

关中地区猕猴桃树体周年磷素需量动态规律研究

王 建, 同延安*, 高义民

(西北农林科技大学资源环境学院, 陕西 杨凌 712100)

摘 要: 以 10 年生“秦美”猕猴桃树为试材, 研究了猕猴桃树体生物量和各器官及茎和根的皮层、木质部的磷含量和累积动态, 以期探讨猕猴桃树磷素吸收、转运和分配规律。结果表明, 猕猴桃树整株生物量从萌芽期到果实生长始期增加缓慢, 在整个果实生长期快速增加, 果实的收获和落叶使整株生物量大幅下降, 根系生物量年周期内增加较少。磷在猕猴桃树的根、茎、叶、果及皮层和木质部的分布表现为: 根、叶、果实 > 茎; 根和茎的皮层 > 木质部。萌芽期到果实生长始期猕猴桃叶生长所需的磷素 78.89% 来自于土壤, 4.44% 来自根的上年贮藏, 16.67% 来自茎的上年贮存。果实生长始期到果实迅速膨大末期猕猴桃树吸磷量为全年总吸磷的 55.39%, 是磷素营养最大效率期。年周期猕猴桃树体吸收磷素的总量为 36.95 kg/hm^2 (猕猴桃产量以 40.16 t/hm^2 计)。进入果实收获期以后和结果前共吸收磷量 10.92 kg/hm^2 , 整个果实生长期吸收 26.03 kg/hm^2 , 分别占总吸收量的 29.55% 和 70.45%。

关键词: 猕猴桃; 磷素; 动态分布; 关中地区

中图分类号: S663.4

文献标识码: A

文章编号: 1000-7601(2008)06-0119-05

磷在植物体内是一系列重要化合物如核苷酸、核酸、核蛋白、磷脂、ATP 酶等的组分, 它直接参与作物光合作用的光合磷酸化和碳同化^[1], 因此, 磷不仅参与了细胞的结构组成, 而且在新陈代谢及遗传信息传递等方面发挥着重要作用, 是果树生长发育、产量和品质形成的物质基础。由于大多果树为深根系且多年生, 不同器官和不同年际间植株体内养分存在着不断的再循环和再利用, 因此明确整个树体的养分需求状况较难。目前报道较多的是果实和叶片中磷含量的年周期变化动态^[2~5], 对树体的研究一般局限于矿质元素浓度变化^[6,7], 而对果树生物量及磷素累积量报道较少。本研究对成年猕猴桃树体进行解体, 研究了年周期内各器官的磷素浓度变化趋势、磷素累积动态以及年吸收量。旨在查明猕猴桃树的磷素养分吸收与利用规律, 为植物磷素营养分析, 确定合理的施肥量和施肥时期提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试材取自陕西省周至县小麦屯村农户果园, 年平均气温 13.2°C , 历年极端最高气温 42.4°C , 极端最低气温 -20.2°C , 年降水量 660.1 mm , 年日照时数 1867.5 h 。果园面积 153 m^2 , 1995 年定植, 品种

为秦美 (*Actinidia Deliciosa* cv. Qinmei), 生长结果正常, 全园树体大小均匀, 株行距 $1.5 \text{ m} \times 4 \text{ m}$, 果树密度 1666 株/hm^2 。果园土壤为瘠土, 地势平坦, 可灌溉。当年株施肥料折合纯氮、磷、钾分别为 280、160、50 g。

1.2 采样方法

分别在 2005 年 3 月 28 日 (萌芽期)、5 月 18 日 (果实生长始期)、7 月 9 日 (果实迅速膨大末期)、9 月 8 日 (进入收获期)、11 月 6 日 (落叶期) 和 2006 年 1 月 11 日 (休眠期) 进行采样, 共 6 次 (果实收获日期为 10 月 6 日)。每次采样前充分观察全园果树, 然后选择主干粗度、枝叶情况中等的猕猴桃树作为采样株, 每次选 3 株作为重复, 采样株邻近的区域不再采样。

