

doi: 10.11838/sfsc.20180413

叶面追施硝态氮肥抑制菠萝营养生长效应

陈 菁, 徐明岗, 孙光明, 石伟琦, 冼皑敏, 马海洋

(中国热带农业科学院亚热带作物研究所/海南省热带作物营养重点实验室, 广东 湛江 524091)

摘 要: 采用叶面淋施的盆栽试验方法, 以我国菠萝主栽品种—巴厘为试材, 研究不同形态氮素对盆栽菠萝营养生长和菠萝叶片黄化的影响, 为菠萝氮肥合理施用提供参考。试验结果表明, 叶面淋施硝态氮处理的菠萝根、茎叶生物量显著低于叶面淋施铵态氮、酰胺态氮, 黄叶数显著高于叶面淋施铵态氮、酰胺态氮。与铵态氮相比, 硝态氮处理的菠萝总叶数、根数目、根重、茎叶重分别减少 18.7%、26.5%、49.7%、43.5%, 黄叶数增加 192.7%。叶面淋施硝态氮抑制菠萝营养生长主要机理是硝态氮提高了土壤 pH 值, 减少了铁吸收, 降低菠萝叶片中全铁、活性铁、叶绿素含量 (与铵态氮相比, 分别减少 25.9%、66.9%、23.2%)。

关键词: 叶面淋施; 菠萝; 硝态氮; 铵态氮; 营养生长

中图分类号: S143.1⁺3; S668.3

文献标识码: A

文章编号: 1673-6257 (2018) 04-0082-05

菠萝 [*Ananas comosus* (L.) Merr] 又名凤梨, 属凤梨科凤梨属草本植物, 原产南美洲^[1]。我国是世界菠萝第四大生产国, 主要种植在广东、广西、海南、云南、福建、台湾。氮作为植物必须营养元素, 对菠萝生长起着重要作用。目前我国菠萝果园中氮肥 15%~25% 通过叶面喷施, 75%~85% 通过土壤施用。不同形态氮素对植物养分吸收、生长及叶绿素含量有重要影响^[2-4], 但目前不同形态氮对菠萝生长和黄化影响鲜见报道。我国菠萝主产区广东雷州半岛和海南菠萝普遍在冬春季节和夏季高温干旱时段出现黄化现象^[5-6], 严重影响菠萝生长和产量。引起黄化的因素很多, 不良生态因子 (如低温、高温、缺水)^[7], 缺乏与叶绿素合成有关的营养元素 (如 N、S、Mg、Fe)^[8], 营养元素不平衡 (如 P、Mn 过多)^[9-10], 过量硝态氮^[11]都会造成植物黄化。本文通过不同形态氮对菠萝营养生长及叶片黄化影响研究, 为菠萝氮肥合理施用提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验概况

试验于 2015 年 10 月 28 日在广东湛江南亚热带作物研究所试验基地进行, 采用盆栽试验方法, 试验用盆为无纺布袋, 袋高 35.5 cm, 内径 29.5 cm, 每盆装土 25 kg, 种植前每袋施 15-15-15 复合肥 25 g, 试验用苗为我国菠萝主栽品种—巴厘 (托苗), 每株巴厘苗鲜重约为 195 g, 试验土壤为玄武岩发育而成砖红壤, 土壤质地为粘土, 其基本理化性质为: pH 值 4.81, 有机质 20.0 g·kg⁻¹, 全氮 8.5 g·kg⁻¹, 碱解氮 89 mg·kg⁻¹, 有效磷 8.4 mg·kg⁻¹, 速效钾 100 mg·kg⁻¹, 有效铁 24.7 mg·kg⁻¹。

1.2 试验设计

试验设 4 个处理, 处理 1: 酰胺态氮 + 钠处理, 叶面淋施 0.54% 氯化钠和 0.28% 尿素; 处理 2: 硝态氮处理, 叶面淋施 0.79% 硝酸钠; 处理 3: 铵态氮处理, 叶面淋施 0.61% 硫酸铵; 处理 4: 酰胺态氮处理, 叶面淋施 0.28% 尿素。各处理施用纯 N 一致, 处理 1 (对照) 和处理 2 施用钠量一致。每处理 3 次重复, 每重复 3 盆。每处理分别于 3、4、5、6、7 月每盆叶面淋施 1 L 肥液 (N 1.29 g)。植后进行日常水分管理, 在干旱季每隔 4~5 d 淋水一次, 每次淋 1.0 L, 保持土壤水分含量在 25% 左右, 并于 2016 年 3 月每盆土施磷酸二氢钾 2.52 g、硫酸钾 10.1 g; 7 月每盆土施磷酸二氢钾 3.53 g, 硫酸

