

不同形态氮素对基质培番茄生育、产量及品质的影响

杨月英¹, 张福墁², 乔晓军¹

(1. 北京农业信息技术研究中心, 北京 100089; 2. 中国农业大学, 北京 100094)

摘要: 采用盆栽的方法, 研究了不同形态氮素及不同对比对基质培番茄的生理代谢、生长发育、产量形成以及品质的影响。结果表明: 氨态氮或酰胺态氮比例达到 50: 50 时, 植株生长正常, 不影响根系活力和光合作用, 叶片含水量正常。在秋冬茬可明显提高产量; 在春夏茬可增加早期产量, 总产量和单果重正常, 并可延长果实的保鲜期。当氨态氮或酰胺态氮占营养液总氮量的 75% 时, 植株生长受抑制。随着氨态氮或酰胺态氮比例的提高, 叶片中全氮、全磷含量增加, 果实中硝酸盐含量下降, 还原糖、Vc 含量上升, 总酸含量不受影响。

关键词: 番茄; 基质培; 不同形态氮素

中图分类号: S641. 2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000- 7091(2003)01- 0086- 04

Effect of Nitrogen Forms on Growth Development, Yield and Fruit Quality of Tomato in Media Culture

YANG Yue-ying¹, ZHANG Fu-man², QIAO Xiao-jun¹

(1. Beijing Agriculture Information Technology Research Center, Beijing 100089, China;

2. China Agricultural University, Beijing 100094, China)

Abstract: This study evaluated the influence of $\text{NO}_3\text{-N}$ to $\text{NH}_4\text{-N}$ or $\text{CO}(\text{NH}_2)_2\text{-N}$ ratios on physiological activity, growth and development, composition of yield and fruit quality of tomato. The results are as follows: plants supplied with nitrogen at $\text{NH}_4\text{-N}/\text{NH}_4\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N}$ of 50% or as $\text{CO}(\text{NH}_2)_2\text{-N}$ had normal photosynthetic rate, plant growth, root vigor and leaf water content are normal. The plant vegetative growth and the total yield were promoted in the fall-winter experiment, in spring-summer experiment, the early yield and dry weight increased, the total yield and the average weight of individual fruit were not affected, and storage time was prolonged. The plant supplied with nitrogen at over $\text{NH}_4\text{-N}/\text{NH}_4\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N}$ of 75% or as $\text{CO}(\text{NH}_2)_2\text{-N}$ in nutrient solution had a poor growth. With the increase of $\text{NH}_4\text{-N}$ or $\text{CO}(\text{NH}_2)_2\text{-N}$ ratio in nutrient solution, the concentration of total N, P in the leaves increased. Sugar and Vc in the fruit increased, and the total acid content of fruit was not affected.

Key words: Tomato; Media culture; Form of nitrogen

在无土栽培的营养液配方中, 氮素是极其重要的营养元素, 作物不仅对氮素需要量大, 而且总氮量、不同形态及比例都会影响作物的生育、产量和品质。绝大多数学者认为, 无土栽培所用的氮源以 $\text{NO}_3\text{-N}$ 为优。我国目前生产的农用氮肥, 主要是胺态氮肥和尿素及少量的硝酸铵, 如果使用 KNO_3 或

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, 则成本太高^[1, 2]。因此, 寻找廉价的、来源广泛而栽培效果好的氮源, 已成为我国当前无土栽培的重要研究课题之一。番茄是无土栽培的重要果菜之一, 一般认为番茄是喜 $\text{NO}_3\text{-N}$ 的蔬菜^[3, 4], Steiner^[5] 曾特别指出, $\text{NH}_4\text{-N}$ 对无土栽培的多种蔬菜都具有毒害作用, 番茄尤为敏感。因此, 研究番茄基

收稿日期: 2002- 03- 22

基金项目: 北京市科技项目“保护地黄瓜、番茄管理专家系统研究与应用”资助(9554204200)

作者简介: 杨月英(1964-), 女, 吉林辽源人, 副研究员, 农学硕士, 主要从事蔬菜生理生态和设施环境控制工作。

质栽培中氮素形态问题,更具有理论与实践意义。

1 材料和方法

本试验分秋冬和春夏进行了2茬试验,在玻璃温室内进行,所用品种为中蔬四号。选用草炭:蛭石:河沙(1:3:6)的混合基质。试验依NH₄⁺N,CO(NH₂)₂N与NO₃⁻N的不同共设7个处理(表1)。

