-b)。蛋白质降解是氮素再循环的必要过程之一,

这些结果表明在生殖生长阶段即盛果期,D0328 比 D0422 具有更高的氮素再循环效率。

2.5 2 个黄瓜品种生殖生长时期的氮素再循环能力比较

^{15}N 同位素示踪试验进一步证明,在营养生长阶段(T1—T2),2 个品种初始叶片中 ^{15}N 的分配比例相似,说明具有相似的氮素再循环效率(图 5-a);在生殖生长阶段(T3—T4),

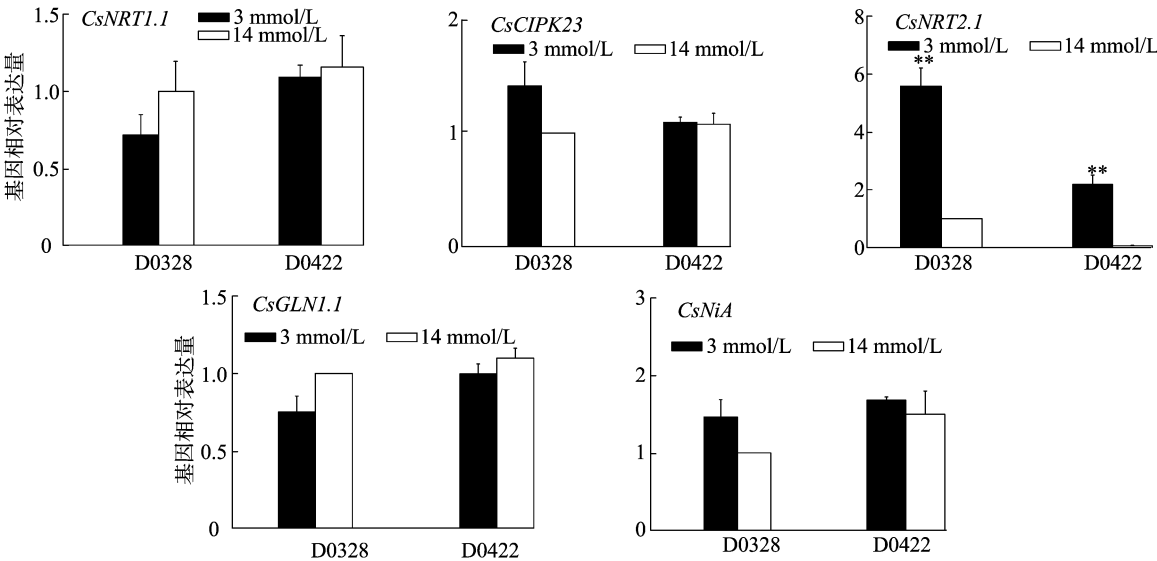


图3 2个黄瓜品种在低氮胁迫下氮素吸收和同化相关基因的表达分析

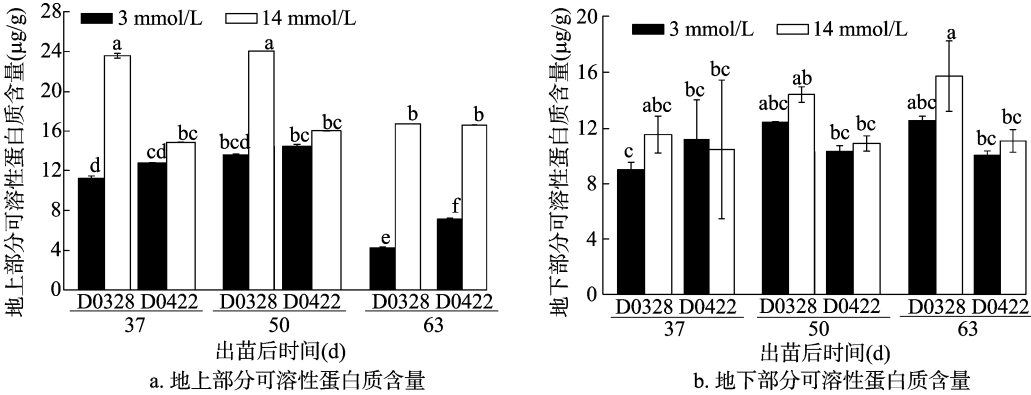


图4 2个黄瓜品种在低氮胁迫下氮素再循环效率的比较

D0328 老叶的氮素再循环效率 (^{15}N 含量减少 76.55%) 高于 D0422 (^{15}N 含量减少 62.21%) (图 5 - a); 在整个生长发育过程中, D0328 的氮素再循环效率都高于 D0422 (图 5 - b); 2 个

