

# 不同氮素形态对比对网纹甜瓜干物质分配和氮代谢的影响

许如意<sup>1</sup>, 别之龙<sup>1</sup>, 黄丹枫<sup>2</sup>

(1. 园艺植物生物学教育部重点实验室, 国家蔬菜改良中心华中分中心, 华中农业大学园艺林学学院, 武汉 430070; 2. 上海交通大学农业与生物学院, 上海 201101)

**摘要:** 该文研究了4种氮素形态配比( $\text{NO}_3^- \text{-N}$  :  $\text{NH}_4^+ \text{-N}$  分别为100 : 0, 75 : 25, 50 : 50和25 : 75)对基质栽培网纹甜瓜(品种为“春丽”和“蜜玲珑”)干物质积累和氮代谢的影响。结果表明, 不同氮素形态配比影响了植株各器官干重占全株干重的百分比。随氮素形态中氨态氮比例的增加, 叶片中硝酸还原酶、硝酸盐含量和可溶性蛋白质含量逐渐降低, 而游离氨基酸含量则在 $\text{NO}_3^- \text{-N}$  :  $\text{NH}_4^+ \text{-N}$  为50 : 50的处理中最高。

**关键词:** 氮素形态; 基质栽培; 网纹甜瓜; 氮代谢

**中图分类号:** S652.4; S143.1

**文献标识码:**

**文章编号:** 1002-6819(2005)S-0147-04

许如意, 别之龙, 黄丹枫. 不同氮素形态对比对网纹甜瓜干物质分配和氮代谢的影响[J]. 农业工程学报, 2005, 21(S): 147-150

Xu Ruyi, Bie Zhilong, Huang Danfeng. Effects of different nitrogen forms on the dry matter accumulation and leaf nitrogen metabolism of muskmelon[J]. Transactions of the CSAE, 2005, 21(Supp): 147-150 (in Chinese with English abstract)

## 0 引言

近年来我国氮肥的施用量一直居于世界首位, 然而氮肥的利用率却很低<sup>[1]</sup>, 这已经成为一个不争的事实, 过量施用氮肥还易导致产品中硝酸盐的富集从而影响消费者健康, 如何科学合理施用氮肥是蔬菜无公害生产必须要解决的重要问题。混合态氮素营养<sup>[2-6]</sup>是近年来国内外学者提出的一个既有利于提高土壤氮素化肥利用率又有利于减少土壤硝酸盐流失及污染的一种新技术, 已经在蔬菜生产中得以成功应用。

我国厚皮甜瓜的设施栽培近年来发展迅速, 但调查发现厚皮甜瓜的品质下降比较显著, 与栽培时氮肥的施用不当有很大关联, 本试验旨在探明不同氮素形态对比对网纹甜瓜干物质分配和氮代谢的影响, 为合理施用氮肥提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

两个网纹甜瓜品种: 春丽和蜜玲珑, 由上海农科院园艺所提供。

### 1.2 试验方法

试验于2005年3~6月在华中农业大学蔬菜分中心玻璃温室进行。2005年3月8日催芽, 3月10日播种育苗, 播后24天定植, 采用基质槽式栽培, 所采用的基质

配方为泥炭:蛭石:珍珠岩=1:1:1, 营养液配方以静冈甜瓜配方为基准, 氮素形态对比设四个处理: 1) N1:  $\text{NO}_3^- \text{-N}$  :  $\text{NH}_4^+ \text{-N}$  = 100 : 0; 2) N2:  $\text{NO}_3^- \text{-N}$  :  $\text{NH}_4^+ \text{-N}$  = 75 : 25; 3) N3:  $\text{NO}_3^- \text{-N}$  :  $\text{NH}_4^+ \text{-N}$  = 50 : 50; 4) N4:  $\text{NO}_3^- \text{-N}$  :  $\text{NH}_4^+ \text{-N}$  = 25 : 75; 营养液采用滴箭方式供应。每处理设3次重复, 每个重复有5个栽培槽, 每栽培槽定植3株。植株生长采用吊蔓处理, 将10节以下的侧蔓全部去掉, 选取11~15节位的雌花进行人工授粉并进行挂牌标记, 待果实长至鸡蛋大小时进行定果, 每株留一个果实, 植株在22节时统一摘心。