根采样方法: 在以树干为中心, 1.5 m (株间) $\times$ 2 m (行间) 的区域, 将 100 cm 土层根按每 20 cm 分别刨出, 用自来水冲去泥土, 分别称鲜重。3 月 28 日首次采样时, 将不同土层的根按直径 $>1 \text{ cm}$ 根、 $0.2 \sim 1 \text{ cm}$ 根、 $<0.2 \text{ cm}$ 根全部分开, 分别称鲜重, 计算各土层中不同直径根所占其所在土层根总重的百分比。以后各次采样, 只计各土层根重量, 并取直径 $>1 \text{ cm}$ 根、 $0.2 \sim 1 \text{ cm}$ 根、 $<0.2 \text{ cm}$ 根样品。

地上部采样方法: 按一年枝 (包括新生枝, 下同)、两年枝、多年枝、主干、叶、果 6 个部分分解, 分

收稿日期: 2008-05-20

基金项目: 国际植物营养研究所 (IPNI) 资助; 西北农林科技大学创新团队资助

作者简介: 王 建 (1982—), 男, 陕西延安人, 硕士研究生, 主要从事植物营养研究。E-mail: wangjian595573@sohu.com。

* 通讯作者: 同延安。E-mail: tongyanan@nwsuaf.edu.cn。

别称鲜重、取样。

1.3 样品分析

分离直径>1 cm 根、一年枝、两年枝、多年枝、主干样品的木质部和皮层、烘干、称干重,计算单株各器官干重以及所占总株的百分数、含水量,以及分离木质部与皮层器官的木质部与皮层的比例。各器官样品采用 H₂SO₄—H₂O₂ 消煮,Tector 5020 流动注射分析仪测定磷含量。磷累积量=磷含量×器官生物量。

1.4 数据处理

采用 EXCEL 和 DPS 软件进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 猕猴桃树整株生物量变化动态

大量研究结果表明,不同时期生物量变化与养分状况有密切的关系^[8]。图 1 是猕猴桃树生物量年周期变化。

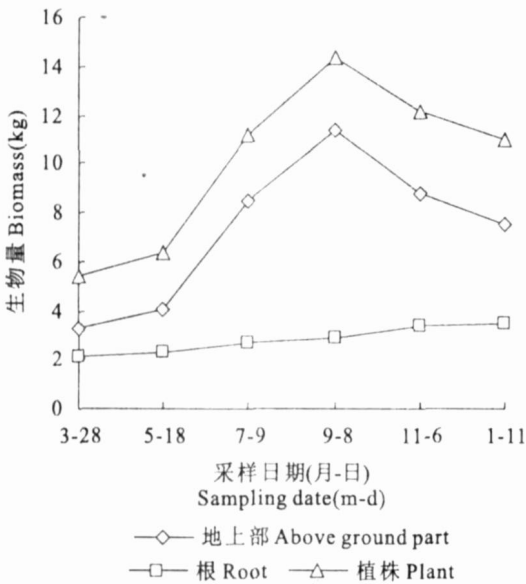


图 1 猕猴桃树生物量年周期变化

Fig.1 Annual changes of biomass in kiwifruit trees

从猕猴桃树生物量变化曲线可知猕猴桃树生物量在生育前期增加缓慢,整株生物量从 3 月底到 5 月中旬由 5.37 kg 增加到 6.33 kg,增加量较小,为 0.96 kg;随着物候期的进展生物量快速增加,从 5 月中旬到 7 月上旬整株生物量从 6.33 kg 增加到 11.21 kg,增加了 77.09%,到 9 月上旬增加到了 14.32 kg,又增加了 27.74%;之后由于果实的收获(10 月 6 日)和落叶整株生物量大幅下降,到 11 月 6 日降到 12.14 kg,在叶子全部落完的 1 月 11 日降低到 10.94 kg。根系生物量年周期内从 2.11 kg 增加

到 3.44 kg,增加了 1.33 kg,与地上部相比生长量增加较少,所以整株的生物量变化主要是由地上部生物量的变化决定的,也因此地上部生物量与整株有相同的变化规律,枝叶和果实在 5 月中旬到 9 月上旬的大量生长造成了整株生物量在这一时期的快速增加。就根系本身而言,一年内生物量增加了 63.03%,可见尽管 10 a 树龄的猕猴桃树的根系不可能以每年 63.03%的增幅增加,但年周期的生长量相当可观,推测在休眠期旧的根系可能有较多的脱落。

