

黄丽娜,程世敏,赵增贤,等. 宝岛蕉氮磷钾养分累积与分配规律[J]. 江苏农业科学,2017,45(21):123-127.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.21.033

宝岛蕉氮磷钾养分累积与分配规律

黄丽娜,程世敏,赵增贤,谢子四,魏守兴

(中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所/国家热带果树品种改良中心/海南省热带果树工程技术研究中心,海南儋州 571737)

摘要:为探讨宝岛蕉氮磷钾养分累积与分配规律,采用整株肢解法,研究宝岛蕉不同生育期氮磷钾养分累积量与整株养分在根、球茎、假茎、叶及果轴、果实中的分配比例。结果表明,宝岛蕉成熟期氮、磷、钾养分累积量分别为 108.07、35.56、530.86 g/株;从大田苗期到花芽分化期养分累积缓慢,从孕蕾期到成熟期养分累积迅速。宝岛蕉整个生育期氮磷钾养分(N、P₂O₅、K₂O)比例为 1:(0.22~0.51):(4.59~5.76),且生育期间氮磷钾增加量并不均衡。宝岛蕉现蕾前,叶和假茎是吸收累积氮磷钾的主要器官;果实发育阶段,植株氮磷钾养分在叶片中分配比例降低,在果实中则明显提高。收获时宝岛蕉叶片和假茎(残体)氮、磷、钾吸收量分别占整个植株的 61.25%、45.68%、55.74%。宝岛蕉整个生育期应重施施氮钾肥,少施磷肥;并且现蕾前施肥培育健壮的蕉身,果实发育阶段施肥有助于提高产量。另外,宝岛蕉残体的还田和再利用有助于减少氮磷钾肥料用量。

关键词:宝岛蕉;氮磷钾;养分累积;分配;科学施肥

中图分类号: S668.106 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)21-0123-04

香蕉是世界上著名的热带和亚热带水果,其产量仅次于柑橘^[1]。近年来,香蕉枯萎病蔓延迅速,严重影响香蕉产业的健康发展^[2-3]。选育抗病品种被认为是防治枯萎病最经济、最有效的措施之一^[4]。多年来,国内外相继开展了香蕉抗病育种及枯萎病综合防控技术研究,取得了较好的成果^[5-6]。其中,宝岛蕉因具有高产、优质、稳定的特点,现已成为农业部在枯萎病疫区主推的香蕉品种,在我国香蕉疫区种植面积不断扩大,并有逐步取代其他抗枯萎病品种的趋势^[7]。作为香蕉生产的重要环节,根据其营养规律实行科学施肥是影响产量与效益的重要因素。自 20 世纪以来,香蕉的营养特性一直是香蕉研究的热点之一,且研究重点以巴西蕉为主。周修冲等研究了巴西蕉不同生育阶段氮磷钾营养特性^[8];张海风利用大田试验进行了巴西蕉反季节栽培中植株养分吸收累积规律研究^[9];杨苞梅等采用植株肢解方法,把巴西蕉植株分成叶片、假茎、球茎、果实等部位,研究从种植至收获全生长期的养分含量在各器官的变化规律^[10];刘芳等采用同样方法,研究了巴西蕉整个生育期不同器官氮磷钾含量及其变化规律^[11]。以上研究皆针对巴西蕉整个生育期的养分累积或含量,未涉及到各生育期整株养分在不同器官中的分配,对实际生产的指导意义有限。此外,目前对宝岛蕉的研究主要有不同贮藏温度对宝岛蕉果皮色泽的影响^[12]、反季节

宝岛蕉果实生长发育^[13]等,并未开展有关宝岛蕉营养规律的研究。因此,本试验在巴西蕉营养规律研究方法的基础上,采用整株肢解法,在宝岛蕉不同关键生育期分根、球茎、假茎、叶、果轴(抽蕾后)、果实(抽蕾后)等 6 个器官进行采样,测定各时期各器官氮磷钾养分累积与分配比例,以期明确宝岛蕉氮磷钾养分累积与分配规律,为宝岛蕉科学施肥提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于 2014 年在海南省昌江宝岛蕉试验基地进行。于 2014 年 8 月定植组培苗(叶数为 10~12 张),在本试验条件下,香蕉苗定植后 1~2 个月为大田苗期(叶数为 12~20 张),定植后 3~5 个月进入旺盛生长期(叶数为 20~30 张),定植后 6~7 个月进入花芽分化期(叶数为 30~34 张),定植后 8~9 个月进入孕蕾期(叶数为 35~39 张),9 个月以后香蕉陆续抽蕾(叶数为 39~42 张)。宝岛蕉果实断蕾反梳时定为幼果期,随后果实逐渐膨大,定植后第 10~12 个月,且果实成熟度为 7.0~7.5 时为果实成熟期。