在甜瓜生长过程中, 分别于播后营养生长期(I)、果实发育中期(II, 授粉后25d)、果实成熟期(III, 授粉后52d)取样, 测定硝酸还原酶、硝酸盐、可溶性蛋白质和游离氨基酸含量。硝酸还原酶采用离体-磺胺-萘胺比色法<sup>[7]</sup>; 硝酸盐采用水杨酸比色法<sup>[7]</sup>; 可溶性蛋白质采用考马斯亮蓝-G250染色法测定<sup>[7]</sup>, 游离氨基酸采用茚三酮显色法<sup>[7]</sup>。方差分析采用SAS软件的ANOVA过程处理, 显著性检验采用邓肯法。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同氮素形态对比对网纹甜瓜干物质分配的影响

不同氮素形态对比对网纹甜瓜干物质分配的影响见表1。网纹甜瓜植株在营养生长期、果实发育中期和果实成熟期时植株体内的干物质分配具有很大差异(表1), 两个网纹甜瓜品种均表现出同样的变化趋势, 植株处于营养生长期时, 叶片的干物质积累量占全株干重的70%以上, 表明植株处于营养生长旺盛期, 叶片的生长占据主导地位; 而在果实发育中期时, 叶片的干物质积累量下降至全株的40%左右, 根和茎中的干物质积累亦较营养生长期降低, 甜瓜果实的干物质含量占全株的40%左右, 表明果实发育中期时植株处于从营养生长向

收稿日期: 2005-09-30

基金项目: 国家863项目; 湖北科技攻关项目(2005AA201C38)资助

作者简介: 许如意(1980-), 女, 研究生, 研究方向为蔬菜营养生理与无土栽培。武汉华中农大园林学院, 430070。Email: xuruyi@uehmail.hzau.edu.cn

通讯作者: 别之龙(1970-), 男, 教授, 博士, 博士生导师, 研究方向为蔬菜生长发育与调控。武汉华中农大园林学院, 430070。Email: biezl@mail.hzau.edu.cn

生殖生长(果实生长)过渡的阶段;而在果实成熟期时,不同处理下甜瓜果实的干物质积累占全株的50%~

62%,叶、茎和根中的干物质占全株的百分比进一步下降,表明此时甜瓜果实的生长占据主导地位。

表1 氮素形态对比对网纹甜瓜干物质分配的影响

Table 1 Effects of different N forms on the distribution of dry matter in muskmelon plants

品种	NO <sub>3</sub> -N / NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N		营养生长期			果实发育中期				果实成熟期			
	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	根	茎	叶	根	茎	叶	瓜	根	茎	叶	瓜
春丽	100	0	5.11a	22.47a	72.43b	3.11a	16.17bc	40.33a	40.40ab	0.91b	9.75a	33.35a	55.99ab
	75	25	4.22ab	21.55a	74.23a	1.76b	15.48c	40.05ab	42.71a	1.06ab	10.77a	37.36a	50.81b
	50	50	2.55c	22.31a	75.14a	1.69b	18.52a	41.12ab	38.67b	1.37ab	9.47a	31.18ab	57.98a
	25	75	3.07bc	22.11a	74.81a	1.80b	17.73ab	38.74b	41.74ab	1.56a	10.30a	25.29b	62.55a
蜜玲珑	100	0	4.51a	24.68a	70.81c	3.05a	14.53b	41.14a	41.27ab	0.64b	9.29b	29.81a	60.26a
	75	25	4.40a	22.75b	72.86b	1.27b	17.56a	41.68a	39.49ab	0.96a	10.78a	31.02a	57.25a
	50	50	4.26a	22.93b	72.82b	1.46b	15.14a	40.06a	43.34a	0.97a	10.26ab	30.06a	58.77a
	25	75	3.33b	21.27c	75.40a	1.46b	19.85a	41.17a	37.53b	1.08a	9.10b	30.01a	59.80a