2.2 猕猴桃树各器官及皮层和木质部不同时期磷的动态分配

猕猴桃年周期的磷含量变化情况如下(见图 2 和图 3):

图 2 是猕猴桃茎木质部(左)和皮层(右)磷含量变化动态,从图 2 可以看出一年枝木质部和皮层磷含量在整个生育期都高于两年枝、多年枝和主干,进入休眠期后降低。说明在整个生育期幼茎比老茎优先分配磷素。一年枝木质部和皮层都表现为生育前期的 3 月 28 日较高,到 5 月 18 日有较大幅度的降低,说明在生育前期一年枝贮存有较多的磷直接供给花、叶、果的生长。此期木质部降低了 15.01%,皮层降低了 32.13%,说明一年枝上年贮存磷对来年生育初期的贡献皮层大于木质部。从 5 月 18 日到 7 月 9 日一年枝的皮层磷含量由最低值 1.61 g/kg 上升到最高值 2.73 g/kg,而木质部只有小幅升高,可见磷素在这一时期向一年枝大量转移,而主要分配到其皮层。在 7 月 9 日到 9 月 8 日,一年枝韧皮部在木质部磷含量增加的情况下发生了较大幅度的下降,说明猕猴桃一年枝韧皮部的磷素发生了向其它器官的转移,并且这种生理功能可以独立于木质部。由以上研究可以反映出,一年枝的皮层在生育期对磷素的贮存和转移起主要作用。9 月 8 日到 1 月 11 日一年枝木质部和皮层都表现为下降再上升,说明在生育后期分配到一年枝的磷素减少,而在休眠期又有一定量的贮存。

两年枝、多年枝、主干木质部年周期内磷含量有相似的变化趋势,表现为 3 月 28 日到 7 月 9 日变化不大,在 0.23~0.41 g/kg 的范围内,7 月 9 日到 9 月 8 日有大幅度的升高,之后又维持在 0.52~0.7 g/kg 的范围内,由此可见 7 月 9 日到 9 月 8 日间有大量的磷分配到了茎木质部。两年枝、多年枝的皮层在生育初期的 3 月 28 日较高,5 月 18 日以后磷含量维持在一个稳定状态,变化很小,说明这些器官的皮层上年贮存磷在生育前期供给了树体的生长发

育。主干皮层在全年磷含量变化不大,说明主干皮层对磷素的贮存和转移能力较弱。

图 3 是猕猴桃根、果、叶磷含量变化动态,由图 3 可以看出不同直径根磷含量都在 5 月 18 日到 7 月 9 日升高,到 9 月 8 日又降低到原来的水平,说明猕猴桃根系中的磷在 5 月 18 日到 7 月 9 日有较多的积累,而在随后的 7 月 9 日到 9 月 8 日发生了转移(因为根系生长量很小,所以不可能是稀释作用的结果)。>1 cm 根木质部在 9 月 8 日前都没有大的变化,说明根系对磷的贮存和转移的生理作用主要是由其皮层来完成的。3 月 28 日到 5 月 18 日和 9 月 8 日以后根磷含量变化不大。由于部分叶片在 5

月 18 日还比较幼嫩,所以有较高的磷含量,7 月 9 日降低到 2.34 g/kg,之后变化不大,这与刘应迪^[7]的研究结果一致。参考 Smith^[9]的猕猴桃叶磷含量适量范围(0.18~0.22 g/kg),本试验的猕猴桃叶磷含量处于略微偏高值,说明磷素充足。在 7 月 9 日和 9 月 8 日分别处于猕猴桃果实生长的中期和成熟期,两次测定的磷含量分别为 2.03 g/kg 和 2.17 g/kg,可见果实的磷含量并没有因为其生物量的增加而降低,说明在这一时期磷素和生物量的增加速度相近。由以上研究可知,树体不同时期各器官及器官的各部位的磷含量变化体现了磷素在不同时期的分配情况,同时在生长旺盛期也受稀释作用的影响。

