

# 外源氮素对绿豆萌芽期氮素代谢与品质的影响

齐义杰<sup>1</sup>, 刘禹伯<sup>1</sup>, 刘莉莉<sup>2</sup>, 薛艳杰<sup>2</sup>, 叶景学<sup>1</sup>

(1. 吉林农业大学 园艺学院, 吉林 长春 130118; 2. 敦化市农业技术推广中心, 吉林 敦化 133700)

**摘 要:**以绿豆种子为试材,研究了浓度为 0.05%、0.10%、0.20%、0.50% 的外源氮素(尿素)对绿豆萌发期氮素代谢与品质的影响。结果表明:随外源氮素浓度的逐步升高,产量呈现先增加再降低的趋势,但未达到差异显著水平;可溶性蛋白质、可溶性糖含量呈现先增加后递减趋势;游离氨基酸及硝态氮的含量呈现逐步增大趋势;随着发芽时间的延长,各处理绿豆芽中硝态氮含量均呈降低趋势,但各处理间降低幅度不同;高浓度氮素处理可导致绿豆芽内硝态氮含量严重超标,远高于 432 mg/g 的食品安全标准。

**关键词:**外源氮素;绿豆芽;品质;产量

**中图分类号:**S 522 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2013)21-0036-03

氮是氨基酸、酰胺、蛋白质、核酸、核苷酸、辅酶等的组成元素,叶绿素、某些植物激素、维生素和生物碱等也含有氮。氮在植物生命活动中占有首要的地位,故又称为生命元素<sup>[1]</sup>。另一方面,植物体内的硝酸盐与亚硝酸盐也是含氮化合物,参与植物的氮代谢。硝酸盐与亚硝酸盐对人体有较大危害,是衡量植物食品安全的重要卫生品质指标之一。人类摄入的硝酸盐有 80% 来源于蔬菜,人体通过食物摄入过多的硝态氮会出现听觉、视觉的条件反射缓慢、迟钝等多种毒害症状<sup>[2-3]</sup>。外源氮素对植物体内氮代谢有较为明显的影响<sup>[4]</sup>,适量施用氮肥可以提高蛋白质、氨基酸等营养物质含量,提高作物产量,但过量施用氮肥则可能导致产量降低、硝酸盐与亚硝酸盐等有害物质超标等。绿豆芽是一种重要的芽苗蔬菜,营养丰富,并具有一定的保健功能,科研过程中常以绿豆芽为营养富集及营养代谢的研究载体<sup>[5]</sup>,研究外源氮素对绿豆萌芽期氮素代谢影响的机制有助于提高绿豆产量、改善品质,合理控制绿豆芽的生产过程,以保障人类健康需求。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试材料为长春地区市场销售绿豆种子。

### 1.2 试验方法

1.2.1 种子预处理 除去杂物和发育不良的种子,将挑选好的试验种子用自来水冲洗,再用清水浸种 8~12 h。

1.2.2 试验设计 试验设 0.50%、0.10%、0.20%、0.50%

4 个尿素浓度,以清水为对照,每处理 3 次重复,每重复 40 g。将经相应浓度尿素浸种处理后的种子置于培养皿中,每个培养皿底铺 2 张滤纸,将培养皿放在 25℃ 恒温箱内催芽,6 d 后测定产量及各项品质指标。

### 1.3 项目测定

蛋白质含量采用 Bradford 法测定;可溶性糖含量采用蒽酮法<sup>[6]</sup>测定;游离氨基酸含量采用茚三酮法测定;硝态氮含量采用水杨酸法测定;硝酸还原酶活性的测定采用磺胺比色法<sup>[7]</sup>测定;用电子天平精确称量各处理的绿豆芽重量(湿重)。

### 1.4 数据分析

数据采用 Microsoft Excel 绘制图表,采用 DPS 软件进行数据分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 外源氮素对绿豆芽可溶性糖含量的影响

由表 1 可知,随着尿素浓度增加,可溶性糖含量呈先增多后减少趋势,尿素 0.10% 水平时最高,比对照高出 21.25%,与其它处理间达到差异极显著水平。0.05% 尿素处理与对照处理差异不显著,与 0.20% 尿素处理达到差异显著水平。0.20% 水平的可溶性糖含量与对照相比下降了 8.75%;当浓度达到 0.50% 时,可溶性糖的含量显著降低,由此可见,过高、过低浓度尿素均降低了绿豆芽可溶性糖含量。