注:表中同一列的同一品种间的不同英文字母表示差异达显著水平(p=0.05)。

不同氮素形态配比显著影响了植株不同器官占全株的干物质百分比,在营养生长期和果实发育中期,NO<sub>3</sub>-N / NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 为100 / 0 处理下两个甜瓜品种根的干物质占全株的百分比均显著高于其他处理,而在果实成熟期又显著低于其他处理。当植株处于营养生长期和果实成熟期时,不同氮素形态配比处理下“春丽”品种的茎干重占全株的百分比无显著差异,果实发育中期时NO<sub>3</sub>-N / NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 为50 / 50 和25 / 75 的处理显著高于其他处理;而品种“蜜玲珑”,果实发育中期和果实成熟期时均是NO<sub>3</sub>-N / NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 为100 / 0 处理下的茎干重占全株的百分比最低。当植株处于营养生长期时NO<sub>3</sub>-N / NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 为100 / 0 处理下两个甜瓜品种的叶片干重占全株的百分比均显著低于其他氮素形态处理;当植株处于果实发育中期和果实成熟期时,对于品种“春丽”,NO<sub>3</sub>-N / NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 为25 / 75 处理下的叶片干重占全株的百分比显著低于其他氮素形态处理;而对于品种“蜜玲珑”,不同氮素形态处理之间则无显著差异。品种“春丽”甜瓜干物质占全株的百分比在果实发育中期时以NO<sub>3</sub>-N / NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 为75 / 25 处理最高,在成熟期以NO<sub>3</sub>-N / NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 为25 / 75 处理最高。品种“蜜玲珑”在果实发育中期以NO<sub>3</sub>-N / NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 为50 / 50 处理最高,在果实成熟期各处理间差异不显著。

2.2 不同氮素形态对比对网纹甜瓜植株叶片硝酸盐含量的影响

不同氮素形态配比处理下网纹甜瓜叶片内硝酸盐含量具有显著差异(图1)。两个网纹甜瓜品种硝酸盐含量均表现出相同的变化规律,N1 处理含量最高,随着氮形态中氨态氮比例的增加,叶片中硝酸盐含量显著降低。

不同氮素形态配比处理下植株不同生长发育时期叶片的硝酸盐含量具有差异,对于品种“春丽”,N1 (NO<sub>3</sub>-N / NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 为50 / 50) 处理下植株不同生长发育时期叶片中的硝酸盐含量高低顺序为营养生长期> 果实发育中期> 果实成熟期,而N2、N3 和N4 处理下叶片中的硝酸盐含量高低顺序为果实发育中期> 营养生

长期> 果实成熟期;对于品种“蜜玲珑”,N1 处理下植株不同生长发育时期叶片中的硝酸盐含量高低顺序为果实成熟期> 营养生长期> 果实发育中期,N3 和N4 处理下叶片中的硝酸盐含量变化趋势同品种“春丽”。

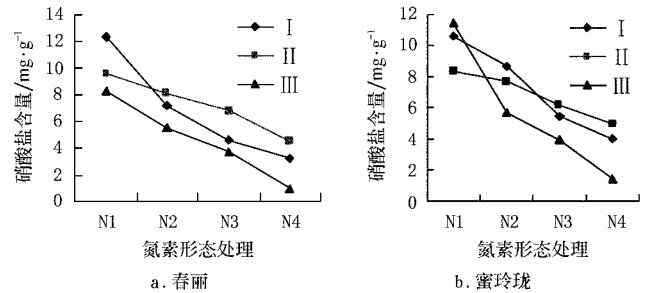


图1 不同氮素形态对比对网纹甜瓜叶片硝酸盐含量的影响  
Fig Effects of different N forms on the nitrate content of muskmelon leaves

2.3 不同氮素形态对比对网纹甜瓜叶片硝酸还原酶活性的影响

不同氮素形态配比处理下甜瓜叶片内的硝酸还原酶活性具有显著差异(图2),两个网纹甜瓜品种硝酸还原酶的活性均表现出相同的变化规律,N1 处理还原酶活性保持最高,随着氮形态中氨态氮比例的增加,叶片中硝酸还原酶活性逐渐降低。

不同氮素形态配比处理下植株不同生长发育时期叶片的硝酸还原酶活性亦具有差异,两个甜瓜品种均表现出相同的变化规律,不同氮素形态配比处理下叶片中的硝酸还原酶活性高低顺序均为果实发育中期> 营养生长期> 果实成熟期。

2.4 不同氮素形态对比对网纹甜瓜叶片可溶性蛋白质的影响

不同氮素形态配比处理对甜瓜叶片内的可溶性蛋白质含量有不同的影响(图3)。在营养生长期和果实发育中期可溶性蛋白质都随氮素形态中氨态氮比例的增加而显著下降;而在果实成熟期,可溶性蛋白质随氮素形态中氨态氮比例的增加先升高后下降,在N2 处理达