品种在新叶及花器官中的 ^{15}N 含量没有差异; 这些结果表明生殖生长期较高的氮素再循环效率是影响黄瓜耐低氮能力的重要因子。

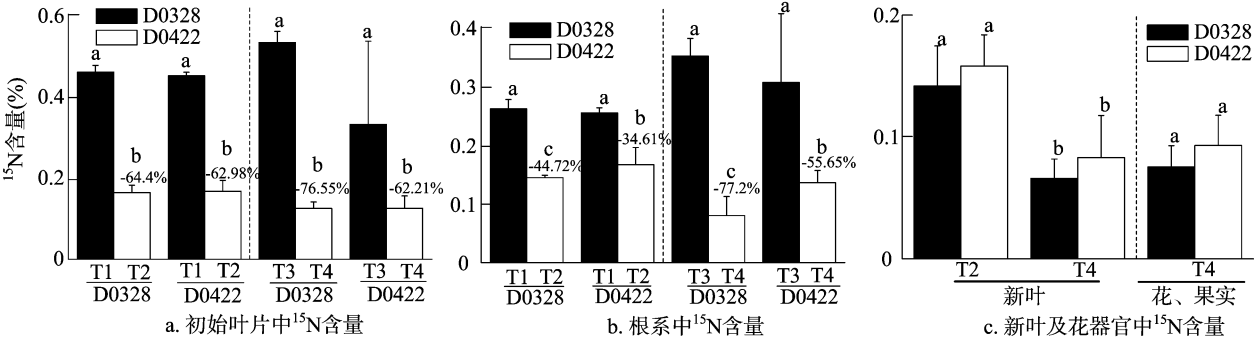


图5 2个黄瓜品种生殖生长阶段氮素再循环能力的比较

3 结论与讨论

植物在遭受低氮胁迫时, 体内会发生一系列的生理生化适应性反应^[27]。许多研究表明, 在低氮条件下, 作为氮素同化的关键酶 NR 和 GS 活性降低, 蛋白质含量也随之下

降^[28-29]。然而, 对于不同作物及不同部位对低氮的响应也存在差异, 例如, Kant 等在研究盐芥比拟南芥耐低氮胁迫的机制时发现, 与充足的氮处理相比, 低氮胁迫下盐芥根和茎中的 NR 活性变化不大, 拟南芥的 NR 活性在根和茎中分别下降 3.4 倍和 3.7 倍; 盐芥和拟南芥的 GS 活性不受低氮胁迫影

响,变化不大;拟南芥的可溶性蛋白质含量都下降,但是盐芥的下降比例少^[30]。以上研究结果与本试验结果产生的差别可能是由于作物种类及研究部位的不同引起的。

植物对低氮胁迫做出生理生化反映的同时,在基因转录水平上也会出现相对应的表达响应。目前已经分离鉴定到一些低氮响应基因,比如与氮吸收有关的双亲和性硝酸盐转运蛋白基因 *NRT1.1*^[31],高亲和性硝酸盐转运蛋白基因 *NRT2.1*^[32]。硝酸盐诱导激酶 CIPK8 和 CIPK23 既是 *NRT1.1* 低亲和阶段的正调节蛋白也是高亲和阶段的负调节蛋白^[33-34];还有硝酸还原酶基因 *NirA*^[35]、编码 GS 的基因 *GLN1.1*^[36] 等。本试验对上述基因进行 qRT-PCR 分析发现,D0328 和 D0422 在低氮胁迫下,多数基因的相对表达量并没有显著差异,只有 *CsNRT2.1* 在低氮胁迫下出现差异表达,且 2 个黄瓜品种对于低氮响应模式相似。

同位素示踪技术在研究植物氮素吸收、转运和积累中被广泛应用^[35-37]。本试验通过对 2 个耐低氮能力不同的黄瓜品种中营养生长阶段和生殖生长阶段的氮素再循环效率进行比较发现,D0328 在生殖生长阶段的氮素再循环效率高于 D0422,在营养生长阶段并无区别。