表 1 外源氮素对绿豆芽内在品质的影响

尿素浓度 /%	可溶性糖含量 /%	可溶性蛋白质含量 /μg·g <sup>-1</sup>	游离氨基酸含量 /μg·g <sup>-1</sup>
0(CK)	0.320±0.006BCb	186.004±9.108Bc	178.913±27.942Bbc
0.05	0.332±0.015Bb	247.881±15.709Ab	151.167±4.152Bc
0.10	0.388±0.016Aa	271.365±8.969Aa	189.629±15.746Bb
0.20	0.292±0.005Cc	205.015±11.201Bc	229.813±10.705Aa
0.50	0.232±0.010Dd	196.236±4.254Bc	240.750±3.717Aa

**第一作者简介:**齐义杰(1967-),男,辽宁葫芦岛人,硕士,助理研究员,现主要从事作物栽培生理等研究工作。E-mail: qyj101@126.com.

**基金项目:**长春市科技局科技计划资助项目(2011234)。

**收稿日期:**2013-06-24

## 2.2 外源氮素对绿豆芽可溶性蛋白质含量的影响

由表 1 可知,随尿素施用浓度的增加,绿豆芽可溶性蛋白质的含量呈现先增高后降低趋势。在 0.10% 处理时达到峰值,为 271.365  $\mu\text{g/g}$ ,比对照增加了 45.89%,与对照相比差异显著。随着尿素浓度的再增加,可溶性蛋白质含量呈下降趋势,0.20% 处理比 0.10% 处理降低了 66.350  $\mu\text{g/g}$ ,比对照增加了 19.011  $\mu\text{g/g}$ 。0.10% 处理与 0.05% 处理之间差异显著,与对照和 0.20% 处理差异极显著,0.20%、0.50% 浓度处理的可溶性蛋白质含量与对照间无显著差异。

## 2.3 外源氮素对对豆芽游离氨基酸含量的影响

由表 1 还可知,各处理间游离氨基酸的含量变化趋势为随着尿素浓度的增加而增加,0.05% 水平处理的游离氨基酸含量最低,为 151.167  $\mu\text{g/g}$ ;0.50% 水平处理的最高,为 240.750  $\mu\text{g/g}$ ,比对照处理高出 34.56%。0.05%、0.10% 浓度处理与对照处理间均无显著性差异,0.20%、0.50% 浓度处理游离氨基酸含量均极显著高于其它 3 个处理。

## 2.4 外源氮素对绿豆芽硝态氮含量的影响

由图 1 可知,外源氮素可导致绿豆发芽期体内硝态氮含量的增加,呈现出随着浓度增加而增加的趋势。处理 3 d 后,对照处理体内硝酸盐含量较低,仅为 0.1038  $\text{mg/g}$ ;0.05% 浓度处理增加至 0.307  $\text{mg/g}$ ;而 0.10% 浓度处理则增至 0.723  $\text{mg/g}$ ;0.50% 浓度处理硝态氮含量达到 1.301  $\text{mg/g}$ 。

随着发芽时间的延长,各处理绿豆芽中硝态氮含量均呈降低趋势,但各处理间降低幅度不同。清水处理硝态氮含量变化幅度最小,仅降低了 0.02  $\text{mg/g}$ ;而以 0.50% 浓度处理降低幅度最大,达到 0.762  $\text{mg/g}$ ,说明仅在浸种时加入尿素,可通过延缓上市时间减少绿豆芽中硝酸盐含量。

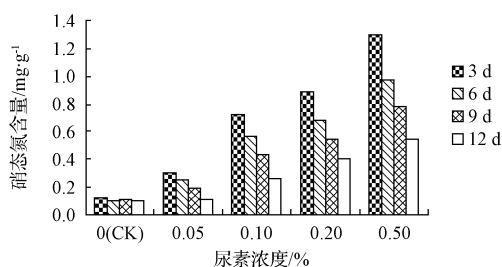


图 1 外源氮素对绿豆芽硝态氮含量的影响

## 2.5 外源氮素对绿豆芽硝酸还原酶活性的影响

由图 2 可知,外源氮素对绿豆萌发过程中硝酸还原酶活性的影响表现为随着处理浓度的增加而增加的趋势,另一方面,随着发芽时间的延长表现为逐渐减弱的趋势。清水处理随着时间延长也表现为减弱的趋势,但变化幅度不明显。

