

文章编号: 1674-7054(2018)04-0427-06

氮肥施用量对火龙果枝条生长 及养分积累的影响

程玉¹ 徐敏¹ 熊睿¹ 刘成立¹ 林家年¹ 阮云泽¹,
任太军² 王国洪³ 赵鹏飞² 汤华¹

(1. 海南大学 热带农林学院/海南热带生物资源可持续利用国家重点实验室培育基地, 海口 570228;

2. 深圳诺普信农化股份有限公司, 广东 深圳 518100; 3. 广西小象农业科技有限公司, 南宁 530007)

摘要: 以1年生火龙果苗为材料, 研究不同氮肥施用量(0, 130, 185, 245, 345 kg·hm⁻²)对火龙果幼苗生长发育的影响。结果表明: 氮肥能促进火龙果枝条的生长。5种施肥处理火龙果植株地上部氮元素(N)质量含量范围为17.49~18.59 g·kg⁻¹, 磷素(P)质量含量范围为4.86~6.18 g·kg⁻¹, 钾素(K)质量含量范围为57.01~61.28 g·kg⁻¹。不同元素在相同部位的分布存在差异, 同一元素在不同部位的分布及累积量也存在差异。各处理单株氮、磷、钾累积量以及总累积量分别占其总干质量的1.70%、0.45%、5.75%和8%以上; 施氮肥会导致火龙果幼苗根冠比降低。火龙果植株地上部中各矿质元素含量均为K>N>P, K含量是N含量的3倍多, 是P含量的12倍多。在火龙果的生产实践中, 建议施用高钾型肥料。

关键词: 火龙果; 养分积累; 氮素营养; 矿质元素

中图分类号: S 667.9

文献标志码: A

DOI: 10.15886/j.cnki.rdsxb.2018.04.010

火龙果(*Hylocereus undulatus*)别称红龙果、青龙果等, 原产于中南美洲热带雨林地区, 是近年来新兴的热带水果^[1]。目前, 在我国广东、广西、海南等地均有种植。火龙果营养丰富, 果实中含有丰富的白蛋白、甜菜红素、维生素及多种功能性氨基酸和矿质元素, 具有很高的食用价值^[2-4]。火龙果的品质与品种及栽培管理措施密切相关。在火龙果栽培方面, 水肥管理是非常重要的环节, 土壤肥力、肥料配比和用量等都会影响火龙果的产量和品质。在实际生产中, 火龙果的施肥大多凭借个人种植经验, 鲜有关于火龙果氮、磷、钾配施方面的研究报道。因此, 笔者就不同氮素水平对火龙果苗期生长发育及养分积累的影响展开研究, 旨在为火龙果苗期的科学合理施肥提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料 供试火龙果品种为‘软枝大红’火龙果。试验所用的氮肥为尿素(N≥46%); 磷肥为磷酸二氢钾(P₂O₅≥51%); 钾肥为硫酸钾(K₂O≥51%)和磷酸二氢钾(K₂O≥34%)。

1.2 试验基地 试验地位于广西崇左市江州区那隆镇, 地理坐标为东经107°45′~108°54′, 北纬21°90′~23°73′, 海拔140 m, 属亚热带季风气候。基地建于2017年5月, 面积15 hm², 种植密度11 400株·hm⁻²。年日照时数1 600 h, 年平均气温22.3℃, 年均降雨量1 200 mm, 全年无霜期364 d。试验地土壤为赤红壤, pH 5.35, 全氮质量含量0.74 g·kg⁻¹, 有效磷质量含量0.14 g·kg⁻¹, 速效钾质量含量0.35 g·kg⁻¹, 有机质质量含量12.54 g·kg⁻¹。

收稿日期: 2018-09-05

修回日期: 2018-10-09

基金项目: 海南省重点研发项目(ZDYF2018080), 国家自然科学基金项目(31360364)

作者简介: 程玉(1988-), 男, 海南大学热带农林学院2016级硕士研究生, E-mail: 18389595152@163.com

通信作者: 汤华(1974-), 男, 教授, 研究方向: 作物遗传育种与分子生物学, E-mail: thtiger@163.com;