表1 不同处理中氮素形态及其比例

处理	A	B	C	D	E	F	G
比例	100 0	75 25	50 50	25 75	0 100	50 50	100 0

注:A,B,C,D,E为NO₃⁻N:NH₄⁺N;F,G为CO(NH₂)₂N:NO₃⁻N

本试验中,光合强度用LI-COR3600光合仪测定;全氮含量用半微量凯氏消煮蒸馏法测定^[6];Ca,Mg,K,P含量用ICAP-9000等离子仪测定^[7];根系活力用α-萘胺氧化法测定^[8];还原糖用斐林氏容量法^[8];总酸用氢氧化钠滴定法;硝酸盐含量用对氨基苯黄酸-盐酸α-萘胺显色比色法测定^[9]。

2 结果与分析

2.1 不同形态氮素对番茄生理代谢的影响

2.1.1 基质的pH值 由表2所示,随浇液后时间的延长,处理A,B,F的基质pH值上升,D,E,G的基质pH值下降,处理C的pH值基本稳定。表明植株吸收NH₄⁺N与CO(NH₂)₂N后,根际的pH值下降,吸收NO₃⁻N后,根际的pH值上升,CO(NH₂)₂N对pH的影响不如NH₄⁺N明显。当营养液中NO₃⁻N与NH₄⁺N比例为50:50时,根际的pH基本保持不变。

表2 不同处理对基质pH值的影响

时 间	基 质 pH 值						
	A	B	C	D	E	F	G
浇液后4h	6.9	6.7	6.6	6.3	6.1	6.7	6.7
浇液后8h	7.1	6.9	6.6	6.1	5.9	6.9	6.4
浇液后24h	7.2	7.1	6.5	6.1	5.8	7.1	6.3

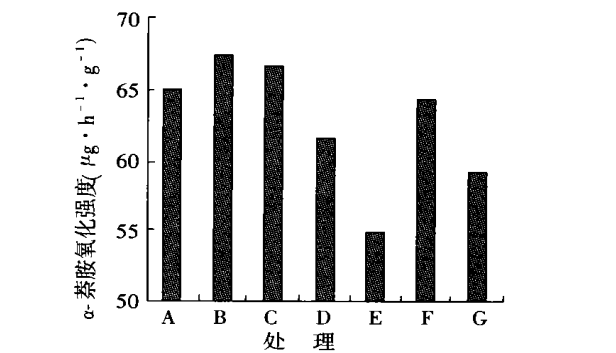


图1 不同处理对根系活力的影响

植株吸收不同形态氮素引起了根际pH值的下降或上升,从而影响了根系的生理代谢。如图1所示:处理A,B,C,F的根系活力没有显著差异,处理E最低。试验表明:NH₄⁺N与CO(NH₂)₂N比例达到50%时,对根系活力没有不利影响,当NH₄⁺N增加至75%时影响根系活力,CO(NH₂)₂对根系活力的影响比NH₄⁺N小。

2.1.2 叶片含水量与矿质元素含量 由图2可见,处理A,B,F,C的含水量间无显著差异,处理E最低。这说明NH₄⁺N或CO(NH₂)₂N比例超过50%时,叶片含水量则显著降低。叶片含水量受NH₄⁺N影响比根系活力敏感,这就是随着NH₄⁺N的增加,植株易萎蔫的根源。叶片中矿质元素含量(表3)随着营养液中NH₄⁺N或CO(NH₂)₂N比例的增加,叶片中的N,P含量增加,而K,Ca,Mg的含量降低。表明NH₄⁺N能促进阴离子吸收,而抑制阳离子吸收。

表3 不同处理对叶片中矿质元素含量的影响

处理	矿 质 元 素				
	N	P	K	Ca	Mg
A	3.51d	0.91e	3.49a	2.10a	0.97a
B	4.10c	1.80a	3.44a	2.07a	0.87a
C	4.59b	1.38c	3.29b	1.78b	0.69b
D	5.05a	1.76b	3.19c	1.34c	0.56c
E	5.20a	1.98a	3.08c	0.69e	0.46d
F	3.89c	1.20c	3.27b	1.41c	0.71b
G	4.56b	1.11d	3.14c	0.82d	0.64c