供试土壤为砖红壤。基本性状:pH 值为 5.82,有机质含量为 7.67 g/kg、碱解氮含量为 62.26 mg/kg,有效磷含量为 14.16 mg/kg,速效钾含量为 69.44 mg/kg。供试香蕉品种为宝岛蕉(*Musa acuminata* L. AAA Cavendish. cv. Formosana)。试验地采用单畦双行“之”字形种植,种植规格为 2.0 m×2.0 m,种植密度为 2 500 株/hm²,种植面积为 6.67 hm²。

1.2 施肥方案

试验地采用常规施肥。具体施肥方案为定植后 60 d 内施用 15:15:15 的氮磷钾复合肥,以肥水喷施,每 10~15 d 施用 1 次,总用量为 800 g/株;定植后的第 60~180 天施用 15:8:22 的氮磷钾复合肥,以埋肥结合水肥喷施的形式施用,总用量为 1 200 g/株;定植后的第 180~270 天施用 10:5:30 的氮磷钾复合肥,以肥水喷施,每 10~15 d 施用 1

收稿日期:2016-11-14

基金项目:国家香蕉产业技术体系儋州综合试验站(编号:CAR32-16);热带作物品种资源研究所基本科研业务费专项(编号:1630032014026);海南耕地改良关键技术研究示范专项(编号:HNGDxf2015)。

作者简介:黄丽娜(1984—),女,山东菏泽人,博士研究生,助理研究员,主要从事热带作物养分高效利用机理研究及新型肥料研发工作。E-mail:huanglinahappy@sina.com。

通信作者:魏守兴,硕士,研究员,主要从事热带作物营养高效利用与物种资源调查研究。E-mail:shouxingwei@163.com。

次,总用量为 1 000 g/株;270 d 以后到香蕉采收前 30 d 施用 10 : 5 : 30 的氮磷钾复合肥和硫酸钾,以肥水喷施,每 10 ~ 15 d 施用 1 次,总用量为 480 g/株。

1.3 试验方法

1.3.1 样品采集方法 本试验于 2014 年 9 月开始,宝岛蕉定植 1 个月后分别在大田苗期、旺盛生长期、花芽分化期、孕蕾期、幼果期与成熟期等 6 个关键生育期取样,每次选择长势良好的健康有代表性的宝岛蕉植株 3 株,共取 18 株。取样时以蕉头为圆心,在以 90 cm 为半径的圆周范围内挖取整株香蕉,分别对根、球茎、假茎、叶、果轴、果实等 6 个部位进行采样。根样品:取半径为 90 cm,深为 80 cm 的圆柱土层中所有根系。球茎样品:将球茎先纵切 4 份,取对角 2 份,再切成薄片,然后全部取样。假茎样品:将假茎纵切 4 份,取对角 2 份,再切成细条后截断取适量样品。叶片样品:采取叶柄、叶肉样品 2 个部分,将所有叶片从靠假茎处切断,并把主脉与叶肉分离,分别采用 4 分法取样。果轴样品:采收果实后,将果轴纵切 4 份,取对角的 2 份样品。果实样品:分别在果穗的每把果梳的中间位置选取 3 个健康的香蕉果指,切碎混匀,取适量作为样品。

1.3.2 氮磷钾养分测定 用自来水对样品进行清洗后再用去离子水清洗 1 遍,洗后把采集的宝岛蕉各生育期各部位用电子天平(精确到 0.01 g)称其各器官各部位的鲜质量,并取亚样本(每份亚样不低于 300 g),称质量,然后在 75 ℃ 条件下烘至恒质量,粉碎后装入密封袋待测定氮磷钾等养分。样品用 H₂SO₄ - H₂O₂ 消煮后,氮用碱解蒸馏法测定;磷用钼锑抗比色法测定;钾用火焰光度计进行分析测定^[14]。