赵鹏飞(1986-), 男, 农艺师, 研究方向: 植物营养与施肥, E-mail: zhaopf_cau@163.com

1.3 试验设计 在磷肥施用量($50 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)和钾肥施用量($250 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)不变的基础上,设置5个氮肥(纯氮)水平: $0(T_0)$ 、 $130(T_1)$ 、 $185(T_2)$ 、 $245(T_3)$ 、 $345(T_4)$ $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。每个处理4次重复,共20个小区,随机区组排列。选择地势平缓、整齐、肥力差异较小的地块作为试验用地,火龙果试验地采用“单柱”式栽培模式,行距 $2.5 \text{ m} \times 2 \text{ m}$ 。除施肥量不同外,其他田间管理均与常规管理相同。每月施肥6次,平均5 d施肥1次。

1.4 采样方法 施肥处理前采样,取整株火龙果苗。样品采后先用清水洗净火龙果苗表面的灰尘等杂质,再用去离子水冲洗2~3次,稍晾干后将样品剪碎分别放入不同的档案袋中,并作标记,放入烘箱。先于 105°C 温度下杀青30 min,再调至 85°C 至完全烘干,然后粉碎保存在密封袋中,做标记。于 -20°C 贮藏,备用。

1.5 生长指标测定 在各小区选取10株长势均匀的火龙果苗观察1级枝条生长(2017-07-28—09-30)5 d观察测定1次,共计13次,64 d。各小区选取5株能代表本小区长势的火龙果2级枝条,观察2级枝条生长(2017-11-06—2018-01-29)5 d观察1次,共计10次,43 d。

1.6 养分指标测定 植株氮采用 $\text{H}_2\text{SO}_4-\text{H}_2\text{O}_2$ 消煮-蒸馏法测定;植株磷采用 $\text{H}_2\text{SO}_4-\text{H}_2\text{O}_2$ 消煮-钼钒黄比色法;植株钾采用 $\text{H}_2\text{SO}_4-\text{H}_2\text{O}_2$ 消煮-火焰光度法^[5]。

1.7 数据分析与处理 利用Excel 2003及SSPS 20软件进行数据处理。

2 结果与分析

2.1 不同氮素水平对火龙果1级枝条长度的影响 氮肥能够促进火龙果植株的生长。从图1可知,施氮肥对火龙果1级枝条的生长有一定的促进作用。不同氮素水平下,火龙果1级枝条均有不同程度的增长,但各处理1级枝条生长指标与同期 T_0 处理相比无显著差别,这可能与土壤肥力及火龙果幼苗的需肥特点和枝条生长特性等有关。

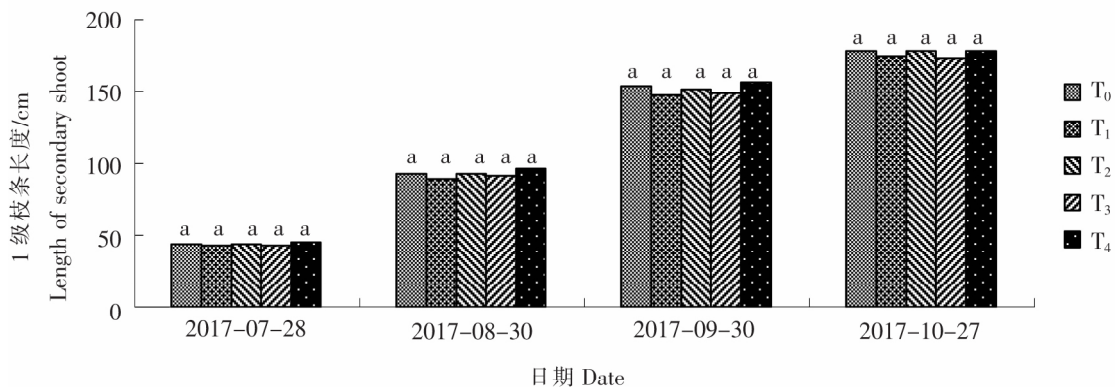


图1 施氮肥对火龙果1级枝条的影响

Fig.1 Effect of nitrogen application on the growth of the first lateral shoots of pitaya

