

氮肥对番茄衰老调控及产量的影响

孙 虎

(潍坊科技学院, 山东 寿光 262700)

摘 要:以大粉果番茄“西方 519”为试材,系统研究了氮素水平对番茄叶片衰老及产量的影响,以探讨设施栽培条件下番茄高产适宜的施氮量。结果表明:番茄叶片中叶绿素含量和净光合速率、保护酶活性均随着氮素水平的增加而增加,丙二醛(MDA)含量则随着施氮量的增加而降低,当施氮量超过 $300 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 时,上述指标变化不显著,表明合理施氮可以使番茄植株延缓衰老;增施氮肥可以显著提高番茄产量,当氮肥使用量在 $300 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 时产量最高,氮肥用量为 $200 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 时经济系数最高。

关键词:番茄;施氮量;衰老;产量

中图分类号:S 641.206⁺.2 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2016)24-0035-03

番茄是保护地生产中的重要蔬菜,在全国种植面积较大,合理施用氮肥能够显著提高番茄的产量^[1]。在农业生产中,叶片早衰通常会使许多作物减产^[2-4]。关于施氮对作物叶片衰老调控的研究在小麦^[5]、花生^[6]、棉花^[7]等大田作物上进行了较多的研究。但有关氮素营养对蔬菜作物衰老的调控研究还缺乏系统的研究。为此,该试验以番茄为试材,在日光温室栽培条件下,系统研究了氮素水平对番茄叶片衰老特性及产量的影响,旨在为合理施用氮肥提高番茄产量、防止番茄叶片早衰提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于 2014—2015 年在山东寿光地区日光温室内进行。供试小区土壤为褐土,质地为壤土,0~20 cm 土层基础肥力状况为:有机质含量 $12.60 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$,碱解氮 $63.51 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,速效磷 $36.25 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,速效钾 $92.14 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,pH 7.4。

1.2 试验材料

供试番茄品种为大粉果番茄“西方 519”。

1.3 试验方法

试验设置施纯氮(N)水平为 0、100、200、300、400 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,分别用 N_0 、 N_1 、 N_2 、 N_3 、 N_4 表示,折合成尿素分别作为基肥和追肥用,追肥时间为第一穗果实膨

大期,追肥方式为随浇水冲施。其中基肥用量为总氮量的 2/3,追肥用量为总氮量的 1/3,各处理磷肥和钾肥用量相同,均为 P_2O_5 130 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 、 K_2O 300 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。其中磷肥折合成过磷酸钙,钾肥折合成硫酸钾,磷钾肥 1/3 作为基肥使用,其余在膨果期随浇水多次施入。

小区宽 3.6 m,长 10 m,行距 60 cm,株距 40 cm,每个小区共种植 6 行番茄,各小区间埋置 50 cm 深的塑料薄膜,防止养分侧移。各小区完全随机排列,重复 3 次。番茄幼苗 12 月 20 日定植,各小区采用相同的田间管理措施,长至 6 穗果后去顶,自 4 月 1 日开始每隔 20 d 测定主茎倒三叶各项生理指标,连续测定 3 次。5 月 25 日最后一次收获,累计计算每小区的鲜重产量,并折算成公顷产量。

1.4 项目测定

净光合速率用美国产 LI-6400 光合测定系统于晴朗无风天气 10:00—14:00 时测定;叶绿素含量用日产 SPAD-502 叶绿素计测定;超氧化物歧化酶(SOD)活性用 NBT 光化还原法测定^[8];过氧化氢酶(CAT)活性用紫外吸收法测定^[8];丙二醛(MDA)含量用硫代巴比妥酸法测定^[8]。

1.5 数据分析

采用 Microsoft Excel 软件进行数据处理和绘图,用 SPSS 13.0 软件进行数据统计分析,用 LSD 法检测差异显著性。

2 结果与分析

2.1 不同氮素水平对番茄功能叶叶绿素 SPAD 值和光合速率的影响

光合速率和叶绿素含量的高低是反映植物叶片光

作者简介:孙虎(1979-),男,山东济南人,硕士,讲师,现主要从事蔬菜栽培与育种等研究工作。E-mail:412178377@qq.com.

基金项目:国家星火计划资助项目(2014GA740112)。

收稿日期:2016-07-21

合性能及植株衰老的重要指标。由表 1、2 可以看出,从 4 月 1 日开始,番茄主茎倒三叶叶片中叶绿素含量和光合速率都随着生育进程逐渐下降,施氮后表现为随着施氮量的增加叶绿素含量和净光合速率逐渐升高,但在 N_3 和 N_4 水平下均未达差异显著水平,施氮后叶片叶绿素含量和净光合速率在第 2 穗果膨大期、第 4 穗果膨大期和第 6 穗果膨大期最高增幅分别达到 11.15%、8.98%、13.79%和 25.23%、31.50%、45.82%,表明一定范围内增施氮肥改善了植株的光合性能。

表 1 施氮量对番茄不同生长时期
叶绿素 SPAD 值的影响

Table 1 Effects of nitrogen fertilizer rate on chlorophyll content (SPAD) in function leaves of tomato at different growth stages

处理 Treatment	第 2 穗果膨大期 Second spike fruit expansion period (04-01)	第 4 穗果膨大期 Fourth spike fruit expansion period (04-20)	第 6 穗果膨大期 Sixth spike fruit expansion period (05-10)
N_0	43.14d	40.89c	37.57d
N_1	45.23c	42.65b	39.53c
N_2	46.66b	43.33ab	40.22b
N_3	47.89a	44.11a	42.11a
N_4	47.95a	44.56a	42.75a

注:不同小写字母表示差异达 5% 显著水平,下同。

Note: Different lowercase letters mean significant difference at 5% level, the same below.