1.4 数据分析与处理

试验数据均采用 Excel 2007 和 SPSS 13.0 软件进行处理与统计分析。

2 结果与分析

2.1 宝岛蕉各生育期氮磷钾养分累积动态变化

研究宝岛蕉各生育期氮磷钾养分累积动态变化,有助于判断和指导整株宝岛蕉的施肥。由表 1 可知,宝岛蕉氮、磷、钾养分累积量随着香蕉的生长发育而持续增长,至成熟期均达到最高值,分别为 108.07、35.56、530.86 g/株,且养分累积量由高到低表现为钾 > 氮 > 磷。宝岛蕉氮磷钾养分累积并不均衡,从大田苗期到花芽分化期,宝岛蕉氮磷钾养分累积缓慢,即氮磷钾吸收量占成熟期累积总量的百分比增加不大。大田苗期至花芽分化期的氮磷钾吸收量占成熟期氮磷钾累积量的比例分别从 7.25%、11.22%、8.50% 增至 20.07%、25.90%、22.39%;从孕蕾期到成熟期,宝岛蕉养分累积迅速,氮磷钾养分累积量随着生育期差异显著。

由表 1 还可知,宝岛蕉整个生育期氮磷钾养分(N : P₂O₅ : K₂O)的比例在 1 : (0.22 ~ 0.51) : (4.59 ~ 5.76),氮 : 磷 : 氮/钾随着生育期均呈现先降低后升高的趋势,即大田苗期养分比例最大,随后养分比例不断下降,直到幼果期降到最低,成熟期养分比例有所上升。进一步计算各生育期间养分累积增加量可知,在大田苗期至旺盛生长期氮累积增加量最少,为 5.98 g/株;氮累积增量最多发生在孕蕾期至幼果期,高达 36.66 g/株。在孕蕾期至幼果期磷累积增加量最少,为 1.75 g/株;磷累积增量最多在幼果期至成熟期,为 17.61 g/株。在大田苗期至旺盛生长期钾累积增加量最少,为 31.99 g/株;钾累积增量最多在幼果期至成熟期,高达 151.96 g/株。由此可知,宝岛蕉各生育期对氮磷钾的养分吸收量并不均衡,因此在施肥过程中应注意各生育期间氮磷钾养分累积增加量,结合各生育期氮磷钾养分比例,根据不同生育期香蕉的养分需求进行肥料施用。

表 1 宝岛蕉各生育期氮磷钾养分累积动态变化

生育期	养分含量(g/株)			养分比例 (N : P ₂ O ₅ : K ₂ O)
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
大田苗期	7.83 ± 0.66e	3.99 ± 0.29d	45.12 ± 4.18f	1 : 0.51 : 5.76
旺盛生长期	13.81 ± 0.62de	6.62 ± 0.68cd	77.11 ± 3.22e	1 : 0.48 : 5.58
花芽分化期	21.69 ± 1.43d	9.21 ± 0.47c	118.85 ± 5.30d	1 : 0.42 : 5.48
孕蕾期	45.83 ± 3.77c	16.20 ± 1.18b	249.84 ± 11.92c	1 : 0.35 : 5.45
幼果期	82.49 ± 2.89b	17.95 ± 0.68b	378.90 ± 5.19b	1 : 0.22 : 4.59
成熟期	108.07 ± 4.32a	35.56 ± 0.56a	530.86 ± 7.52a	1 : 0.33 : 4.91

注:同列数据后不同小写字母表示不同生育期间养分含量差异显著(P < 0.05, n = 3)。多重比较采用 Duncan's 新复极差法。

2.2 宝岛蕉氮磷钾养分分配规律

2.2.1 宝岛蕉氮养分分配规律 氮素作为宝岛蕉生长发育过程中必需的大量元素之一,是宝岛蕉体内蛋白质、核酸、磷脂和某些生长激素的重要组成部分之一^[11]。图 1、图 2 为宝岛蕉关键生育期氮吸收量在根、球茎、叶片、假茎、果轴及果实等 6 个器官的分配百分比。可见在宝岛蕉现蕾前(大田苗期至孕蕾期),宝岛蕉根、球茎、假茎、叶 4 个营养体器官中,均表现为植株氮吸收量在叶片分配最多,为 43.10% ~ 46.52%;由高到低分配次序依次为叶片 > 假茎 > 球茎 > 根。进一步分析可知,宝岛蕉现蕾前,叶片和假茎氮吸收量占宝岛蕉植株氮吸收量的 72.24% ~ 77.93%,是吸收累积氮素的主要器官。而在果实发育阶段,宝岛蕉氮吸收量在各器官的分配比例发生