2.2 不同氮素水平对火龙果2级枝条长度的影响 当枝条生长到一定长度时,火龙果2级枝条顶端会被剪除,俗称“打顶”。研究发现,氮肥也能够促进火龙果2级枝条的生长。由图2可知,不同氮素水平对火龙果2级枝条长度的影响存在差异,不论氮肥用量如何变化,火龙果2级枝条长度均显著增加,且随着时间的延长,增长速度放缓。可能是因为随气温的下降,火龙果枝条生长速度放缓。随氮肥用量的增加,在同一时期内各处理火龙果2级枝条长度呈先增加后降低的趋势,但总的来说,仍大于 T_0 处理。2018-01-06为火龙果2级枝条“打顶”时间, T_3 处理的2级枝条长度显著高于 T_0 处理,较同一时期 T_0 处理增加了8.61%。其他处理也高于 T_0 处理,但与 T_0 处理间差异不显著。

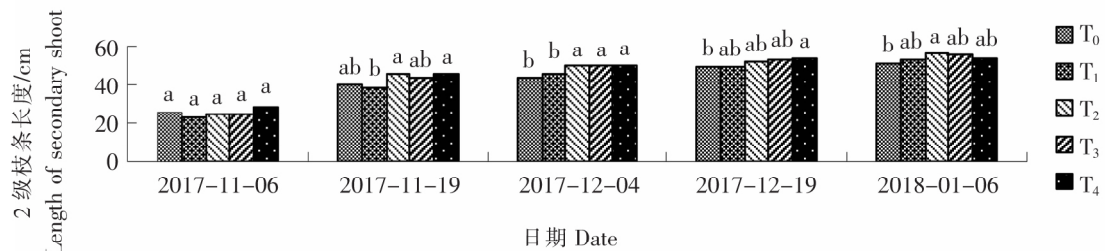


图 2 施氮肥对火龙果 2 级枝条的影响

Fig.2 Effect of nitrogen application on the growth of the secondary lateral shoots of pitaya

2.3 不同氮素水平对火龙果氮素含量及累积量的影响 氮肥用量影响火龙果对氮素的吸收。从表 1 的数据看出,各处理不同部位的氮素含量为 2 级枝条 > 1 级枝条 > 主茎。T₁、T₂、T₃ 处理主茎中氮素含量均高于 T₀, 分别较 T₀ 增加了 6.04%、5.23%、5.30%, 但各处理间主茎中氮素含量无显著差异。T₁、T₂、T₃ 处理的 2 级枝条中氮素含量均高于 T₀, 分别较 T₀ 增加了 2.45%、5.70%、3.73%, 但各处理间 2 级枝条中无差异显著。T₀ 的 1 级枝条中氮素含量高于 T₁、T₂、T₃ 处理, 但与 T₁、T₂ 处理间无显著差异。

表 1 不同氮素水平对火龙果各部位氮素含量和累积量的影响

Tab.1 Effects of different nitrogen levels on nitrogen content and accumulation in different parts of pitaya

处理 Treat	N 质量含量 N content/(g · kg ⁻¹)			N 累积量 Cumulative N content/(mg · 株 ⁻¹)		
	主茎 Main shoot	1 级枝条 First lateral shoot	2 级枝条 Secondary lateral shoot	主茎 Main shoot	1 级枝条 First lateral shoot	2 级枝条 Secondary lateral shoot
T ₀	14.07b	18.59ab	19.84a	358.40b	1943.30a	236.70d
T ₁	14.92a	17.78bc	20.32a	357.70b	1635.90c	313.50c
T ₂	14.80a	18.22abc	20.97a	336.30c	1749.50b	398.40b
T ₃	14.81a	17.09c	20.58a	381.60a	1604.80c	507.90a
T ₄	15.12a	19.11a	21.53a	331.60c	1680.20bc	483.00a

注: 表中每栏不同的字母代表不同处理之间的差异是否显著($P \leq 0.05$),下同

Note: The different letters in each column of the Table indicate whether the difference between the treatments is significant ($P \leq 0.05$), similarly hereinafter