收稿日期: 2017-09-26; 最后修订日期: 2018-01-04

基金项目: 海南省自然科学基金 (No. 313057); 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项 (菠萝营养及水肥一体化骨干专家项目)。

作者简介: 陈菁 (1973-), 男, 广东人, 副研究员, 博士, 主要从事热带作物栽培与营养方面研究。E-mail: zjchenjing363@163.com。

钾 8.26 g。

1.3 测定项目与方法

植后 9 个月分别测定各处理叶片数、黄叶数；植后 11 个月（催花前）采集各处理根、茎叶，然后清洗根系及茎叶灰尘，自然凉干后测定各处理根长、根数目、根、茎叶鲜重；并采集各处理盆中土壤，测其 pH 值；采集各处理菠萝生长过程中最长的一组叶片即 D 叶，测叶绿素、活性铁含量；采集各处理菠萝刚成熟叶片，用塑料刀切碎，在 70℃ 烘箱烘干，玛瑙研钵研碎，然后测其氮、磷、钾、全铁、全锰含量。

pH 值：用电位法测定^[12]。叶片活性铁含量：叶片鲜样切碎后用 1 mol · L⁻¹ HCl 按 1 g 鲜样加 10 mL HCl 的比例浸提（连续振荡 5 h），过滤后用 ICP 测定^[13]。全铁、锰含量：定量称取烘干样品，在电炉上预灰化后经 500℃ 干灰化，1.2 mol · L⁻¹ HCl 溶解后，用 ICP 测定^[12]。叶片氮、磷、钾：定量称取烘干样品，H₂SO₄ - H₂O 消煮，其中氮用自动定氮仪，磷用钼锑抗比色法，钾用火焰光度计测定^[12]。叶绿素含量：叶片鲜样用丙酮浸提，然后用紫外分光光度计测定^[14]。

1.4 数据处理

运用 Excel 2007、SPSS 13.0 软件进行数据计算及统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同形态氮素对土壤 pH 值及菠萝养分含量的影响

叶面淋施不同形态氮素对土壤 pH 值、菠萝叶片氮、磷、钾、全铁、活性铁、全锰都有显著影响 ($P < 0.05$)，硝态氮（处理 2）处理的土壤 pH 值、菠萝叶片钾含量显著高于铵态氮（处理 3）、酰胺态氮（处理 1、4）处理。但全铁、活性铁含量则显著低于铵态氮、酰胺态氮处理（表 1）。与铵态氮相比，硝态氮处理的土壤 pH 值、菠萝叶片钾含量分别高出 26.6%、6.6%，全铁、活性铁分别低 25.9%、66.9%。硝态氮处理的菠萝叶片氮、磷、锰含量与铵态氮、酰胺态氮处理的没有显著差异。铵态氮处理的土壤 pH 值低于酰胺态氮处理（处理 1、4），这表明，铵态氮比酰胺态氮具有更好的酸化能力。酰胺态氮 + 钠处理（处理 1）与酰胺态氮处理（处理 4）在土壤 pH 值、菠萝叶片氮、磷、钾、全铁、活性铁、全锰含量上都没有显著差异，可见在本试验中添加 0.54% 氯化钠对土壤 pH 值、菠萝叶片氮、磷、钾、全铁、活性铁、全锰含量都没有显著影响；硝态氮处理引起土壤 pH 值、菠萝叶片氮、钾含量升高，全铁、活性铁降低。

表 1 不同形态氮素对土壤 pH 值及菠萝叶片养分含量的影响

处理	pH 值	氮 (%)	磷 (%)	钾 (%)	全铁 (mg · kg ⁻¹)	活性铁 (mg · kg ⁻¹)	全锰 (mg · kg ⁻¹)
酰胺态氮 + 钠	4.78 ± 0.03b	0.88 ± 0.06a	0.070 ± 0.003a	2.90 ± 0.09b	178 ± 12a	22.8 ± 2.2b	225 ± 16a
硝态氮	5.33 ± 0.10a	0.87 ± 0.05a	0.072 ± 0.004a	3.07 ± 0.06a	140 ± 10b	7.8 ± 0.9c	219 ± 15a
铵态氮	4.21 ± 0.08c	0.90 ± 0.06a	0.069 ± 0.005a	2.88 ± 0.07b	189 ± 15a	23.6 ± 2.0a	231 ± 18a
酰胺态氮	4.76 ± 0.01b	0.89 ± 0.03a	0.073 ± 0.002a	2.92 ± 0.08b	183 ± 12a	22.2 ± 2.2b	220 ± 20a