明显变化,尤其是在叶片和果实中。叶片分配比例从幼果期的 50.23% 下降到成熟期的 31.27%,而果实分配比例由幼果期的 4.26% 增加到成熟期的 21.80%。可见,宝岛蕉果实膨大,果实快速生长导致植株氮素向果实发生转移,而叶片由于逐渐衰老,其中的氮素也逐渐发生转移。另外,宝岛蕉成熟期植株氮吸收量在香蕉残体(叶片和假茎)中分配比例高达 61.25%,对其进行还田和再利用,将有助于充分利用宝岛蕉残体中氮素养分资源。

2.2.2 宝岛蕉磷养分分配规律 由图 3 可知,在宝岛蕉定植后至花芽分化期,根、球茎、假茎、叶 4 个营养体器官中,植株均是在叶片和假茎中的磷吸收量分配较多,且两者无显著差异;球茎次之,根最少。在宝岛蕉孕蕾期,植株磷吸收量在 4

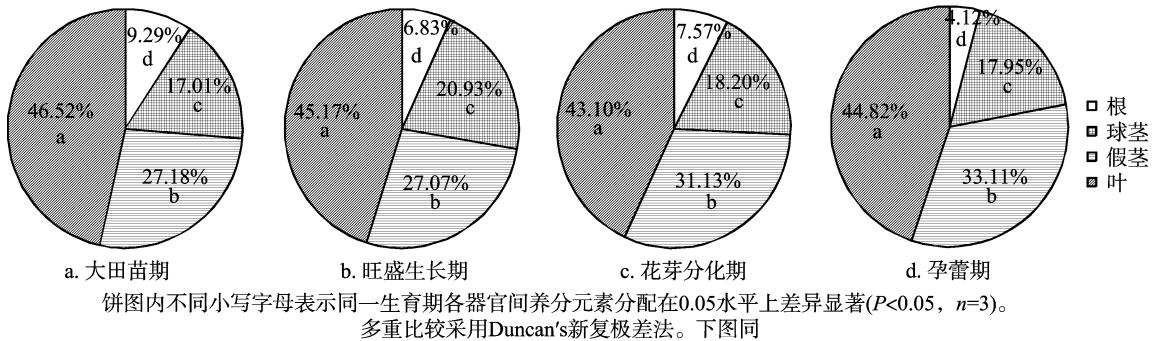


图1 宝岛蕉现蕾前氮吸收量在各器官分配情况

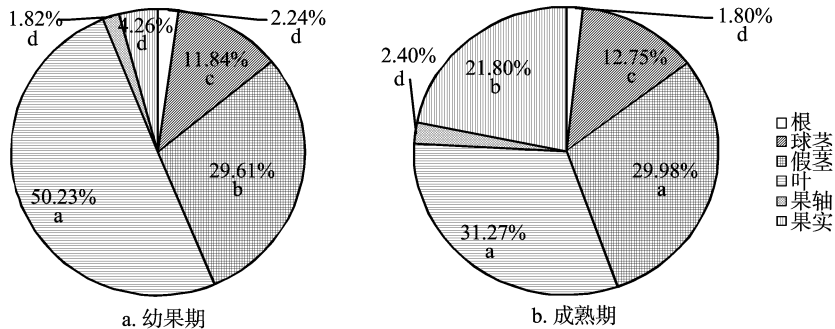


图2 宝岛蕉果实发育阶段氮吸收量在各器官分配情况

个器官中分配比例大小表现为叶片 > 假茎 > 球茎 > 根。由此可知,与氮养分配规律一致,在宝岛蕉现蕾前,植株磷吸收量主要分配在叶片和假茎,且两者分配百分比在 71.16% ~ 81.09%。由图 4-a、图 4-b 可知,宝岛蕉果实从幼果期不断发育,到成熟期时整株吸磷量在叶片和果实中的分配发生了明显的变化,即叶片分配比例明显降低,从幼果期的 45.43% 下降到成熟期的 17.56%;而果实分配比例明显增