氮肥用量也影响火龙果各部位氮素累积量,从表 1 看出,同一处理不同部位的氮素累积量不同,其中 1 级枝条中氮素累积量显著高于主茎和 2 级枝条。T₃ 处理主茎中氮素累积量最高,显著高于 T₀,较 T₀ 增加了 6.47%。随着施肥量的增加 2 级枝条中氮累积量呈现先增加后降低的趋势,且 T₃ 处理的氮累积量最大(507.90 mg · 株⁻¹),显著高于 T₀,较 T₀ 增加了 114.58%。

2.4 不同氮素水平对火龙果磷素含量及累积量的影响 不同氮素条件下,火龙果不同部位磷素含量和累积量差异显著(表 2)。除 T₄ 外,火龙果主茎磷素含量最高,其次为 1 级枝条,2 级枝条含量最少。火龙果 1 级枝条中磷累积量最高,其次是主茎,2 级枝条中磷累积量最小。T₁ 处理的 2 级枝条中,磷累积量略高于 T₀,较 T₀ 增加了 16.67%; T₂、T₃、T₄ 处理均显著高于 T₀, 分别较 T₀ 增加了 50.00%、100.00%、83.33%。

2.5 不同氮素水平对火龙果钾素含量及累积量的影响 不同氮素条件下,火龙果不同部位钾素含量存在较大差别。如表 3 所示,火龙果不同部位钾素含量存在显著差异。除 T₀ 外,其余处理各部位钾素含量均为 2 级枝条 > 1 级枝条 > 主茎。T₀ 中钾素含量为 1 级枝条 > 2 级枝条 > 主茎,其中 1 级枝条和 2 级枝条差异不显著,但两者显著高于主茎。随施氮量的增加,主茎中钾素含量逐渐增加。T₁、T₂、T₃、T₄ 处理的主茎中钾素含量均显著高于 T₀, 分别较 T₀ 增加了 19.91%、21.44%、20.24%、23.83%。T₁、T₄ 处理的 2 级枝条中钾素含量显著高于 T₀, 分别较 T₀ 增加了 16.19%、18.98%; T₂、T₃ 处理高于 T₀, 分别较 T₀ 增加了

3.65% 6.87% ,但与 T_0 相比无显著差异。

表 2 不同氮素水平对火龙果各部位磷素含量和累积量的影响

Tab. 2 Effect of different nitrogen levels on phosphorus content and accumulation in different parts of pitaya

处理 Treat	P 质量含量 P content/(g · kg ⁻¹)			P 累积量 Cumulative P content/(mg · 株 ⁻¹)		
	主茎 Main shoot	1 级枝条 First lateral shoot	2 级枝条 Secondary lateral shoot	主茎 Main shoot	1 级枝条 First lateral shoot	2 级枝条 Secondary lateral shoot
T_0	7.10a	6.14a	5.31a	180.80a	641.20a	63.40d
T_1	5.11d	5.07cd	4.39b	122.50c	466.80c	67.80d
T_2	5.83c	5.23c	4.89a	132.40bc	501.40b	93.00c
T_3	6.67ab	5.62b	4.91a	171.70a	527.80b	121.10a
T_4	6.26bc	4.86d	4.90a	137.30b	427.50d	109.90b

不同氮素条件下,火龙果不同部位钾素累积量差异显著。如表 3 所示,火龙果不同部位钾累积量存在显著差异。各处理的 1 级枝条中钾累积量最高,显著高于主茎和 2 级枝条。随施氮量的增加,主茎中钾素累积量呈波浪式上升,2 级枝条中钾素累积量则呈逐渐上升的趋势。其中, T_1 、 T_3 处理主茎中钾素累积量显著高于 T_0 处理,分别较 T_0 处理增加了 13.33%、21.90%; T_2 、 T_4 处理略高于 T_0 处理,分别较 T_0 处理增加了 8.57%、6.67%。 T_1 、 T_2 、 T_3 、 T_4 处理的 2 级枝条中钾素累积量均显著高于 T_0 处理,分别较 T_0 处理增加了 49.33%、64%、120% 和 123%。