注:同栏内不同字母表示1%水平上存在差异,相同字母表示差异不显著

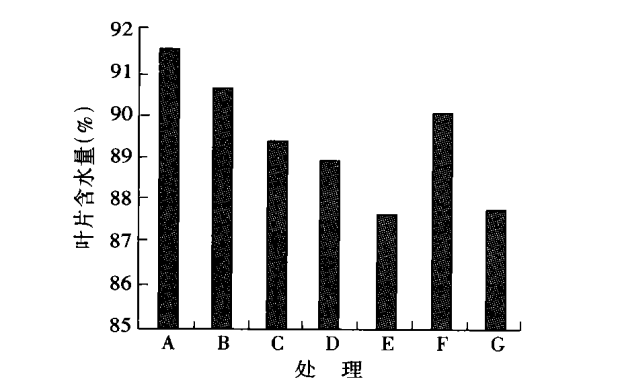


图2 不同处理对叶片含水量的影响

2.1.3 光合作用 秋冬茬试验表明:处理B,C,D,F的光合速率较高,分别为0.5897,0.5896,0.5860,0.5893mg/(h·cm²),四者之间无显著差异,处理G的光合作用最低,为0.5044mg/(h·cm²)。春夏茬试验中,处理A,B,C,F的光合速率无显著差异,分

别为 0.673 3, 0.688 1, 0.670 9, 0.696 7 mg/(h·cm²), 处理 E, G 的光合强度极显著低于处理 A。试验表明: 在低温弱光季节添加较高比例的 NH₄⁺N (不超过 75%) 和 CO(NH₂)₂-N 能明显提高叶片的光合速率, 而在高温强光季节, NH₄⁺N 比例超过 50% 和全 CO(NH₂)₂-N 的处理, 会明显降低叶片的光合速率, 但 25%~50% NH₄⁺N 和 50% CO(NH₂)₂-N 的处理, 对叶片的光合速率无不利影响。

2.2 不同形态氮素对番茄营养生长的影响

由表 4 可见, 在低温季节, 全 NO₃⁻-N 处理株高、茎粗生长比较缓慢, 添加适量 NH₄⁺N (25%~50%), 生长明显加快; 在高温季节, 单一 NO₃⁻-N 处理与 25%~50% NH₄⁺N 和 50% CO(NH₂)₂-N 处理, 株高、茎粗没有明显差异。无论秋冬茬还是春夏茬, 全 NH₄⁺N 和全 CO(NH₂)₂-N 对株高、茎粗都有明显的抑制作用, 高温季节抑制作用更明显。

表 4 春夏茬不同处理对植物营养生长的影响

项 目	A	B	C	D	E	F	G
根干重(g/株)	25.3ab	26.6a	27.1a	19.8b	15.1c	25.9a	13.2cd
茎叶干重(g/株)	94.9a	96.5a	93.7a	82.4b	75.1c	94.4a	78.4c
总干重(g/株)	120.2a	123.1a	120.7a	102.2b	90.1c	120.3a	88.1c
根体积(mL)	91.6ab	92.7a	94.5a	82.3b	70.7c	92.9a	70.1c

注: 同行内不同字母表示 1% 水平存在差异, 相同字母表示差异不显著(表 5 同)

试验结果表明: 25% NH₄⁺N 最有利于茎叶的生长, 50% NH₄⁺N 最有利于根系生长, NH₄⁺N 或 CO(NH₂)₂-N 达到 50% 时, 对地上、下部干重没有不利影响, 但 NH₄⁺N 达到 75% 或全 CO(NH₂)₂-N 的处理会明显降低植株的地上、下部干重和总干重。

2.3 不同形态氮素对番茄产量的影响

在秋冬茬试验中, C, F 的产量高, A, B, D 的产量居中, E, G 的产量低(图 3), 表明: 25%~75% NH₄⁺N 或 50% CO(NH₂)₂-N 有利于提高产量, NO₃⁻-N 与 NH₄⁺N 或 CO(NH₂)₂-N 各占 50% 的产量最高, 但以 NH₄⁺N, CO(NH₂)₂-N 或 NO₃⁻-N 为唯一氮源时, 产量显著下降。在春夏茬试验中, 处理 C, F 早期产量高, 处理 G 的产量低。处理 A, B 的后期产量高。但从总产量来看, A, B, C, F 之间差异不显著, 处理 D, G 的总产量居中, 处理 E 的总产量最低(图 4)。春夏茬试验表明: 25%~50% NH₄⁺N 或 50% CO(NH₂)₂-N 可明显提高早期产量, 全 NO₃⁻-N 与 25% NH₄⁺N 的处理, 有利后期产量的提高。