加,由幼果期的 7.58% 增加到成熟期的 38.22%。由此可知,在果实生长发育过程中磷素主要以果实吸收为主。结合表 1 可知,宝岛蕉虽然需磷量少,但果实生长发育过程中也需补充部分磷肥。到成熟期时,宝岛蕉 45.68% 的磷吸收量分配在叶片和假茎(残体)2 个器官,说明宝岛蕉残体还田能有效地实现磷素养分资源的综合利用。

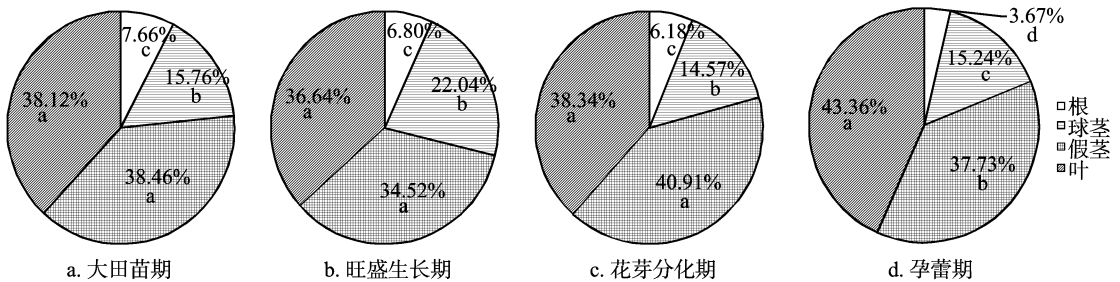


图3 宝岛蕉现蕾前磷吸收量在各器官分配情况

2.2.3 宝岛蕉钾养分配规律 宝岛蕉 6 个关键生育期植株钾吸收量在根、球茎、叶片、假茎、果轴及果实等 6 个器官中的分配情况如图 5、图 6 所示。由图 5 可知,在宝岛蕉定植后至现蕾前的 4 个关键生育期,植株钾吸收量在根、球茎、假茎、叶 4 个营养体器官中的分配均表现为假茎 > 叶片 > 球茎 > 根。假茎分配比例从大田苗期的 37.84% 逐渐上升到孕蕾期的 48.44%,叶片中的分配比例平均为 32.42%;叶片和假茎的分配百分比从大田苗期的 70.52% 上升到孕蕾期的 81.71%。由此可见,宝岛蕉现蕾前假茎和叶片也是宝岛蕉吸收累积钾素的主要器官。由图 6 可知,在宝岛蕉果实发育阶段,整株吸钾量在假茎和叶片分配百分比均呈现下降趋势,尤其是叶片中的分配比例从 33.84% 下降到 14.02%,而果实中

的分配比例明显提高,从 3.09% 提高到 22.35%。由此可见,在果实生长发育过程中,宝岛蕉体内的钾素由于叶片逐渐衰老,向果实转移,随着果实生长,相应的钾素分配比例也明显增加。在宝岛蕉收获时,整株吸钾量在假茎和叶片中的分配比例高达 55.74%,表明香蕉残体的还田和再利用对充分利用香蕉残体中的钾素养分、节约钾肥施用量具有重要作用。

3 讨论

宝岛蕉作为目前我国主要的抗香蕉枯萎病品种,其推广能有效延缓枯萎病的蔓延,对我国香蕉产业的发展意义重大。施肥作为宝岛蕉生产中的重要环节,合理、科学施肥将有助于宝岛蕉的推广。基于此,本研究通过对宝岛蕉植株氮磷钾等