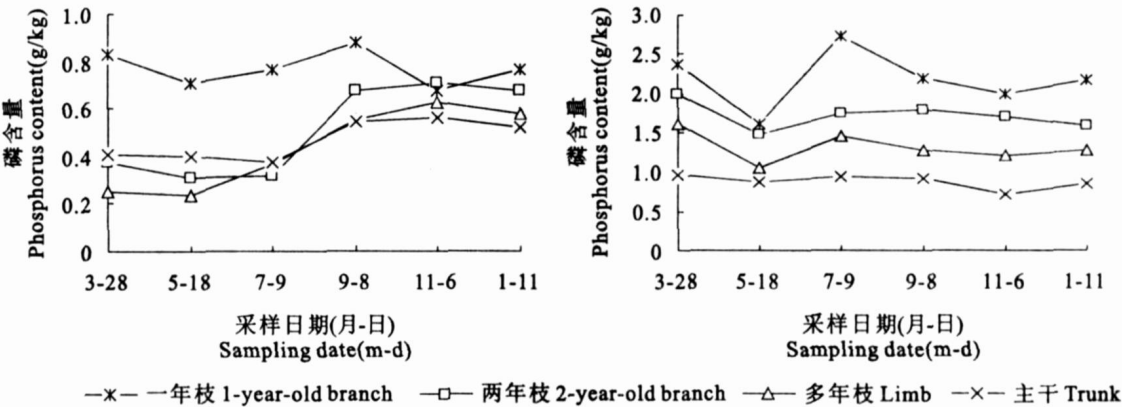


图 2 猕猴桃茎木质部(左)和皮层(右)磷含量变化动态
Fig. 2 Dynamic changes of phosphorus content in stem xylem of kiwifruit tree

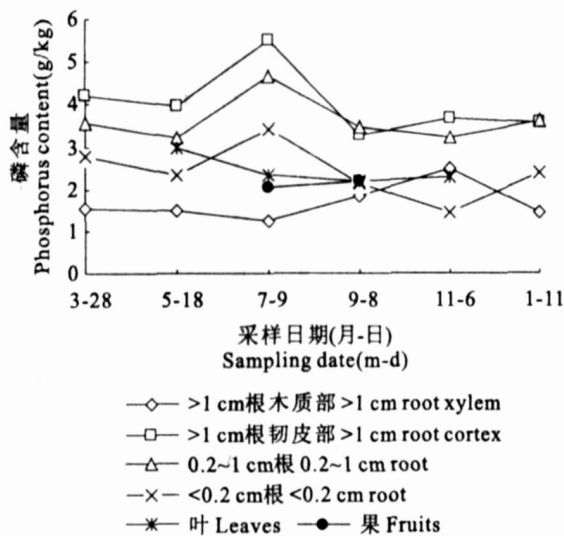


图 3 猕猴桃根、果、叶磷含量变化动态
Fig. 3 Dynamic changes of phosphorus concentration in roots, fruits and leaves of kiwifruit tree

的根、茎、叶、果及皮层和木质部的分布存在较大差异,但在各个时期均表现为:根、叶、果实大于茎;根和茎的皮层大于木质部。

2.3 猕猴桃树磷素吸收利用分析

表 1 是猕猴桃树不同时期各器官及整株的磷累积量变化动态和吸磷量。从表 1 可以看出,猕猴桃树在年周期内的各个时期吸收的磷量有明显的季节性变化,各器官磷累积量在不同时期也有各自的变化规律。从 3 月 28 日到 5 月 18 日叶累积了 2.67 kg/hm²的磷,而根和茎的磷累积量分别减少了 0.12 kg/hm²和 0.44 kg/hm²,植株磷累积量增加了 2.1 kg/hm²。由此可见,在生育前期猕猴桃叶的生长所需的磷素 78.89%来自于从外界的吸收,4.44%来自根的上年贮藏磷,16.67%来自茎的上年贮存磷。从 5 月 18 日到 7 月 9 日植株磷累积增量远远高于其它各时期,达到 20.47 kg/hm²,占总吸磷量的 55.39%,根、茎、果实的磷累积量分别增加了 6.66、1.81、12.02 kg/hm²,叶的磷累积量变化不大。说明