表 2 施氮量对番茄不同生长时期
功能叶净光合速率的影响

Table 2 Effects of nitrogen fertilizer rate on photosynthetic rate in function leaves of tomato at different growth stages

处理 Treatment	第 2 穗果膨大期 Second spike fruit expansion period (04-01)	第 4 穗果膨大期 Fourth spike fruit expansion period (04-20)	第 6 穗果膨大期 Sixth spike fruit expansion period (05-10)
N_0	21.36d	19.78d	14.23d
N_1	24.77c	22.90c	16.01c
N_2	25.92b	24.68b	18.75b
N_3	26.04a	25.04ab	19.04a
N_4	26.75a	26.01a	20.75a

2.2 不同施氮处理对番茄功能叶超氧化物歧化酶(SOD)和过氧化氢酶(CAT)活性的影响

前人的研究表明,植物在叶片衰老的过程中,细胞产生伤害是由于细胞内活性氧的产生与清除之间的不平衡造成的;而活性氧代谢中的关键保护酶类在植物叶片衰老过程中起到了重要作用^[9]。SOD 和 CAT 是植物酶保护系统中的关键酶。由表 3、4 可以看出,番茄功能叶片 SOD 和 CAT 活性随生育进程的推进持续降低。施氮后表现为随着施氮量的增加 SOD 和 CAT 活性逐渐增高,3 个时期的最大增幅分别为 6.02%、11.75%、24.64%和 14.00%、42.45%、56.25%。说明增施氮肥可以提高番茄叶片活性氧清除能力,延缓番茄生育后期植株衰老进程。

表 3 施氮量对番茄不同生长时期
功能叶 SOD 活性的影响

Table 3 Effects of nitrogen fertilizer rate on SOD activity in function leaves of tomato at different growth stages

处理 Treatment	第 2 穗果膨大期 Second spike fruit expansion period (04-01)	第 4 穗果膨大期 Fourth spike fruit expansion period (04-20)	第 6 穗果膨大期 Sixth spike fruit expansion period (05-10)
N_0	474.21d	390.11e	310.77d
N_1	498.33c	410.53d	362.99c
N_2	499.43b	421.35c	378.74b
N_3	501.56ab	430.89b	385.65a
N_4	502.78a	435.94a	387.33a

表 4 施氮量对番茄不同生长时期
功能叶 CAT 活性的影响

Table 4 Effects of nitrogen fertilizer rate on CAT activity in function leaves of tomato at different growth stages

处理 Treatment	第 2 穗果膨大期 Second spike fruit expansion period (04-01)	第 4 穗果膨大期 Fourth spike fruit expansion period (04-20)	第 6 穗果膨大期 Sixth spike fruit expansion period (05-10)
N_0	35.65d	26.57e	22.63e
N_1	37.86c	31.68d	28.46d
N_2	39.32b	34.63c	33.68c
N_3	40.64a	36.47b	34.85b
N_4	40.57a	37.85a	35.36a

2.3 不同施氮处理对番茄功能叶丙二醛(MDA)含量的影响

MDA 是膜脂过氧化的产物,其含量的高低可以反映细胞膜脂过氧化水平,与植株的衰老密切相关^[9],MDA 含量低,植株衰老慢。由表 5 可以看出,随着植株生育进程的推进,番茄功能叶片中 MDA 的含量逐渐上升, N_0 条件下最高增幅达到 187.19%。施氮能够显著降低番茄功能叶片中 MDA 的含量,同一生长期处理间比较 N_4 水平降幅最大,各生长期 N_4 水平降幅分别达到 26.77%、42.70%、51.00%。表明施氮显著降低了番茄叶片 MDA 含量,减轻细胞的膜脂过氧化程度,延缓植株衰老进程。

表 5 施氮量对番茄不同生长时期
功能叶 MDA 含量的影响

Table 5 Effects of nitrogen fertilizer rate on MDA content in function leaves of tomato at different growth stages

处理 Treatment	第 2 穗果膨大期 Second spike fruit expansion period (04-01)	第 4 穗果膨大期 Fourth spike fruit expansion period (04-20)	第 6 穗果膨大期 Sixth spike fruit expansion period (05-10)
N_0	4.37a	9.11a	12.55a
N_1	4.22b	7.56b	9.58b
N_2	3.95c	6.23c	8.64c
N_3	3.22cd	5.34d	6.22d
N_4	3.20d	5.22d	6.15d