注：± 后数字是标准差，小写字母表示同列数据间比较，字母相同者表示没有显著差异（邓肯式新复极差法， $P = 0.05$ ）。下同。

2.2 不同形态氮素对菠萝营养生长及其 D 叶叶绿素含量的影响

叶面淋施不同形态氮素影响了菠萝营养生长及叶片黄化（表 2）。与铵态氮（处理 3）、酰胺态氮处理（处理 1、4）相比，硝态氮（处理 2）处理显著降低了菠萝叶片总数、菠萝 D 叶叶绿素含量、菠萝根长、根数目、根重及茎叶重，显著提高了黄叶数。与铵态氮处理相比，硝态氮处理的菠萝总叶数、D 叶叶绿素含量、根数目、根重、茎叶重分别降低 18.7%、23.2%、26.5%、

49.7% 和 43.5%，黄叶数增加 192.7%。铵态氮处理的菠萝总叶数、黄叶数、菠萝 D 叶叶绿素含量、根长与酰胺态氮处理的没有显著差异，但铵态氮处理的菠萝总叶数、菠萝 D 叶叶绿素含量有高于酰胺态氮处理的趋势，黄叶数有低于酰胺态氮处理的趋势。铵态氮处理的菠萝根数目、根重、茎叶重显著高于酰胺态氮处理（处理 1、4 平均值），分别高出 16.4%、13.3% 和 10.4%，这表明，铵态氮处理在促进菠萝营养生长方面略优于酰胺态氮处理。

表 2 不同形态氮素对菠萝营养生长及其 D 叶叶绿素含量的影响

处理	总叶数	黄叶数	叶绿素含量 ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}\text{FW}$)	根长 (cm)	根数目 (条)	根重 (g)	茎叶重 (g)
酰胺态氮 + 钠	31.6 ± 4.6a	6.1 ± 0.9b	0.93 ± 0.09a	27.3 ± 1.8a	102 ± 10b	26.8 ± 1.3b	759.0 ± 54.3b
硝态氮	26.5 ± 3.9b	16.1 ± 1.9a	0.76 ± 0.08b	24.1 ± 2.3b	86 ± 10c	15.0 ± 1.9c	467.2 ± 28.3c
铵态氮	32.6 ± 4.3a	5.5 ± 0.8b	0.99 ± 0.12a	26.8 ± 1.1a	117 ± 8a	29.8 ± 2.8a	827.0 ± 100.1a
酰胺态氮	31.9 ± 3.7a	5.9 ± 1.0b	0.91 ± 0.10a	27.0 ± 2.2a	99 ± 14b	25.8 ± 1.0b	739.0 ± 54.3b