本研究从黄瓜生长发育的 3 个关键时期,对 2 个耐低氮性不同黄瓜品种的氮素吸收、代谢和再循环效率进行分析。结果显示,耐低氮性强的 D0328 的氮素再循环效率高于耐低氮性弱的 D0422,而氮素吸收和代谢能力相似;同时,2 个品种的氮素吸收、代谢相关基因的表达模式基本一致,初步推断黄瓜氮素再循环效率可能是影响其耐低氮性的主要因素。接下来的同位素示踪试验发现,在生殖生长阶段 2 个黄瓜老叶片中的¹⁵N 分配出现了不同,说明耐低氮性强的 D0328 在生殖生长阶段的氮素再循环效率高于耐低氮性弱的 D0422。从于明磊等对黄瓜耐低氮性进行的种质资源筛选中,发现从形态学角度耐低氮性强的黄瓜品种衰老延迟^[9]。冯卓等对黄瓜幼苗低氮胁迫下进行转录组分析时,鉴定出一批响应低氮胁迫的基因,其中部分低氮响应基因与氮素再循环相关^[14]。上述数据初步阐明,生殖生长阶段的氮素再循环效率是影响黄瓜耐低氮性的主要因子之一。这一结论为接下来深入开展黄瓜耐低氮生理与分子机制的研究提供了重要的理论基础。

参考文献:

- [1] Frink C R, Waggoner P E, Ausubel J H. Nitrogen fertilizer; retrospect and prospect[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 1999, 96(4): 1175-1180.
- [2] Crawford N M, Forde B G. Molecular and developmental biology of inorganic nitrogen nutrition[J]. The Arabidopsis Book, 2002, 1(1): e0011.
- [3] Garnett T P, Conn V, Kaiser B N. Root based approaches to improving nitrogen use efficiency in plants[J]. Plant Cell and Environment, 2009, 32(9): 1272-1283.
- [4] 郝南青. 大豆氮素利用效率相关基因的克隆及功能验证[D]. 北京:中国农业科学院, 2013.
- [5] Robertson G P, Vitousek P M. Nitrogen in agriculture; balancing the cost of an essential resource[J]. Environment and Resources, 2009, 34: 97-125.
- [6] Peoples M B, Freney J R, Mosier A R. Minimizing gaseous losses of

- nitrogen[J]. Nitrogen Fertilization in the Environment, 1995: 565-602.
- [7] 蒋永忠, 吴金桂, 娄德仁, 等. 氮素化肥对农业生态环境的污染及其控制措施[J]. 江苏农业科学, 1998(6): 48-50.
- [8] 徐志远. 黄瓜种质资源耐氮瘠薄性的评价[D]. 哈尔滨:东北农业大学, 2006.
- [9] 于明磊, 秦智伟, 徐静静, 等. 黄瓜耐低氮基因型的筛选及遗传分析[J]. 中国蔬菜, 2011(12): 46-51.
- [10] 徐静静. 黄瓜耐低氮性特征特性研究[D]. 哈尔滨:东北农业大学, 2011.
- [11] 徐静静, 秦智伟, 于明磊, 等. 低氮胁迫下黄瓜根系相关指标的变化[J]. 中国蔬菜, 2011(14): 47-51.
- [12] 冯卓. 低氮胁迫下黄瓜幼苗差异表达基因鉴定与蛋白质组学分析[D]. 哈尔滨:东北农业大学, 2012.
- [13] 何红梅. 黄瓜 *CDPK* 基因的克隆及遗传转化[D]. 哈尔滨:东北农业大学, 2013.
- [14] 冯卓, 秦智伟, 武涛, 等. 黄瓜细胞质型谷氨酰胺合成酶基因(*GSI*)的克隆及其在低氮条件下的表达[J]. 中国农业科学, 2012, 45(15): 3100-3107.
- [15] 冯卓, 秦智伟, 武涛, 等. 黄瓜硝酸盐转运蛋白基因 *CsNRT1.5* 的克隆及表达分析[J]. 东北农业大学学报, 2013, 44(7): 80-84.
- [16] Miller A J, Fan X, Orsel M, et al. Nitrate transport and signalling[J]. Journal of Experimental Botany, 2007, 58(9): 2297-2306.
- [17] Lam H M, Coschigano K T, Oliveira I C, et al. The molecular - genetics of nitrogen assimilation into amino acids in higher plants[J]. Annu Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 1996, 47(1): 569-593.
- [18] Okumoto S, Pilot G. Amino acid export in plants: a missing link in nitrogen cycling[J]. Molecular Plant, 2011, 4(3): 453-463.
- [19] Adam Z, Adamska I, Nakabayashi K, et al. Chloroplast and mitochondrial proteases in *Arabidopsis* a proposed nomenclature[J]. Plant Physiology, 2001, 125(4): 1912-1918.
- [20] 郑殿峰, 宋春艳. 植物生长调节剂对大豆氮代谢相关生理指标以及产量和品质的影响[J]. 大豆科学, 2011, 30(1): 109-112.
- [21] 陈煜, 朱保葛, 张敬, 等. 不同氮源对大豆硝酸还原酶和谷氨酰胺合成酶活性及蛋白质含量的影响[J]. 大豆科学, 2004, 23(2): 143-146.
- [22] 郑修文, 张文会, 赵志超, 等. 水稻 DH 群体苗期耐低氮能力 QTL 定位分析[J]. 江苏农业科学, 2010(3): 42-43.
- [23] Fujiwara T, Hirai M Y, Chino M, et al. Effects of sulfur nutrition on expression of the soybean seed storage protein genes in transgenic petunia[J]. Plant Physiology, 1992, 99(1): 263-268.
- [24] Diaz C, Lemaître T, Christ A, et al. Nitrogen recycling and remobilization are differentially controlled by leaf senescence and development stage in *Arabidopsis* under low nitrogen nutrition[J]. Plant Physiol, 2008, 147(3): 1437-1449.
- [25] 张志良, 瞿伟菁, 李小方. 植物生理学实验指导[M]. 4 版. 北京:高等教育出版社, 2009.
- [26] 赵世杰. 植物生理学实验指导[M]. 北京:中国农业科学技术出版社, 2002.
- [27] 王业建. 大豆对低氮胁迫的形态和生理学响应及介导低氮胁迫 miRNA 的鉴定[D]. 长沙:中南大学, 2013.
- [28] 王月福, 姜东, 于振文, 等. 氮素水平对小麦籽粒产量和蛋白质含量的影响及其生理基础[J]. 中国农业科学, 2003, 36(5):