这一时期是猕猴桃吸收磷素的高峰期,吸收的磷素 58.73%供给了果实,32.52%供给了根系,8.83%供给了茎。从 7 月 9 日到 9 月 8 日茎、叶、果磷累积量分别增加 2.87、0.64、5.8 kg/hm²,根磷累积量减少 3.75 kg/hm²,说明这一时期根系将前期积累的磷素向地上部转移,供给地上部器官的生长,此期植株从外界吸收的磷量为 5.56 kg/hm²。到 11 月 6 日由于果实的收获(10 月 6 日)植株磷累积量降到 33.42

kg/hm²,但根、茎、叶分别累积了 3.67、1.52、3.00 kg/hm²磷素,植株吸收的磷素共计 8.19 kg/hm²。11 月 6 日到 1 月 11 日根磷累积量减少了 0.58 kg/hm²,茎磷累积量增加了 1.21 kg/hm²,可见生育末期猕猴桃根将一部分磷素转移到茎中。此期植株增加的磷量很少,只有 0.63 kg/hm²,这时气温降低,根系基本停止活动,增加的磷可能是由叶向树体的回流部分。

表 1 猕猴桃树不同时期各器官及整株的磷累积量变化动态和吸磷量(kg/hm²)

Fig. 1 Phosphorus accumulation and absorption capacity of organs in different periods in kiwifruit tree

器官 Organs	项目 Items	采样日期(月-日) Sampling date(M-d)					
		03-28	05-18	07-09	09-08	11-06	01-11
根 Root	磷累积量 Phosphorus accumulation	10.8	10.68	17.34	13.58	17.25	16.67
	磷累积增量 Phosphorus increment	—	-0.12	6.66	-3.75	3.67	-0.58
茎 Stem	磷累积量 Phosphorus accumulation	4.12	3.68	5.48	8.36	9.88	11.1
	磷累积增量 Phosphorus increment	—	-0.44	1.81	2.87	1.52	1.21
叶 Leaf	磷累积量 Phosphorus accumulation	—	2.67	2.65	3.28	6.28	—
	磷累积增量 Phosphorus increment	—	—	-0.02	0.64	3	—
果实 Fruit	磷累积量 Phosphorus accumulation	—	—	12.02	17.82	—	—
	磷累积增量 Phosphorus increment	—	—	—	5.8	—	—
植株 Plant	磷累积量 Phosphorus accumulation	14.92	17.02	37.49	43.05	33.42	27.77
	磷累积增量 Phosphorus increment	—	2.1	20.47	5.56	-9.63	-5.65
	吸磷量 Phosphorus absorption capacity	—	2.1	20.47	5.56	8.19	0.63

年周期猕猴桃树体吸收磷素的总量为 36.95 kg/hm²,进入果实收获期的 9 月 8 日以后和结果前的 5 月 18 日前共吸收 10.92 kg/hm²,整个果实生长期吸收 26.03 kg/hm²,分别占总吸收量的 29.55%和 70.45%。按照果树合理施肥量=(肥料吸收量-土壤天然供肥量)/肥料利用率(%),土壤供应量按吸收量的 1/2 计,肥料利用率为 20%^[10],推荐成年猕猴桃合理的施磷量为年施纯磷 92.38 kg/hm²(猕猴桃产量 40.16 t/hm²)。

3 讨 论

猕猴桃树在生育前期叶的生长所需的磷素大部分来自于从外界的吸收,来自根和茎的上年贮藏磷占 21.11%,可见猕猴桃树在生育初期虽然可以利用上年的贮藏磷,但主要还是自于从外界的吸收,所以基肥应该及早施入,笔者赞成果实收获后施入的观点。

本研究结果表明,在生育初期一年枝和两年枝、多年枝的皮层上年贮藏磷可以在生育前期供给了树体的生长发育,并且一年枝皮层上年贮藏磷对来年生育初期的贡献大于木质部;茎和根系对磷素的贮