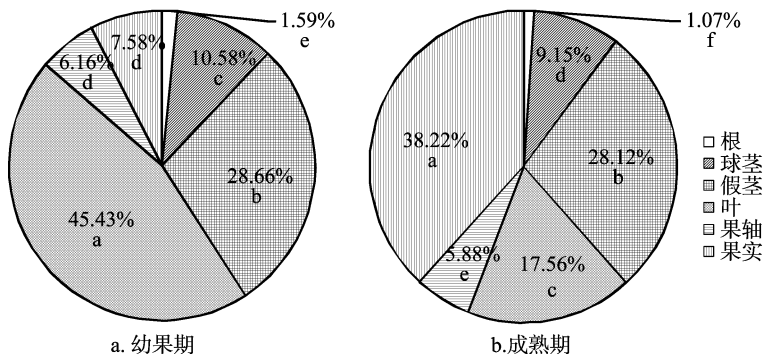


图4 宝岛蕉果实发育阶段磷吸收量在各器官分配情况

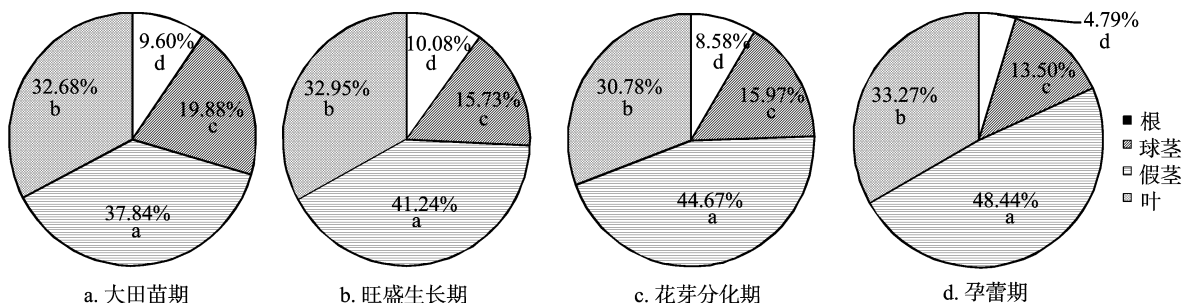


图5 宝岛蕉现蕾前吸钾量在各器官分配情况

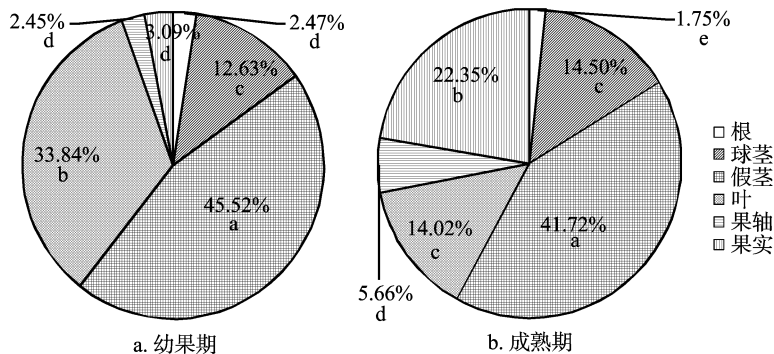


图6 宝岛蕉果实发育阶段吸钾量在各器官分配情况

大量养分吸收累积的分析,揭示不同生育期氮磷钾养分累积及变化规律,旨在为宝岛蕉科学的施肥管理提供理论依据。结果表明,宝岛蕉氮磷钾养分累积量随着植株生长发育而持续增长,至成熟期均达到最高值,分别为 108.07、35.56、530.86 g/株,且养分累积量由高到低表现为钾>氮>磷。其养分累积规律、养分累积顺序结果与巴西蕉相同^[7,10]。不同的是宝岛蕉整个生育期氮磷钾养分(N:P₂O₅:K₂O)的比例在 1:(0.22~0.51):(4.59~5.76),氮:磷:氮:钾随着生育期均呈现先降低后升高的趋势,氮:磷:氮:钾养分比例均高于巴西蕉^[10,15]。另外,由生育期间氮磷钾养分累积增加量可知,宝岛蕉各生育期对氮磷钾的养分吸收量并不均衡,且氮磷钾养分累积增加最大量发生在不同的生育期,因此在宝岛蕉实际生产过程中,应充分结合各生育期吸收量、氮磷钾养分比例,实现宝岛蕉的科学施肥。

宝岛蕉整个生育期在根、假茎、球茎、叶、果实和果轴 6 个器官中的氮磷钾分配比例不同,且氮磷钾养分分配比例的变化均可以分为 2 个阶段:现蕾前和果实发育阶段。在宝岛蕉现蕾前的 4 个关键生育期,宝岛蕉氮分布均表现为叶片>假茎>球茎>根;磷分布表现为在花芽分化期前表现为以叶片