薛书浩,王忠红,关志华,等. 林牧有机废弃物配方基质在黄瓜穴盘育苗中的应用效果[J]. 江苏农业科学,2017,45(5):122-125.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.05.034

林牧有机废弃物配方基质在黄瓜穴盘育苗中的应用效果

薛书浩¹, 王忠红², 关志华², 陈双臣^{2,3}

(1. 西藏职业技术学院, 西藏拉萨 850030; 2. 西藏农牧学院, 西藏林芝 860000; 3. 河南科技大学林学院, 河南洛阳 471003)

摘要:以草炭(T₁)、混合基质(T₂, 珍珠岩、草炭、蛭石混配)、基质块(T₃)、营养土(T₄, 照田园土: 发酵农家肥为 6:4 配)为对照, 以林下调落物与猪羊粪混配发酵成有机基质(T₅)及以此为基础与锯末、化肥混配形成的 2 种基质(T₆, 落叶基质: 锯末为 1:1, 按 0.5 kg/m³ 添加尿素: 磷酸二铵=1:1 的混合肥料)、(T₇, 落叶基质: 锯末为 2:1, 按 0.5 kg/m³ 添加尿素: 磷酸二铵=1:1 混合肥料)为材料, 对黄瓜绿亨 CU10 种子采用干籽直播法进行黄瓜穴盘育苗, 研究不同基质对黄瓜育苗的应用效果。结果表明, 基质 T₁、T₂、T₃、T₅、T₆、T₇ 黄瓜幼苗的出苗时间和出苗率均极显著($P < 0.01$) 优于 T₄, 但相互间差异不显著; T₅、T₆、T₇ 黄瓜的子叶面积大于或接近 T₁、T₂、T₃, 而大于 T₄; T₅、T₆、T₇ 黄瓜的叶绿素含量前期相对较高, 后期与 T₁ 接近; T₅、T₆、T₇ 黄瓜的真叶数均多于 T₁、T₂、T₃、T₄, T₅、T₆、T₇ 第 1 张真叶的叶绿素含量与 T₁、T₂、T₃ 接近, 第 2 张真叶高于 T₁、T₂、T₃; T₅、T₆、T₇ 黄瓜的地上与地下部干物质质量均远高于 T₂、T₄, 其中 T₆ 和 T₇ 的地上部干物质质量高于 T₁、T₅ 高于 T₃, T₁、T₃、T₅、T₆、T₇ 地下部干物质质量相互间无差异($P > 0.05$); T₇ 黄瓜的壮苗指数相对最大, T₅、T₆ 优于 T₁、T₂、T₃、T₄。可见, T₅、T₆、T₇ 这 3 种自制基质的育苗效果优于草炭等市售基质, 能确保黄瓜干籽直播时尽快形成壮苗, 且生产成本不到草炭的 1/3, 是用于工厂化种苗培育的优良基质。