注：黄叶指的是叶 1/4 以上部份褪绿的叶片。

3 讨论与结论

植物吸收硝态氮后，在硝酸还原酶和亚硝酸还原酶催化下，还原为氨，在此过程中，需要消耗 H^+ ，同时伴随 OH^- 产生，所产生的 OH^- ，一部份用于代谢，提高了植物细胞体内 pH 值，一部份由根排出体外，使根际土壤或营养液的 pH 值上升^[15]，从而降低了土壤有效铁含量和减少了植物对铁吸收，这可能是本研究中硝态氮处理菠萝叶片全铁、活性铁、叶绿素含量较其他处理低的原因。前人研究结果也表明，硝态氮增加铁在根部积累，抑制铁向地上部转移，从而降低植物新叶活性铁和叶绿素含量^[16-17]，硝态氮还使植物质外体 pH 值升高，降低质外体铁的有效性，抑制 Fe^{3+} 还原，使进入共质体铁减少^[18]。铵态氮被植物吸收后，释放等当量 H^+ ，从而引起外部介质 pH 值明显下降，根际土壤明显酸化^[19]；铵态氮在土壤中也可是被氧化为亚硝态氮和硝态氮，释放出 H^+ ，从而引起土壤酸化^[20]。邹春琴等^[21]研究结果也表明，铵态氮、酰胺态氮使小麦根际 pH 值比土体 pH 值低 0.4 ~ 0.5 个单位，硝态氮则使其提高 0.4 个单位。铵态氮可通过降低叶片质外体的 pH 值和提高新叶质外体可溶性铁的浓度来改善缺铁植物的铁营养状况^[22]。与硝态氮相比，铵态氮提高了玉米根尖质外体 Fe^{2+} 和交换性铁的浓度和比例，从而改善植物铁营养^[23]。铵态氮的供应使得菜豆新叶中活性铁含量、新叶叶绿素含量及体内铁的再利用效率都明显高于硝态氮处理^[24]，可见铵态氮通过酸化土壤，提高根尖质外体 Fe^{2+} 和交换性铁含量，被植物吸收到体内后降低叶片质外体的 pH 值，提高新叶质外体可溶性铁的浓度和提高植株体内铁再利用效率来改善植物铁营养，促使叶绿素合成，提高光合作用，从而促进菠萝营养生长。叶面淋施酰胺态氮尿素后，一部份被植物以分子形态直接吸收，一部份被脲酶水解为铵态氮，其作用与铵态氮肥效果相类

似，但由于其在氨化过程中形成氨浓度很大的碱性区域，其酸化土壤效果较铵态氮肥略差。与铵态氮和酰胺态氮相比，硝态氮显著降低了菠萝叶片全铁、活性铁、叶绿素含量，增加叶片黄化数目，减少菠萝光合作用，从而抑制了菠萝营养生长（根数目、根、茎叶重量显著减少）。在本试验中，单施铵态氮、酰胺态氮的菠萝营养生长显著好于单施硝态氮，其中又以铵态氮肥效果略好于酰胺态氮肥，这说明菠萝在营养生长阶段，较适合施用铵态氮、酰胺态氮肥，特别是铵态氮肥。我国菠萝大多种植在旱坡地，在冬春干旱季节或夏季高温干旱时段，常出现菠萝黄化现象，淋施铵态氮或酰胺态氮有利于减轻菠萝黄化症状。在菠萝生产中氮肥 15% ~ 25% 通过叶面喷施，本研究结果表明，在菠萝营养生长期，叶面喷施以铵态氮肥（如硫酸铵、磷酸一铵、二铵）或酰胺态氮肥（尿素）效果较好，单纯叶面喷施硝态氮肥会抑制菠萝生长，并引起菠萝叶片黄化，因而在营养生长期，叶面喷施肥料或滴灌喷灌肥料中，应少施用硝态氮肥。菠萝大多种在旱坡地，氮在旱地主要以硝态氮存在，铵态氮、酰胺态氮在旱地有一部份转化为硝态氮，土壤施用不同形态氮肥对菠萝营养生长有何影响，值得进一步研究。

不同氮形态对作物生长的响应，不但受作物种类影响，还受介质 pH 值、介质中阴阳离子、水分和通气状况等环境条件影响。苗艳芳等^[25]研究结果表明，相对于铵态氮，硝态氮显著提高小麦产量。邹春琴等^[26]在营养液培养条件下，发现硝态氮处理由于显著提高了向日葵叶片水势和膨压，从而显著促进了向日葵营养生长。谢晋等^[27]研究结果表明，高比例硝态氮促进烤烟前期早发快长。但与上述小麦、向日葵、烤烟不同的是，与硝态氮相比，铵态氮由于促进了铁吸收和转移，显著促进早稻和水稻营养生长^[4]，本试验研究结果也表明，铵态氮由于降低了土壤 pH 值，促进了铁吸收和提高