表 3 不同氮素水平对火龙果各部位钾素含量和累积量的影响

Tab. 3 Effect of different nitrogen levels on potassium content and accumulation in different parts of pitaya

处理 Treat	K 质量含量 K content/(g · kg ⁻¹)			K 累积量 Cumulative K content/(g · 株 ⁻¹)		
	主茎 Main shoot	1 级枝条 First lateral shoot	2 级枝条 Secondary lateral shoot	主茎 Main shoot	1 级枝条 First lateral shoot	2 级枝条 Secondary lateral shoot
T_0	41.38b	67.16a	62.48c	1.05c	7.02a	0.75c
T_1	49.62a	60.70b	72.59ab	1.19b	5.59b	1.12b
T_2	50.25a	61.11b	64.76bc	1.14bc	5.87b	1.23b
T_3	49.76a	60.07b	66.77abc	1.28a	5.64b	1.65a
T_4	51.24a	58.25b	74.34a	1.12bc	5.12c	1.67a

2.6 不同氮素水平对火龙果根冠比及养分累积比 不同氮素水平下火龙果氮磷钾元素的累积比存在差异。如表 4 所示,随着氮素用量的增加,火龙果根系中氮元素比例在不断下降,磷元素和钾元素比例总体均呈现先增加后降低的趋势。随着氮素用量的增加,火龙果根冠比呈现先降低后增加的趋势,但各处理均低于 T_0 处理。

表 4 不同氮素水平下火龙果根冠比及养分累积比

Tab. 4 Root/shoot ratio and nutrient accumulation ratio of pitaya under different nitrogen levels

处理 Treat	矿质元素养分累积比(根系/地上部) /%				根冠比 /% Root/shoot
	Mineral element accumulation ratio (roots/parts above ground)				
	氮元素 N	磷元素 P	钾元素 K	总累积比 Accumulation ratio	
T ₀	4.67	1.15	0.72	1.57	4.85
T ₁	4.62	1.20	0.75	1.60	4.61
T ₂	4.22	1.09	0.71	1.49	4.21
T ₃	4.18	0.87	0.59	1.37	3.93
T ₄	3.82	1.10	0.67	1.40	4.05

2.7 火龙果枝条的养分积累含量分析 从表 5 中可知,在火龙的 1 级枝条和 2 级枝条中,K 的质量含量为 $61.46 \sim 68.19 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$,N 的质量含量为 $18.16 \sim 20.65 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$,P 的质量含量为 $4.88 \sim 5.38 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。火龙果枝条的养分积累,K 的质量含量是 N 的 3 倍多,是 P 的 12 倍多。同时也发现,N,K 在幼嫩枝条积累多,而 P 在老枝条积累多。

表 5 火龙果枝条的养分积累含量
Tab. 7 Analysis of nutrient accumulation content of pitaya shoots ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)

元素 Element	主茎 Main shoot	1 级枝条 First lateral shoot	2 级枝条 Secondary lateral shoot
N	14.74	18.16	20.65
P	6.19	5.38	4.88
K	48.45	61.46	68.19

3 讨 论

氮素是限制植物生长和发育的关键因素。本试验中,不同氮素条件下对火龙果 1 级枝条的生长具有促进作用,但各处理间差异不显著。不同氮素水平对火龙果 2 级枝条生长的影响较大,随着氮素水平的增加,火龙果 2 级枝条长度呈现出先增加后降低的趋势,氮素水平 $185 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 时,火龙果 2 级枝条长度达最大值。说明在一定氮素水平下,氮素能有效促进火龙果 2 级枝条的生长,但当超过一定程度时,其对火龙果 2 级枝条生长促进有所降低。这与张云舒、唐恒朋等的研究结果一致。张云舒等^[6]研究了不同氮素水平下对谷子生长的影响,发现随着氮肥量的增加,谷子的生长呈先增加后降低的趋势。唐恒朋等^[7]认为随着施氮量的增加,火龙果枝条的新梢生长量呈现出逐渐增加的趋势。

