

苹果树体钾含量与钾积累量的年周期变化^{*}

樊红柱¹, 同延安², 吕世华¹, 刘汝亮²

(1 四川省农业科学院 土壤肥料研究所, 四川 成都 610066; 2 西北农林科技大学 资源环境学院, 陕西 杨凌 712100)

[摘要] 以“富士”苹果树为试材, 对树体生物量及不同器官钾含量和钾积累量的变化规律进行了研究。结果表明, 03-26~09-21, 果树地上部和整株的生物量逐渐增加, 果实成熟期(09-21)之后趋于平稳; 03-26~07-30, 根系生物量几乎没有变化, 07-30以后快速增加。果树新器官(果实、叶片和新梢)中钾含量均表现为物候期前期较高, 中后期较低; 成龄器官(枝、干、根系)中钾含量基本呈降低的趋势, 但变化幅度较小。03-26~04-30, 果树主要利用贮藏的钾素建造器官; 04-30~09-21, 果树生长所需的钾素主要依靠根系从土壤中吸收, 且钾素分配随生长中心的变化而转移。03-26~07-30, 整株钾积累量逐渐增加, 于07-30达最大, 之后降低; 年周期内根系钾积累量变化较小。不同时期各器官中钾积累量差异较大。07-30~09-21, 果实中钾积累量增加幅度最大, 建议果实膨大前适当增施钾肥以提高苹果产量。

[关键词] 苹果树; 钾含量; 钾积累量; 年周期变化

[中图分类号] S661.106⁺.2

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2007)05-0169-04

Annual change of potassium content and accumulation in apple tree

FAN Hong-zhu¹, TONG Yan-an², LU Shi-hua¹, LIU Ru-liang²

(1 Soil and fertilizer institute, Sichuan Academy of Agriculture Sciences, Chengdu, Sichuan 610066, China;

2 College of Resources and Environmental Sciences, Northwest A and F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: With “Fuji” apple trees used as the subject, biomass, potassium content and accumulation in different parts of apple trees were studied in this paper. The results showed that biomass of the parts above ground and tree increased slowly from Mar. 26 to Sep. 21, and kept placid after fruit harvest time (Sep. 21). But biomass of roots system had no change from Mar. 26 to Jul. 30, and increased quickly after Jul. 30. Potassium content in new organs (fruits, leaves and shoots) during early spring was higher than that at other time. The curve of potassium content in old organs (branch, trunk and root) fell. From Mar 26 to Apr. 30, trees mainly constructed organs by using storage potassium; the necessary potassium nutrition for tree growth was absorbed by roots from soil from Apr. 30 to Sep. 21, and potassium distribution changed with the growth center. From Mar. 26 to Jul. 30, potassium accumulation of tree increased gradually, and reached the highest in Jul. 30, then decreased. Potassium accumulation in roots system almost had no change in one year. Potassium accumulation in different organs of apple trees changed largely at different time. From Jul. 30 to Sep. 21, potassium accumulation in fruits increased quickly, so it was better to fertilize for improving output before fruit expansion time.

Key words: apple tree; potassium content; potassium accumulation; annual change

黄土高原是我国优质苹果的主产区,也是旱地 苹果栽培的典型地区^[1]。近年来陕西苹果产业发展

* [收稿日期] 2006-02-24

[基金项目] 国家农业部“948”重大引进项目(2003-Z53)

[作者简介] 樊红柱(1978-),男,陕西蓝田人,硕士,主要从事果树生理与营养研究。E-mail: fanhongzhu@tom.com

非常迅速,栽植面积达 42.6 万 hm^2 ,产量 600 万 t,产量约占全国总产的 27%、世界的 10%,苹果面积和产量均居全国第一^[2]。钾是植物所需的重要营养元素之一,也是苹果产量形成、品质提高的物质基础^[3-4]。过去有关果树钾素营养研究多集中在施肥与产量和品质的关系方面^[5-6]。关于钾在果树中的吸收、转运以及分配也有不少报道^[7-8],但多数研究倾向于定性分析,定量分析的研究则较少。本试验对富士苹果树体各器官生物量、钾含量和钾累积量年周期的变化进行了定量研究,以为果树合理施肥提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试材选自陕西苹果优生区岐山县扣村。果园位于东经 $107^{\circ}34'45''$,北纬 $34^{\circ}28'25''$ 。该区属暖温带半湿润气候,多年平均降水量 631.5 mm,平均气温 11.9。供试品种为 9 年树龄的红富士,砧木为八棱海棠 (*M. micromalus Makino*),株行距 2 m \times 3 m,土质为 \pm 娄土,地势平坦,可灌溉。土壤养分含量为:碱解氮 41.45 mg/kg,速效磷 13.01 mg/kg,速效钾 174.23 mg/kg,有机质 11.5 g/kg。土壤 pH 8.46。当年每株苹果基施纯氮、磷、钾依次为 381,50 和 45 g。

1.2 采样方法

试验于 2004~2005 年进行。每次采样在园中选择 3 株长势基本一致、无病虫害、结果正常的苹果树,分别于 03-26(萌芽展叶期)、04-30(幼果期)、07-30(果实膨大期)、09-21(成熟期)、01-15(休眠期)采集果实、叶片、新梢、枝、干和根系的样品;收集距主干半径 100 cm 范围内、深 0~100 cm 坑中所有根;每次称量各器官的质量(鲜)。苹果树体生物量为 3 株树的平均值。

1.3 测定项目与分析方法^[9]

将样品 100~105 下杀酶 15 min,然后于 70~80 下烘干至恒质量。样品粉碎后,用 $\text{H}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}_2$ 消解,火焰分光光度计测定钾含量。钾累积量 = 器官生物量 \times 钾含量。