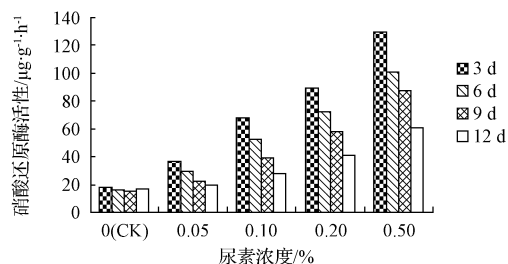


图 2 外源氮素对绿豆芽硝酸还原酶活性的影响

## 2.6 外源氮素对绿豆芽产量的影响

由图 3 可知,在该研究中施用尿素对绿豆芽的增产效果不明显,0.05% 水平处理下绿豆芽产量最高,达到 150.907  $\text{g}$ ,与清水对照相比,增产率为 6.5%。浓度过高抑制绿豆芽的生长,0.20% 水平处理与 0.50% 水平处理均降低产量,0.50% 水平处理比清水对照减产 9.5%,0.20% 水平处理与对照相比减产 4.9%,说明盲目增施尿素对于绿豆芽增产效果不明显。

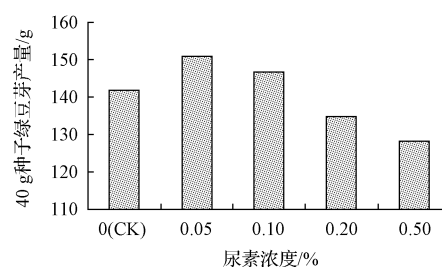


图 3 外源氮素对绿豆芽产量的影响

## 3 讨论与结论

氮肥是蔬菜生产中的主要肥料,施用氮肥可以提高蔬菜的产量已成为人们公认的事实,但是氮肥在蔬菜上的施用量是有限度的,并不是施用越多越好,当超过一定的量时,不但会造成蔬菜产量和品质下降,还会造成环境污染<sup>[8-9]</sup>。氮肥的施用效果还因蔬菜品种、生产环境(光照、温度、湿度等)、施用时期、施肥部位不同而异<sup>[9]</sup>。在该试验设置浓度范围内,低浓度尿素对绿豆芽的产量略有提高,但未达到显著水平,高浓度尿素处理可致产量下降。

蛋白质是细胞组分中含量最为丰富、功能最多的高分子物质之一,在生命活动过程中起着各种生命功能执行者的作用,因而,蛋白质含量是衡量蔬菜品质的一个重要的标准。绿豆在发芽过程中,蛋白质的活动变化非常明显。氮元素是氨基酸与蛋白质的主要成分,氮肥是植物生长发育必需的营养元素。在一定的施氮量范围内,作物产量和蛋白质含量随施氮量增加而提高,这一施氮量范围称为产量和蛋白质含量同步增长区;再继续增施氮肥,产量和蛋白质含量都有所降低,则称为产量和蛋白质含量同步下降区<sup>[10-14]</sup>。该试验中,0~0.05% 浓

度范围内为产量和蛋白质的同步增长区。0.05%~0.10%浓度范围内蛋白质含量增加,尿素浓度由0.10%增至0.20%时蛋白质含量迅速降低。

外源氮素可导致绿豆发芽期体内硝态氮含量的增加,呈现出随着浓度增加而增加的趋势。随着发芽时间的延长,各处理绿豆芽中硝态氮含量均呈降低趋势,但各处理间降低幅度不同。对照处理体内硝酸盐含量较低,且随时间变化幅度较小,高浓度氮素处理可导致绿豆芽内硝态氮含量严重超标,远高于432 mg/g的食品安全标准<sup>[15]</sup>。硝酸还原酶的活性随着体内硝态氮含量的变化而变化,即随着外源氮素浓度的增加活性增强,随着发芽时间延长活性逐渐降低,这可能与硝酸还原酶为诱导酶有关。