和假茎中分配较多,且两者无显著差异,球茎次之,根最少;孕蕾期分配比例排序为叶片>假茎>球茎>根;钾分布均表现为假茎>叶片>球茎>根。以上结果表明,在宝岛蕉现蕾前,叶和假茎是宝岛蕉植株氮磷钾养分累积的主要器官。这与杨苞梅等研究结果^[10,15]相同。不同的是本研究在不同生育期均采样分析,最终得到宝岛蕉定植后至成熟期的植株氮磷钾养分在不同器官的分配规律,补充了宝岛蕉氮磷钾营养的这部分不足,对宝岛蕉在各生育期追肥提供理论指导。在宝岛蕉的果实发育阶段,随着果实的迅速膨大,宝岛蕉氮磷钾养分在果实中的分配比例均明显提高,而在其他器官尤其是叶片中的分配比例发生明显降低,这与樊小林研究的巴西蕉分配规律^[15]相同,但不同的是宝岛蕉叶片氮磷钾分配比例下降程度相对于巴西蕉均较为平缓。另外,与巴西蕉相比,宝岛蕉成熟期氮在残体(叶片和假茎)中分配比例较高,而磷钾分配比例较低,其残体还田和再利用对宝岛蕉合理施肥、养分综合利用具有重要意义,尤其是对于氮肥的回收利用。另外,本研究仅明确宝岛蕉整个生育期氮磷钾养分累积与分配规律,在实际生产中,应结合宝岛蕉种植区的氮磷钾肥料利用率,根据各生育期的养分累积比例,才能制定出合理的施肥方案。

袁 余, 苏学德, 李鹏程, 等. 地下滴灌葡萄园土壤温度的时空变化特征[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(21): 127-131.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.21.034

地下滴灌葡萄园土壤温度的时空变化特征

袁 余, 苏学德, 李鹏程, 郭绍杰, 李 铭

(新疆农垦科学院林园研究所, 新疆石河子 832000)

摘要:以 3 年生克瑞森地下滴灌葡萄园为研究对象, 分析土壤垂直方向上 20、40、60、80 cm 处的土壤温度日变化、土壤温度在葡萄不同生育期的变化及年变化特征。结果表明, 地下滴灌葡萄园各深度的土壤温度日变化趋势基本相同, 近地表处土壤温度日变化幅度相对较大, 深层土壤温度日变化趋势平缓; 以 04:00、08:00、14:00、22:00 代表土壤温度变化特征时刻的各深度土壤温度, 在葡萄整个生育期内变化趋势均匀, 萌芽期开始上升, 果实生长期土壤温度达到最大值, 后开始下降; 葡萄园土壤温度在年变化过程中先上升后下降, 7 月达到最大值, 土壤温度变化曲线随土壤深度的增加振幅减小; 土壤深度 40 cm 处的年平均温度为 13.14 °C, 高于其他深度土壤年平均温度; 各深度土壤温度与气温有明显的二次函数关系, 并随土层深度的变化显著性逐渐降低。

关键词:地下滴灌; 葡萄园; 土壤温度; 时空特征; 日变化; 年变化; 克瑞森

中图分类号: S152.8; S663.107

文献标志码: A

文章编号: 1002-1302(2017)21-0127-05

新疆维吾尔自治区作为葡萄产业发展的特色产区之一, 具有得天独厚的优势, 经过近几年的快速发展, 新疆维吾尔自治区葡萄栽培总面积达到 14.92 万 hm^2 , 占新疆维吾尔自治区林果栽培总面积的 15.69%, 产量达到 231.62 万 $\text{t}^{[1]}$ 。新疆维吾尔自治区属于干旱地区, 在葡萄种植过程中为缓解旱区水资源的刚性约束, 大力发展节水灌溉, 以地下滴灌、地表滴灌为主。在实际生产中发现, 地表滴灌容易导致果树根系上浮, 造成果树对低温、干旱等外源逆境的抵抗能力下降^[2], 致使果树冻害严重, 极大地影响葡萄果实产