N 在火龙果幼苗 2 级枝条中含量最高,其次为 1 级枝条,主茎中含量最低;P 在火龙果幼苗主茎中含量最高,其次为 1 级枝条,2 级枝条中含量最低;K 在火龙果幼苗 2 级枝条中含量最高,其次是 1 级枝条,主茎中含量最低。该结论总体上与邓仁菊等^[8]的研究结果相同。火龙果枝条的养分积累,N,K 在幼嫩枝条积累多,而 P 在老枝条积累多。K 的含量是 N 的 3 倍多,是 P 的 12 倍多,建议在火龙果生产中,施用高钾型肥料。

参考文献:

[1] 王彩霞,谢良商. 火龙果种植技术现状及发展建议[J]. 中国果树, 2016, 36(2): 48 – 50.
[2] 蔡永强,向青云,陈家龙,等. 火龙果的营养成分分析[J]. 经济林研究, 2008, 26(4): 53 – 56.
[3] 高慧颖,王琦,余亚白. 火龙果花的研究现状与开发前景[J]. 热带生物学报, 2012, 3(3): 281 – 286.
[4] 王桩,王立娟,蔡永强,等. 火龙果营养成分及功能性物质研究进展[J]. 中国南方果树, 2014, 43(5): 25 – 29.
[5] 孙磊. 植物营养学实验[M]. 北京: 北京大学出版社, 2012.
[6] 张云舒,王治国,付彦博,等. 氮肥施用量对膜下滴灌谷子生长及产量的影响[J]. 新疆农业科学, 2017, 54(6): 1061 – 1065.
[7] 唐恒朋,李莉婕,杨珊,等. 氮素施用量对火龙果生长、产量及养分的影响[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(7): 139 – 142.
[8] 邓仁菊,范建新,金吉林,等. 火龙果幼苗矿质营养元素的分布及累及特点[J]. 贵州农业科学, 2011, 39(5): 191 – 192.

Effects of Nitrogen Application Rate on the Growth and Nutrient Accumulation of Pitaya Shoots

CHENG Yu¹, XU Min¹, XIONG Rui¹, LIU Chengli¹, LIN Jianian¹, RUAN Yunze¹,
REN Taijun², WANG Guohong³, ZHAO Pengfei², TANG Hua¹

(1. Institute of Tropical Agriculture and Forestry, Hainan University/National Key Laboratory Breeding Base of Sustainable Utilization of Tropical Biological Resources, Haikou, Hainan 570228, China; 2. Shenzhen Nuopuxin Agrochemical Co., Ltd., Shenzhen 518100, China; 3. Guangxi Xiaoxiang Agricultural Technology Co., Ltd., Nanning, Guangxi 530007, China)

Abstract: One-year-old plants of pitaya (*Hylocereus undulatus*) were treated with nitrogen fertilizer at the rate of 0 (T₀), 130 (T₁), 185 (T₂), 245 (T₃) or 345 kg · hm⁻² (T₄) to study the effects of different application rates of nitrogen fertilizer on the root system and growth of young pitaya plants. The results showed that nitrogen fertilizer promoted the growth of pitaya lateral shoots. The content of nitrogen in the shoots of pitaya plants under 5 treatments ranged from 17.49 g · kg⁻¹ to 18.59 g · kg⁻¹, the phosphorus content from 4.86 g · kg⁻¹ to 6.18 g · kg⁻¹, and the potassium content from 57.01 g · kg⁻¹ to 61.28 g · kg⁻¹. The distribution of different nutrient elements in the same position of pitaya plants was different, and the distribution or accumulation of the same nutrient element in different parts of the pitaya plants was also different. The cumulative content and total cumulative content of nitrogen, phosphorus and potassium of each pitaya plant in each treatment accounted for 1.70%, 0.45%, 5.75% and more than 8% of the total dry weight, respectively. The application of nitrogen fertilizer resulted in a lower root/shoot ratio of the young pitaya plants. The contents of mineral elements in the aboveground parts of the pitaya plants were all in the order of K > N > P. K content was 3 times higher than N content, or 12 times higher than P content. In pitaya production fertilizer with high potassium is recommended.

Keywords: pitaya; nutrient accumulation; nitrogen nutrition; nutrient elements

(责任编辑: 潘学峰)