该试验结果表明,随着尿素浓度的增加,可溶性蛋白质含量和产量先增加后减少,可见蛋白质含量与产量呈正相关;蛋白质含量与游离氨基酸和硝态氮的含量呈负相关。蛋白质含量增加的浓度范围内游离氨基酸和硝态氮含量减少,蛋白质减少的浓度范围内二者含量增加,可见三者之间联系紧密,在氮素水平上达到平衡。外源氮素可导致绿豆发芽期体内硝态氮含量的增加,呈现出随着浓度增加而增加的趋势。随着发芽时间的延长,各处理绿豆芽中硝态氮含量均呈降低趋势,但各处理间降低幅度不同。高浓度氮素处理可导致绿豆芽内硝态氮含量严重超标,远高于432 mg/g的食品安全标准。硝酸还原酶的活性随着体内硝态氮含量的变化而变化,即随着外源氮素浓度的增加活性增强,随着发芽时间延长活性逐渐降低。综上所述,绿豆芽的生产中施用尿素的意义不大,盲目施用氮肥不但影响产量及品

质,其食用安全性也随之下降,而且造成肥料的浪费。

### 参考文献

- [1] 潘瑞炽. 植物生理学[M]. 北京:高等教育出版社,2008:30.
- [2] 庄舜尧,孙秀廷. 氮肥对蔬菜硝酸盐积累的影响[J]. 土壤学进展, 1995,23(3):29-35.
- [3] 肖时运,刘强,荣湘民,等. 不同施氮水平对莴苣产量、品质及氮肥利用率的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2006,12(6):913-917.
- [4] 叶景学. 有机肥对茄子产量与品质的影响[D]. 长春:吉林农业大学,2002.
- [5] 雁丽,吴峰,宗昆,等. 富硒芽苗菜的培育及几种大众蔬菜硒含量分析[J]. 江苏农业科学,2010(3):204-206.
- [6] 柴晓杰,崔喜艳. 生物化学实验技术[M]. 吉林:吉林大学出版社,2003.
- [7] 张治安,张美善,魏荣海,等. 植物生理学实验指导[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2004.
- [8] 刘杏认,任建强,甄兰. 蔬菜硝酸盐累积及其影响因素的研究[J]. 土壤通报,2003,34(4):356-361.
- [9] 刘继培,赵同科,安志装,等. 蔬菜硝酸盐的累积机制和影响因素及其防治措施[J]. 中国农业学报,2008(3):95-101.
- [10] 陈振德,陈建美,何金明,等. 氮肥对油菜硝酸盐积累的影响[J]. 土壤肥料,2006(1):66-67.
- [11] 王镜岩,朱圣庚,徐长法. 生物化学[M]. 北京:高等教育出版社,2002.
- [12] 诸海焘,吕卫光,余廷园,等. 不同氮肥用量对青花菜品质和产量的影响[J]. 北方园艺,2006(1):6-7.
- [13] 张荣,孙小凤,李松龄,等. 不同施氮量对油麦菜品质的影响[J]. 青海科技,2005(5):39-41.
- [14] 蓝允明,庄文彬. 不同施肥处理对金长三号大葱产量和品质的影响[J]. 福建热作科技,2008,33(1):19-20.
- [15] 沈明珠,翟宝杰,东惠茹,等. 蔬菜硝酸盐累积的研究[J]. 不同蔬菜硝酸盐和亚硝酸盐含量评价[J]. 园艺学报,1982,9(4):41-48.

## Effects of Exogenous Nitrogen on Nitrogen Metabolism and Quality During the Germination of Mung Bean Seeds

QI Yi-jie<sup>1</sup>, LIU Yu-bo<sup>1</sup>, LIU Li-li<sup>2</sup>, XUE Yan-jie<sup>2</sup>, YE Jing-xue<sup>1</sup>

(1. College of Horticulture, Jilin Agricultural University, Changchun, Jilin 130118; 2. Dunhua Agricultural Technique Popularizing Center, Dunhua, Jilin 133700)

**Abstract:** Taking mung beans seeds as materials, the effects of different exogenous nitrogen (urea) 0.05%, 0.10%, 0.20%, 0.50% on nitrogen metabolism and quality during the germination of mung bean seeds were studied. The results showed that with the urea concentration increasing, yield showed the tendency of increase first and then decrease, but did not show significant difference; the contents of protein and soluble sugar tended to increase first and then decrease. The content of free amino acid and nitrate nitrogen showed increasing content. The content of nitrite in mung bean sprouts were decreased with germinating time running, but their ranges were different. The nitrate nitrogen concentration of mung bean sprout were seriously exceeded food safety standard (432 mg/g) in the treatments of high urea application.

**Key words:** urea; mung bean sprout; quality; yield