量和品质^[3]。地下滴灌(subsurface drip irrigation, SDI)是把灌水毛管及灌水器埋入土壤, 将水或水肥的混合液缓慢渗入到作物根区土壤中, 再借助毛细管作用或重力作用将水分扩散到根系层, 供作物吸收利用的一种灌水方法, 在西班牙、美国等国家已进行大面积推广^[4-5]。有研究表明, 与地表滴灌相比, 地下滴灌具有更加节水、较高水分利用率、增产、提高品质等诸多优点^[6-10]。

土壤温度是与农业生产和生态环境紧密相关的土壤重要物理性质之一, 其变化极大地影响土壤性质、微生物活性及数量, 最终影响作物的生长发育^[11-17], 同时, 不同灌溉方式、灌溉频率对地温有不同影响^[18-20]。地下滴灌对土壤水分、土壤温度和葡萄生长发育的影响已进行较多研究, 为葡萄地下滴灌的系统设计布置提供了参考, 为研究地下滴灌下葡萄的生长发育情况奠定了基础。陈若男等确定新疆维吾尔自治区砾石地葡萄滴灌带合理设计及布设参数时发现, 合理的滴头流量为 2.5~3.0 L/h, 滴灌带水平间距为 60 cm^[21]。于坤等研究不同根区交替滴灌供水模式对赤霞珠葡萄幼苗生长的影

收稿日期: 2016-06-08

基金项目: 新疆生产建设兵团科技攻关与成果转化计划(编号: 2015AC012); 新疆生产建设兵团青年科技创新资金(编号: 2014CB011); 新疆农垦科学院引导计划(编号: 67YYD201404)。

作者简介: 袁 余(1987—), 男, 湖南娄底人, 硕士, 助理研究员, 主要从事葡萄栽培生理及育种研究。E-mail: 147986240@qq.com。

通信作者: 苏学德, 硕士, 副研究员, 主要从事葡萄栽培生理生态及育种研究。Tel: (0993)6683807; E-mail: suxuede509@126.com。

参考文献:

- [1] 陈杰忠. 果树栽培学各论[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- [2] 何 欣, 黄启为, 杨兴明, 等. 香蕉枯萎病致病菌筛选及致病菌浓度对香蕉枯萎病的影响[J]. 中国农业科学, 2010, 43(18): 3809-3816.
- [3] 魏岳荣, 黄秉智, 杨 护, 等. 香蕉镰刀菌枯萎病研究进展[J]. 果树学报, 2005, 22(2): 154-159.
- [4] Stover R H, Simmonds N W. Bananas (Tropical agriculture series) [M]. 2nd ed. New York: John Wiley and Sons, 1966.
- [5] 严定平, 柳晓磊, 汤 华. 香蕉枯萎病及其抗病育种研究进展[J]. 海南大学学报(自然科学版), 2008, 26(3): 290-295.
- [6] 蒲金基, 刘晓妹, 曾会才. 香蕉抗枯萎病育种研究进展[J]. 中国南方果树, 2003, 32(1): 31-34.
- [7] 张 欣, 谢艺贤, 漆艳香, 等. 抗香蕉枯萎病品种宝岛蕉关键生产技术[J]. 热带农业科学, 2014, 34(11): 6-9.

- [8] 周修冲, 梁孝衍, 徐培智, 等. 香蕉的氮磷钾营养特性及其平衡施肥研究[J]. 广东农业科学, 1993(6): 25-28.
- [9] 张海风. 海南省反季节香蕉营养特性和营养诊断指标的研究[D]. 海口: 华南热带农业大学, 2001.
- [10] 杨苞梅, 林 电, 李家均, 等. 香蕉营养规律的研究[J]. 云南农业大学学报, 2007, 22(1): 117-121.
- [11] 刘 芳, 喻建刚, 樊小林, 等. 香蕉不同器官中 NPK 含量及其累积规律[J]. 果树学报, 2011, 28(2): 340-343.
- [12] 刘伟鑫, 张建平, 金志强, 等. 不同温度处理对宝岛蕉果皮色泽的影响[J]. 热带作物学报, 2014, 35(3): 471-475.
- [13] 黄丽娜, 赵增贤, 谢子四, 等. 反季节宝岛蕉果实生长发育规律研究[J]. 中国南方果树, 2015, 44(5): 51-54.
- [14] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2000.
- [15] 樊小林. 香蕉营养与施肥[M]. 北京: 中国农业出版社, 2007.