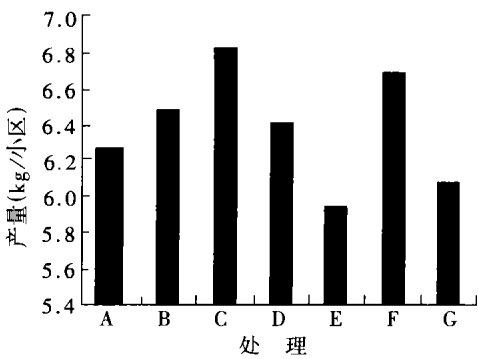


图 3 不同处理对秋冬茬番茄产量的影响

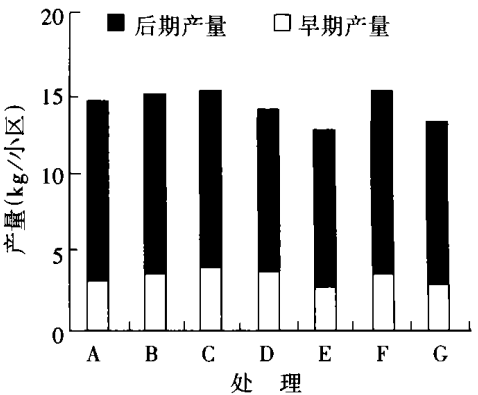


图 4 不同处理对春夏茬番茄产量的影响

2.4 不同形态氮素对番茄果实品质的影响

2.4.1 单果重和果实的耐贮性 NH₄⁺N 或 CO(NH₂)₂-N 达 50% 时, 平均单果重不受影响, 但 NH₄⁺N 达 75% 时, 则平均单果重显著降低, 从而使商品果率降低。NH₄⁺N 为唯一氮源的处理, 单果重最低, 且由于 NH₄⁺N 抑制了 Ca²⁺ 的吸收, 使得一部分果实发生脐腐病。果实在室温下贮藏 7 d 后, 营养液中 NH₄⁺N 达 25%~50% 或 CO(NH₂)₂-N 达 50% 的处理, 可降低贮藏中腐烂果的百分率, 在全 NH₄⁺N, CO(NH₂)₂-N 和 NO₃⁻-N 的处理中, 腐烂果的百分率都较高(表 5)。

表 5 不同处理对平均单果重和果实耐贮性的影响

项 目	A	B	C	D	E	F	G
平均单果重(g)	156.90a	159.66a	158.01a	148.39b	143.23c	159.78a	144.28c
腐烂率相对值(%)	100	85.6	89.8	97.8	100.1	90.1	103.2

2.4.2 果实中主要成分 由表 6 可见, 随着营养液中 NH₄⁺N 和 CO(NH₂)₂-N 的增加, 果实中 P 含量明显上升, K 含量明显下降。Ca 含量除 100% NH₄⁺N 处理的下降外, 其余各处理差异不明显, Mg 的含量不受氮素形态的影响。果实中硝酸盐含量受氮素形态及配比的影响很大, 全 NO₃⁻-N 的处理含量最高,

随着营养液中 NH_4N 和 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2\text{N}$ 浓度的增加,果实中硝酸盐的积累量相应地降低。果实中的还原糖和 Vc 含量随着 NH_4N 和 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2\text{N}$ 比例的增加而增加, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2\text{N}$ 对还原糖含量的影响没有 NH_4N 大。各个处理果实中的总酸和可溶性固形物含量无明显差异。

表 6 不同处理对果实中主要成分的影响

处理	还原糖 (%)	总酸 (%)	可溶性固 形物(%)	Vc (%)	硝酸盐 (mg/kg)	P (%)	K (%)	Ca (%)
A	2.85	0.55	5.2	16.5	55.2	0.58	2.98	0.05
B	2.96	0.55	5.2	16.8	52.9	0.61	2.54	0.05
C	3.01	0.55	5.3	17.2	50.4	0.64	2.41	0.05
D	3.03	0.54	5.1	17.8	48.7	0.76	2.09	0.04
E	3.08	0.54	5.2	18.4	45.1	0.89	1.87	0.03
F	2.97	0.55	5.2	17.7	49.3	0.66	2.31	0.05
G	3.01	0.54	5.1	17.9	41.1	0.77	1.94	0.04