叶片活性铁和叶绿素含量,从而促进了菠萝营养生长。张强等^[28]研究结果表明,在控制性分根交替灌溉下铵态氮对番茄前期生长有利,而硝态氮则促进番茄植株后期生长,并促进果实产量增加。在本试验中,在菠萝营养生长期单施铵态氮显著促进了菠萝根、茎叶生长,而硝态氮则显著抑制了菠萝根、茎叶生长,由于菠萝产量与植株茎叶重成极显著正相关^[29],因而单施铵态氮处理的菠萝产量高于单施硝态氮处理。在营养生长期施用铵态氮,在生殖生长期施用硝态氮能否进一步提高菠萝产量,值得进一步研究。与单施一种形态氮相比,混合施用多种形态氮更有利于作物生长和产量提高。刘备^[30]研究结果表明,硝态氮、铵态氮、酰胺态氮3种形态氮素配合施用最有利于水培和基质培中菠菜、乌塌菜、番茄、辣椒等蔬菜产量、品质及安全性提升。周箬涵等^[31]研究结果也表明,与单施硝态氮或铵态氮相比,在硝态氮:铵态氮=1:1时显著促进娃娃菜生长。在菠萝生长前期施用高比例铵态氮肥,中后期施用高比例硝态氮肥,能否既促进菠萝前期营养生长,又促进菠萝后期生殖生长,从而提高菠萝产量,也值得进一步研究。

总的来看,在本试验中硝态氮通过提高土壤pH值,降低菠萝叶片中全铁、活性铁、叶绿素含量,从而抑制菠萝根、茎叶生长,并引起菠萝叶片黄化。铵态氮或酰胺态氮则通过降低土壤pH值,提高菠萝叶片中全铁、活性铁、叶绿素含量,从而促进菠萝根、茎叶生长,其中铵态氮在酸化土壤,促进菠萝营养生长方面略优于酰胺态氮。

参考文献:

- [1] 孙光明. 菠萝栽培技术 [M]. 昆明: 云南教育出版社, 2013.
- [2] 崔骁勇, 曹一平, 张福锁. 氮素形态及 HCO_3^- 对豌豆铁素营养的影响 [J]. 植物营养与肥料学报, 2000, 6 (1): 84-90.
- [3] 周利华, 聂立水, 王百田, 等. 不同氮源和pH值对比利时杜鹃叶片生理特征和营养元素的影响 [J]. 北京林业大学学报, 2008, (6): 30-35.
- [4] 邹春琴, 范晓云, 石荣丽, 等. 铵态氮和硝态氮对旱稻、水稻生长及铁营养状况的影响 [J]. 中国农业大学学报, 2007, (4): 45-49.
- [5] 陈菁, 石伟琦, 孙光明, 等. 干旱胁迫对菠萝苗期生长及叶绿素含量影响 [J]. 热带农业科学, 2012, 32 (7): 1-3.
- [6] 张江周, 严程明, 李宝深, 等. 旱季菠萝叶片黄化调查与分析 [J]. 热带农业科学, 2012, 32 (9): 16-19.
- [7] 周厚基, 全月澳. 苹果树缺铁失绿研究进展—I. 生态因子对缺铁失绿的影响 [J]. 中国农业科学, 1987, 20 (3): 23-27.
- [8] 凌雨俐, 彭良志, 淳长品, 等. 赣南组荷尔脐橙叶片黄化与营养元素丰缺的相关性 [J]. 中国农业科学, 2010, 43 (17): 3602-3607.
- [9] 张淑香, 王小彬, 金柯, 等. 干旱条件下氮、磷水平对土壤锌、铜、锰、铁有效性的影响 [J]. 植物营养与肥料学报, 2001, 7 (4): 391-396.
- [10] 陆申年. 菠萝的铁锰平衡及铁肥施用 [J]. 广西农学院学报, 1988, 7 (2): 21-24.
- [11] 黄乐平, 陈霞, 王成, 等. 库尔勒香梨黄化病机理研究 [J]. 新疆农业科学, 2004, (1): 41-45.
- [12] 鲍士旦. 土壤农化分析 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [13] Takkar P N, Kaur N P. HCl method for Fe^{2+} estimation to resolve iron chlorosis in plants [J]. Journal of Plant Nutrition, 1984, 7 (5): 81-90.
- [14] 王学奎. 植物生理生化实验原理和技术 (第2版) [M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.
- [15] 陆景陵. 植物营养学 (上册) (第2版) [M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2003.
- [16] 邹春琴, 张福锁, 毛达如. 铁在菜豆体内再转移效果的研究 [J]. 北京农业大学学报, 1993, 19 (增刊): 27-31.
- [17] Mengel K, Geurtzen G. Relationship between Fe chlorosis and alkalinity in *Zea mays* [J]. Physiol Plant, 1988, 72: 460-465.
- [18] Lucena J J. Effects of bicarbonate nitrate and other environmental factors on iron deficiency chlorosis - A review [J]. Journal of Plant Nutrition, 2000, 23 (11-12): 1591-1606.
- [19] Mengal K, Kirkby E A. Principle of plant nutrition (3rd ed.) [M]. Bern: International Potash Institute Worblaufen - Bern, 1982.
- [20] De Vries W, Breeuwsma A. The relation between soil acidification and element cycling [J]. Water, Air, Soil Poll, 1987, 35: 293-310.
- [21] 邹春琴, 杨志福. 氮素形态对春小麦根际pH与磷素营养状况的影响 [J]. 土壤通报, 1994, (4): 3-4.
- [22] 邹春琴, 张福锁. 叶片质外体pH降低是铵态氮改善植物铁营养的重要机制 [J]. 科学通报, 2003, 16: 1791-1795.
- [23] 邹春琴, 张福锁, Goldbach H E. 氮素形态对玉米根尖质外体铁组成影响的短期效应 [J]. 科学通报, 2001, 46 (24): 2058-2062.
- [24] 邹春琴, 张福锁, 毛达如. 影响菜豆体内铁再利用效率的因素及其机理 [J]. 土壤学报, 1997, 34 (4): 451-460.
- [25] 苗艳芳, 李生秀, 徐晓峰, 等. 冬小麦对铵态氮和硝态氮的响应 [J]. 土壤学报, 2014, 51 (3): 564-574.
- [26] 邹春琴, 王晓凤, 张福锁. 铵态氮抑制向日葵生长的作用机制初步探讨 [J]. 植物营养与肥料学报, 2004, 10 (1): 82-85.
- [27] 谢晋, 严玛丽, 陈建军, 等. 不同铵态氮硝态氮配比对烤