到最高。

两个甜瓜品种的可溶性蛋白质含量在植株不同生育期的动态变化亦基本相同。果实发育中期叶片中的蛋白质含量最高, 而果实成熟期叶片中的蛋白质含量最低, N1 处理下这种变化趋势最明显, 对于 N2 和 N3 处理, 营养生长期和果实成熟期叶片中的蛋白质含量无显著差异。

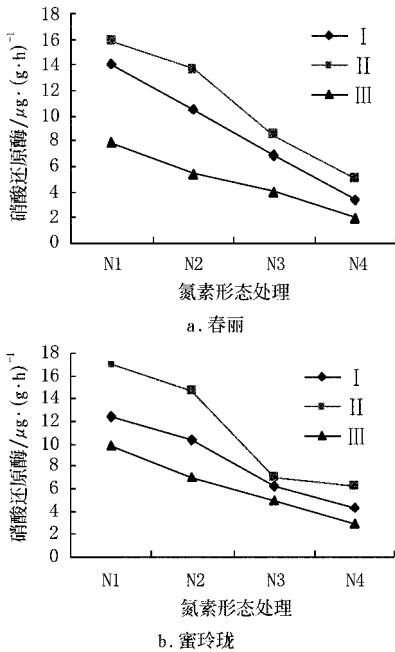


图2 氮素形态对比对网纹甜瓜硝酸还原酶活性的影响  
Fig 2 Effects of different N forms on the nitrate reductase of muskmelon leaves

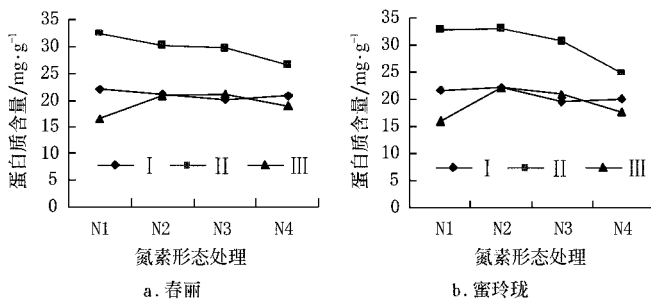


图3 氮素形态对比对网纹甜瓜叶片可溶性蛋白质含量的影响  
Fig 3 Effects of different N forms on the soluble protein of muskmelon leaves

### 2.5 不同氮素形态对比对网纹甜瓜叶片游离氨基酸的影响

不同氮素形态配比处理显著影响了网纹甜瓜叶片内的游离氨基酸含量(图4)。两个网纹甜瓜品种游离氨基酸含量均表现出相同的变化规律, N1 处理下叶片中游离氨基酸含量最低, 随着氮形态中氨态氮比例的增加, 叶片中游离氨基酸含量逐渐增加, 至 N3 处理达到最高, 然后随着氮素形态中氨态氮比例的增加又下降。

两个甜瓜品种的游离氨基酸含量不同生育期的动态变化基本相同。不同氮素形态配比下叶片中游离氨基

酸含量均是果实发育中期> 果实成熟期> 营养生长期。

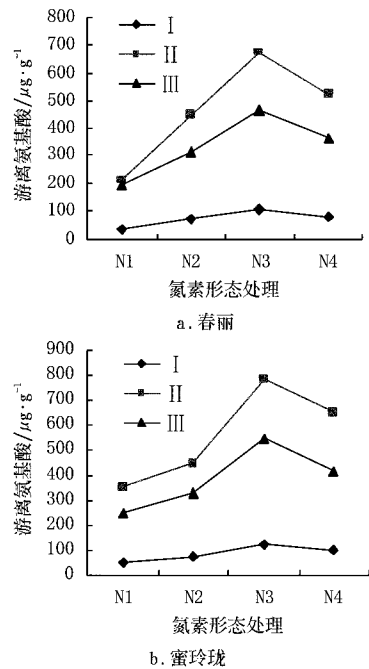


图4 氮素形态对比对网纹甜瓜叶片游离氨基酸含量的影响  
Fig 4 Effects of different N forms on the free amino acid of muskmelon leaves

### 3 讨论

植株不同生长发育时期各器官的干重占全株的百分比反映了植株生长中心的变化, 本试验的结果表明, 营养生长期、甜瓜果实发育中期和果实成熟期各器官的干重占全株的百分比具有很大差异(表1), 在果实发育中期果实中的干重即达全株的40%, 不同氮素形态对比对甜瓜植株各器官的干物质积累有显著影响, 这可能是不同氮素形态对比影响甜瓜生长发育的重要限制因素。