注: P,K,Ca 为干果重的百分含量

3 结论与讨论

在本试验中,秋冬茬与春夏茬生态条件截然不同,使得不同形态氮素对番茄生育与产量的影响表现出一定的差异。在秋冬茬,全 NO_3N 的处理生长势与产量都不如含有 25% ~ 50% NH_4N 或 50% $\text{CO}(\text{NH}_2)_2\text{N}$ 的处理;而春夏茬 25% ~ 50% NH_4N 或 50% $\text{CO}(\text{NH}_2)_2\text{N}$ 的处理能促进早期生育与提高早期产量,但总产量与全 NO_3N 的处理相比无显著差异。无论秋冬茬还是春夏茬,全 NH_4N 与全 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2\text{N}$ 的处理,植株生长均不正常,植株根系活力下降,叶片蒸腾速度加快,降低了叶片水势,这可能是 NH_4N 或 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2\text{N}$ 过多的处理在夏季强光季节叶片易于萎焉,光合作用受抑制的直接原因。全 NH_4N 与全 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2\text{N}$ 的处理在春夏茬比秋冬茬铵害症状明显。所以,春夏茬栽培番茄时,营养液中 NH_4N 或 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2\text{N}$ 在总氮中的比例不宜超过 50%。

光照和温度是影响番茄吸收或同化不同形态氮素的两个重要因子,温度也影响基质内不同氮素之间的转化^[10,11]。因此,有必要研究温度对基质内硝化作用的影响,以及在不同生态条件下,作物不同发育阶段的氮素吸收特征,这将会更深刻地揭示出生态条件影响蔬菜作物吸收或同化不同形态氮素的规

律。

本试验结果得出,当 NH_4N 或 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2\text{N}$ 在营养液总氮中的比例达到 50% 时,对番茄生育没有不利影响,这与前人试验有些矛盾,分析原因在于:一些认为 NH_4N 不可多用的试验大多是在水培条件下进行的,水培缓冲性较差。本试验所用的混合基质缓冲性强,降低了由 NH_4N 所引起的 pH 值过低而带来的危害。在本试验中, NH_4N 与 NO_3N 为 50/50 时,基质的 pH 值基本保持不变,基质通气良好,供氧量充足,有利于根系对 NH_4N 的同化和基质中 NH_4N 的硝化。在本试验中 NH_4N 或 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2\text{N}$ 与 NO_3N 之比为 50/50 时,效果最佳。

参考文献:

[1] Elamin O M, Wilox G E. Nitrogen form radio influence on muskmelon growth, composition, and mangelnese toxicity [J] . J Amer Soc Hort Sci, 1986, 111(3) : 320-322.

[2] Gibson C J. Effects of preplant phosphorus fertilization rate and of nitrate and ammonium liquid feeds on tomato grown in Peat-Vermiculite [J] . J Amer Soc Hort, 1983, 108(6) : 1007-1011.

[3] Zornoza P, Caselles J, Carpena O. Response of papper plants to NO_3^- NH_4 radio and light intensity [J] . Journal of Plant Nutrition, 1987, 10(7) : 773-782.

[4] Pill W G, Lambeth V N. Effects of NH_4 and NO_3 nutrition with and without pH adjustment on tomato growth, incomposition and water relation [J] . J Amer Soc Hort Sci, 1977, 102(1) : 78-81.

[5] Steiner C J, Wallace G Pill. Effects of preplant phosphorus fertilization rate and of nitrate and ammonium liquid feeds on tomato grown in peat-vermiculite [J] . J Amer Soc Hort Sci, 1992, 108(6): 1007-1011.

[6] 西北农学院. 基础生物化学实验指导[M] . 西安: 西安科学技术出版社, 1984.

[7] 黄伟坤. 食品检验与分析[M] . 北京: 轻工出版社, 1987.

[8] 张锦身, 王晓虹. 咸菜腌制过程中硝酸盐及亚硝酸盐含量测定[J] . 食品科学, 1984, (2) : 16-17.

[9] 山东农学院, 西北农学院. 植物生理学实验指导[M] . 济南: 山东科学技术出版社, 1982.

[10] 张春兰. 氮素形态和 NO_3N 与 NH_4N 配比对菠菜生长和品质的影响[J] . 南京农业大学学报, 1990, (3) : 21-24.

[11] 林 晶, 张福墀. 基质及营养液对温室黄瓜生长发育的影响[J] . 北京农业大学学报, 1990, (4) : 22-24.