- 烟产量、质量及其主要化学成分的影响 [J]. 植物营养与肥料学报, 2014, 20 (4): 1030–1037.
- [28] 张强, 徐飞, 王荣富, 等. 控制性分根交替灌溉下氮形态对番茄生长、果实产量及品质的影响 [J]. 应用生态学报, 2014, 25 (12): 3547–3555.
- [29] 陈业渊, 杨连珍, 邓穗生, 等. 菠萝果重与营养器官的相关性分析 [J]. 热带作物学报, 2003, 24 (4): 35–38.
- [30] 刘备. 不同形态氮配比及包膜控释肥对几种蔬菜产量品质的影响 [D]. 泰安: 山东农业大学, 2015.
- [31] 周蓉涵, 郁继华, 杨兵丽, 等. 不同氮素形态及配比对娃娃菜产量、品质及其养分吸收的影响 [J]. 华北农学报, 2015, 30 (3): 216–222.

Effect of nitrate nitrogen on inhibiting the vegetative growth of pineapple

CHEN Jing, XU Ming-gang, SUN Guang-ming, SHI Wei-qi, XIAN Ai-min, MA Hai-yang (South Subtropical Crops Research Institute of China Academy of Tropical Agricultural Sciences/Key Laboratory of Plant Nutrition, Hainan Province, Zhanjiang Guangdong 524091)

Abstract: Based on experiment of pot-cultivating with foliage spraying for main varieties of pineapple (var. yellow Mauritius), effects of nitrogen forms on the vegetative growth and chlorosis of pineapple were investigated so as to provide reference for rational application of nitrogen fertilizer for pineapple. The results showed that the biomass of roots, stem and leaves of pineapple by foliage spraying nitrate nitrogen was significantly lower than that by foliage spraying ammonium nitrogen or amide nitrogen, but the number of pineapple chlorosis leaves was more than that by foliage spraying ammonium nitrogen or amide nitrogen. Compared with ammonium nitrogen treatment, nitrate nitrogen treatment decreased total number of pineapple leaves, number of roots, the weight of roots, the weight of stem and leaves by 18.7%, 26.5%, 49.7%, 43.5%, respectively, and increased number of yellow leaves by 192.7%. The main mechanism of nitrate nitrogen inhibiting the vegetative growth of pineapple was that nitrate nitrogen significantly increased the value of pH in soil, and significantly decreased Fe absorption and total Fe, active Fe, chlorophyll content of pineapple leaves (decreasing by 25.9%, 66.9%, 23.2% compared with ammonium nitrogen, respectively).

Key words: foliage spraying; pineapple; nitrate nitrogen; ammonium nitrogen; vegetative growth