存和转移的生理作用主要也是由其皮层来完成的,可见根茎的皮层不仅是“流”,也是重要的“库”。养分的吸收贮藏会影响树体当年和以后几年的生长和发育,Weinbaum^[11]研究表明树体中贮存的养分重复利用可有较长的时间,这一点在果园生产管理中必须要考虑。试验表明猕猴桃树年周期内从外界吸收磷素 36.95 kg/hm²,推荐施纯磷 92.38 kg/hm²。果实带走 17.82 kg/hm² 磷素,占总吸收量的 48.23%,可见果实累积磷素的主要器官,所以具体的果园可以通过产量对比参考本文的施肥推荐,同时也要结合各自的树龄、树势、土壤氮素水平等因素,确定适宜的施肥量。

参 考 文 献:

[1] 于海秋,彭新湘,曹敏建.缺磷对不同磷效率基因型大豆光合日变化的影响[J].沈阳农业大学学报,2005,36(5):519-522.
[2] 陈竹君,周建斌,史清华,等.猕猴桃叶内矿质元素含量年生长季内的变化[J].西北农业大学学报(自然科学版),1999,27(5):54-57.
[3] 王玉柱.山黄杏叶片氮磷钾年动态变化[J].华北农学报,1993,8(2):92-95.
[4] 马锋旺,李嘉瑞,王飞,等.猕猴桃果实矿质元素含量及其与

贮藏性的关系[J].西北农业学报,1996,5(4):63—65.

[5] 刘永居,王文江.柿树叶片及果实中主要营养元素含量年周期变化的研究[J].园艺学报,1989,16(2):109—113.

[6] 张永康,姚俊.米良1号猕猴桃新品系营养元素的变化规律及适宜含量的研究[J].果树科学,1995,12(增刊):111—113.

[7] 刘应迪,石进校,李菁.美味猕猴桃米良1号营养元素及其季节变化[J].吉首大学学报,2000,21(1):6—10.

[8] 薛进军,杨青琴,王秀茹,等.铁及其它矿质元素在苹果树不同器官中的分布[J].广西农业生物科学,2003,22(1):16—20.

[9] Smith G S, Asher C J, Clark C J. Kiwifruit Nutrition: Diagnosis of Nutrition Disorders, second revised Edition [M]. New Zealand: Press communications LTD, 1990.

[10] 姜远茂,张宏彦,张福锁.北方落叶果树养分资源综合管理理论与实践[M].北京:中国农业大学出版社,2007,11:203.

[11] Weinbaum S A, Klein I, Muraoka T T. Use of nitrogen isotopes and a light-textured soil to assess annual contribution of nitrogen from soil and storage pools in mature almond trees[J]. Soc Hortie Sci, 1983, 112:526.

Study on dynamics of phosphorus need of kiwifruit tree in Guanzhong of Shaanxi Province

WANG Jian, TONG Yan-an, Gao Yi-min

(College of Resources and Environment, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Phosphorus fertilizer is an important factor to the yield and quality of kiwifruit trees. Biomass, phosphorus concentration and accumulation were studied in the cortex and xylem in different parts of field-grown *Actinidia Deliciosa* cv. Qinmei kiwifruit trees in 2005 and 2006 growing seasons in Guanzhong of Shaanxi Province, China. The objective of this study was to find the dynamic variety of phosphorus uptake, transportation and distribution in different parts of kiwifruit trees. The results showed that the biomass of plant vegetated slowly from coppice shoot sprout period to fruit setting period, and developed quickly from fruit setting period to fruit maturity, and dropped rapidly after fruit harvested and defoliation, and the biomass of roots vegetated slowly in the whole year. Phosphorus content order in the organs were roots, leaves and fruits > stems; cortex > xylem. From coppice shoot sprout period to fruit setting period 78.89% of phosphorus needed by leaves came from soil, 4.44% came from root transportation, and 16.67% came from stem transportation. The phosphorus absorption capacity of plant is much more than other periods from fruit setting period to the last days of fruit expansion stage, occupying 55.39% of the total uptake, so this period was the maximum efficiency period of phosphorus absorption. Totally 36.95 kg/hm² phosphorus was absorbed in a year(the harvest was 40.16 t/hm²), 10.92 kg/hm² phosphorus was absorbed from harvest season to fruit setting period and 26.03 kg/hm² phosphorus was absorbed in fruit growing period, accounting for 29.55% and 70.45% of total uptake respectively.

Keywords: kiwifruit tree; phosphorus; dynamic distribution; Guanzhong of Shaanxi Province