株衰老,利于番茄高产。

2.4 不同施氮处理对番茄产量的影响

由表6可以看出,增施氮肥显著提高了番茄产量,在 N_3 水平下番茄产量最高,达到 $68\,478.83\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,较不用氮肥提高了46.00%,但并非施氮越多越好,在 N_4 水平下,产量反而开始下降;各处理间均达差异极显著水平。施氮提高了番茄的经济系数,在 N_2 水平下经济系数最高, N_3 水平经济系数开始下降,表明在一定范围内增施氮肥能够提高番茄产量,但过量施用氮肥并不利于光合产物向生殖器官的转移。

表6 施氮量对番茄经济产量、生物产量和经济系数的影响

Table 6 Effects of nitrogen levels on tomato economic yield, biological yield and economic coefficient

处理 Treatment	经济产量 Economic yield /($\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$)	生物产量 Biological yield /($\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$)	经济系数 Economic coefficient /%
N_0	46 903.06E	59 753.54E	78.49D
N_1	52 952.94D	64 992.23D	81.48B
N_2	57 892.68C	70 365.35C	82.27A
N_3	68 478.83A	86 573.26B	79.10C
N_4	62 853.91B	87 579.57A	71.77E

注:不同大写字母表示差异达1%显著水平。

Note: Different capital letters mean significant difference at 1% level.

3 讨论

在农业生产中,叶片如果过早的衰老通常会使许多作物减产。番茄叶片的衰老是多种因素综合作用的结果,其中叶绿素降解和光合能力下降是叶片衰老的主要特征,还有活性氧代谢失调,使番茄叶片细胞膜结构受到破坏,是叶片衰老的主要原因之一。

增施氮肥可以延缓番茄整株衰老的进程,改善植株群体光合性能,提高叶片叶绿素含量和净光合速率,提

高叶片保护酶的活性,降低叶片中MDA含量,延缓叶片衰老进程,提高产量。该研究结果表明,番茄叶片叶绿素含量、净光合速率、保护酶活性均随着施氮量的增加而增加,MDA含量则随施氮量的增加而下降,当施氮为 $400\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 时上述指标变化不显著,说明在一定范围内施氮可以延缓番茄叶片衰老。

该试验中,增施氮肥能够延缓番茄植株的衰老进程,提高后期产量,施氮后经济产量与未施氮相比均达到差异极显著水平,当施氮量为 $200\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 时经济系数最高,而产量最高出现在施氮量为 $300\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 水平下,因此,施氮过多并不利于养分向生殖器官转移,关于氮素如何调控植株生长发育进程,以及如何通过施肥来平衡番茄植株营养生长与生殖生长的关系等问题尚有待于进一步的研究。

参考文献

- [1] 刘德,赵凤艳,陈宇飞. 氮肥不同用量对保护地番茄生育及产量的影响[J]. 北方园艺,1998(5):7-8.
- [2] 赵晨晨,黄福灯,龚盼,等. 水稻叶片早衰突变体 osled 的生理特征与基因定位[J]. 作物学报,2014,40(11):1946-1955.
- [3] 郝俊杰,刘焕民,马奇祥,等. 棉花叶片早衰的诊断及遗传效应分析[J]. 作物学报,2011,37(3):389-396.
- [4] 范杰英,王昱,姜晓莉,等. 玉米叶片早衰及籽粒败育的机理与影响因素[J]. 安徽农业科学,2011,39(3):1330-1332.
- [5] 赵长星,马东辉,王月福,等. 施氮量和花后土壤含水量对小麦旗叶衰老及粒重的影响[J]. 应用生态学报,2008,19(11):2388-2393.
- [6] 孙虎,王月福,王铭伦,等. 施氮量对不同类型花生品种衰老特性和产量的影响[J]. 生态学报,2010,30(10):2671-2677.
- [7] 刘连涛,李存东,孙红春,等. 氮素营养水平对棉花衰老的影响及其生理机制[J]. 中国农业科学,2009,42(5):1575-1581.
- [8] 李合生,陈翠莲,洪玉枝. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 武汉:华中农业大学出版社,1998:167-169.
- [9] 李向东,王晓云,张高英,等. 花生叶片衰老与活性氧代谢[J]. 中国油料作物学报,2001,23(2):31-34.

Effects of Nitrogen Fertilizer on Tomato Aging Control and Production

SUN Hu

(Weifang University of Science and Technology, Shouguang, Shandong 262700)

Abstract: In order to discuss the suitable nitrogen application rate of high yield of tomato in facility cultivation conditions, pink tomato 'Western 519' was used as test material, effects of nitrogen levels on tomato leaf senescence and yield were studied systematically. The results showed that, tomato leaf chlorophyll content and net photosynthetic rate, protective enzyme activity increased with the increasing of nitrogen levels, but the MDA content decreased with the increasing of nitrogen levels. When nitrogen levels were more than $300\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$, above indicators had no significant increase or decrease. The above showed that reasonable nitrogen could delay the aging of the tomato plants. Nitrogen could significantly increase the yield of tomato, and when the nitrogen levels in the $300\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$, it had the highest yield. But when the nitrogen levels in the $200\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$, the economic coefficient was the highest.

Keywords: tomato; nitrogen level; aging; yield