硝酸还原酶作为NO<sub>3</sub><sup>-</sup>同化过程的第一个酶, 其活性受植物生长介质中硝酸盐的诱导, 与氮素供应有密切的关系, 多数情况下其活性受到产物NH<sub>4</sub><sup>+</sup>及某些氨基酸或酰胺的抑制<sup>[8]</sup>, 而随着NO<sub>3</sub><sup>-</sup>浓度的增加, 硝酸还原酶活性增加。本研究中的试验结果表明, 随着营养液中NO<sub>3</sub><sup>-</sup>比例的增加, 叶片中硝酸还原酶活性增加, 表现出与叶片中硝态氮含量相同的变化趋势, 从而进一步表明, 不同氮素形态比例可能是通过影响硝酸还原酶活性大小而影响植株对硝态氮的吸收。

游离氨基酸在作物体内氮的运输和储藏方面有重要的作用。与器官中硝态氮含量变化相反, 游离氨基酸在甜瓜叶片中的含量随NH<sub>4</sub><sup>+</sup>在营养液中所占比例的增加呈增加的趋势, 只是其绝对含量最大值出现在NO<sub>3</sub><sup>-</sup>

NH<sub>4</sub><sup>+</sup>为50:50, 这可能是由于营养液中过多的NH<sub>4</sub><sup>+</sup>对植株的毒害作用影响了对NH<sub>4</sub><sup>+</sup>的吸收与同化, 本试验的结果再度证实了植株对某种形态氮素的吸收积累量, 与这种形态的氮素在根际环境中所占的比例有密切的关系。

本试验仅研究了不同氮素形态与植株干物质积累和叶片氮代谢的影响,关于不同氮素形态与甜瓜果实生长和品质的影响将另文报导。

#### [参 考 文 献]

- [1] 何 华,赵世伟,陈国良.不同水肥条件对马铃薯肥料N利用率的影响[J].应用生态学报,2000,11(2):235-239
- [2] 戴廷波,曹卫星,荆 奇.氮素形态对不同小麦基因型氮素吸收和光合作用的影响[J].应用生态学报,2001,12(6):849-852
- [3] 王光霞,张少英,邵世勤.氮素形态对甜菜代谢酶活性和生长发育的影响[J].中国甜菜糖业,2004,(1):35-37.
- [4] 田霄鸿,李生秀,王朝辉,等.莴笋对不同形态氮素的反应[J].应用生态学报,2003,14(3):377-381.
- [5] 任祖淦,邱孝煊,蔡元呈,等.化学氮肥对蔬菜累积硝酸盐的影响[J].植物营养与肥料学报,1997,3(1):81-84
- [6] 田霄鸿,李生秀,王朝辉,等.不同氮素形态及配比对蔬菜生长和品质的影响[J].西北农业大学学报,1999,27(2):6-10
- [7] 李合生,陈翠莲,洪玉枝,等.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2000
- [8] 戴廷波,曹卫星,孙传范.增铵营养对小麦氮及矿物质营养含量和积累的影响[J].应用生态学报,2002,13(2):382-384

## Effects of different nitrogen forms on the dry matter accumulation and leaf nitrogen metabolism of muskmelon

Xu Ruyi<sup>1</sup>, Bie Zhilong<sup>1</sup>, Huang Danfeng<sup>2</sup>

(1. Key Laboratory of Horticultural Plant Biology, Huazhong Sub-center of National Vegetable Improvement, College of Horticulture and Forestry, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China;

2. College of Agriculture and Biology, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 201101, China)

**Abstract** Effects of four nitrogen forms ( $\text{NO}_3^- \text{-N}$ ,  $\text{NH}_4^+ \text{-N}$  were 100, 75, 25, 50, 50 and 25, 75, respectively) on the muskmelon (cv. Chunli and Milinglong) plant dry matter accumulation and leaf nitrogen metabolism were investigated. The results showed that different nitrogen forms significantly affected the dry matter accumulation percentage in different plant organs. Leaf nitrate reductase, nitrate content and soluble protein content decreased with the increase of ammonium nitrogen form, whereas the highest leaf free amino content was obtained in the treatment of  $\text{NO}_3^- \text{-N}$ ,  $\text{NH}_4^+ \text{-N}$  (50, 50).

**Key words:** nitrogen form; substrate culture; *Cucumis melo* var. *reticulatus* Naud.; nitrogen metabolism