关键词: 林牧有机废弃物; 基质配方; 黄瓜; 干籽育苗; 穴盘; 效果

中图分类号: S642.204 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)05-0122-04

壮苗是蔬菜优质高产的基础, 而优质基质在理化性质等方面优于土壤, 被广泛应用于蔬菜壮苗培育。草炭被公认为优质基质, 但其资源的不可再生性和分布的地域性限制其被更广泛使用^[1], 而利用各地废弃物资源替代草炭已成为蔬菜育苗基质的研究热点, 近几年相继研发出多种可规模化育苗

使用的优质基质^[2-7], 有效推动了蔬菜种苗业的发展, 使我国蔬菜产业得以健康发展。

废弃物开发作为一种可利用的特殊商品, 一方面研发技术相对简单, 很容易本地化生产, 另一方面受运输成本影响, 市售价格会相对较高, 使蔬菜生产成本增加。因此, 利用本地资源开发优质基质是必然趋势, 既能降低生产成本, 又能使当地一些废弃物得以资源化再利用, 有利于生态环境的保护。林芝市是西藏自治区主要的蔬菜生产基地, 受运输成本影响, 当地实体店草炭售价 7~9 元/kg, 其他基质 6~8 元/kg, 而网店购买扣除运费, 仅比当地实体店便宜 1 元/kg 左右。由于市售基质价格相对偏高, 本地蔬菜生产很少采用基质育苗, 而

收稿日期: 2015-11-30

基金项目: 西藏自治区重点科技项目(编号: 20137-3)。

作者简介: 薛书浩(1983—), 男, 河南南阳人, 硕士, 副教授, 从事园艺植物栽培生理生态研究。E-mail: xueshuhao@163.com。

通信作者: 王忠红, 硕士, 副教授, 从事园艺植物种质资源创新利用与无土栽培研究。E-mail: wzhong2008bj@126.com。

513-520.

[29] 陈晓飞, 宁书菊, 魏道智, 等. 氮素营养水平对水稻幼苗氮代谢的影响[J]. 中国生态农业学报, 2008, 16(3): 571-575.

[30] Kant S, Bi Y M, Weretilnyk E, et al. The *Arabidopsis* halophytic relative *Thellungiella halophila* tolerates nitrogen-limiting conditions by maintaining growth, nitrogen uptake, and assimilation[J]. Plant Physiology, 2008, 147(3): 1168-1180.

[31] Wang R C, Xing X J, Wang Y, et al. A genetic screen for nitrate regulatory mutants captures the nitrate transporter gene *NRT1.1*[J]. Plant Physiology, 2009, 151(1): 472-478.

[32] Filleur S, Dorbe M F, Cerezo M, et al. An *Arabidopsis* T-DNA mutant affected in *Nrt2* genes is impaired in nitrate uptake[J]. Febs Letters, 2001, 489(2): 220-224.

[33] Ho C H, Lin S H, Hu H C, et al. CHL1 functions as a nitrate sensor

in plants[J]. Plant Cell, 2009, 138(6): 1184-1194.

[34] Hu H C, Wang Y Y, Tsay Y F. AtCIPK8, a CBL-interacting protein kinase, regulates the low-affinity phase of the primary nitrate response[J]. Plant Journal, 2009, 57(2): 264-278.

[35] Fan S C, Lin C S, Hsu P K, et al. The *Arabidopsis* nitrate transporter *NRT1.7*, expressed in phloem, is responsible for source-to-sink remobilization of nitrate[J]. Plant Cell, 2009, 21(9): 2750-2761.

[36] Ishiyama K, Inoue E, Watanabe-Takahashi A, et al. Kinetic properties and ammonium-dependent regulation of cytosolic isoenzymes of glutamine synthetase in *Arabidopsis*[J]. Journal of Biological Chemistry, 2004, 24(16): 16598-16605.

[37] Lin S H, Kuo H F, Canivenc G, et al. Mutation of the *Arabidopsis* *NRT1.5* nitrate transporter causes defective root-to-shoot nitrate transport[J]. Plant Cell, 2008, 20(9): 2514-2528.