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 苹果树体生物量年周期变化

苹果树体生物量年周期变化结果见图 1。由图

1 可知,03-26~04-30,苹果树体整株生物量随物候期的进展呈增加的趋势,为 8.5~10.2 kg;04-30~09-21,由于果实、叶片和新梢的生长,使整株生物量迅速增加,09-21 整株生物量为 21.8 kg;09-21~01-15,随着果实的采收和落叶,整株生物量为 21.8~22.7 kg,变化幅度较小。地上部生物量与整株的变化规律相似。03-26~01-15 根系生物量为 2.9~5.2 kg,其中 03-26~07-30 根系生物量几乎没有增加;07-30 以后根系生物量快速增加。

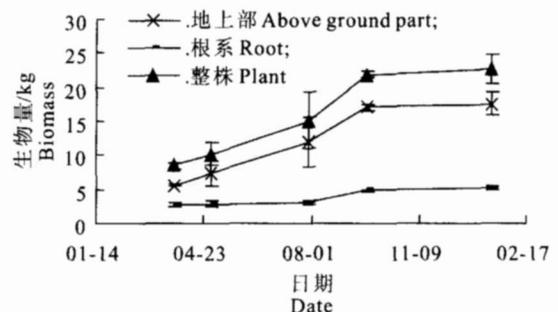


图 1 苹果树体生物量的年周期变化

Fig. 1 Annual changes of biomass in different parts of apple tree

2.2 苹果树体不同器官钾含量与钾累积量的变化

2.2.1 不同器官钾含量的变化 从图 2 知,果树新器官(果实、叶片和新梢)中的钾含量均表现为物候期前期较高,中后期较低的变化趋势。04-30 果实中钾含量最高,达 19.8 g/kg;果实中钾含量随着果实的生长发育而降低,与 04-30 相比,果实成熟期(09-21)钾含量下降了 68%。03-26 叶片中钾含量最高,为 31.4 g/kg;09-21 最低,达 7.6 g/kg。新梢中钾含量随物候期的进展一直呈降低趋势,年周期内新梢中钾含量为 3.1~10.6 g/kg。

由图 2 还可知,年周期内,03-26 枝中钾含量最高,达 4.1 g/kg,之后迅速下降,至 04-30,下降到 3.4 g/kg,降低了 19%。说明早春根系从土壤中吸收的钾量较少,树体生长主要利用上年贮藏的钾素;04-30~07-30,枝中钾含量趋于平稳;07-30~09-21 枝中钾含量逐渐下降,至果实成熟期(09-21)时,其钾含量降低了 42%;09-21~01-15 枝中钾含量开始逐渐增加,与 09-21 相比,01-15 枝中钾含量增加了 25%。树干中钾含量的变化规律与枝中相似。03-26~04-30,根系中钾含量呈下降趋势,但变幅较小;04-30~07-30,根系钾含量呈增加趋势;07-30~09-21,根系中钾含量迅速下降;09-21~01-15,根系中钾含量缓慢降低。

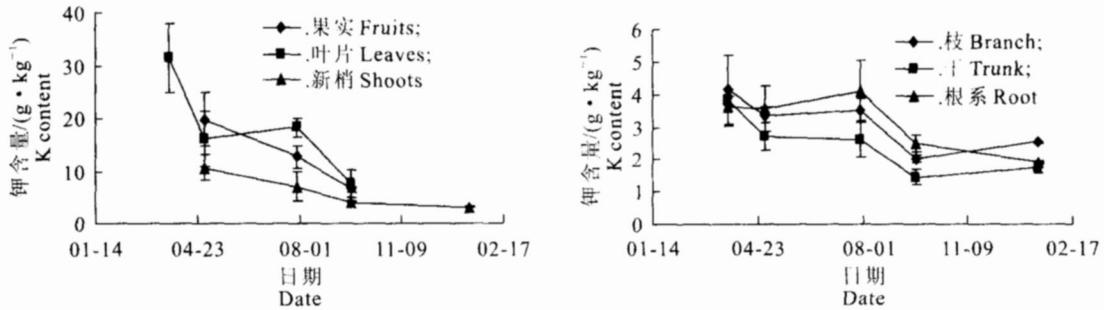


图 2 苹果树体不同器官钾含量的年周期变化

Fig.2 Dynamics of K content in different organs of apple tree

2.2.2 不同器官钾累积量的变化 由表 1 可知,年周期内,苹果树不同器官中钾累积量变化可分为以下 4 个阶段:(1)03-26 ~ 04-30,整株中钾累积量变化较小,枝、干和根系中钾累积量分别降低了 36%, 11%和 18%,叶片中钾累积量从 1.00 g 增至 11.42 g,表明此阶段根系从土壤中吸收的钾量较少,不同器官间钾素累积量的差异是贮藏养分重新分配的结果,且叶片是这一时期的生长中心,这与 Tagliavini 等^[10]在油桃上的试验结果一致。此阶段根系吸收的钾素养分较少,一方面可能是由于低温下根系活力较低,另一方面可能是由于春季干旱,土壤水分缺乏,限制了土壤养分的有效性及根系对养分的吸收能力。(2)04-30 ~ 07-30,整株钾累积量从 39.75 g 增至 72.58 g,表明果树从土壤中吸收了大量的钾素,单株钾吸收量为 32.83 g。不同器官中钾累积量均明显增加,其中果实、新梢和叶片中增加幅度较高,分别为 1 224%, 160%和 104%,而根系中钾累积量

增加幅度较小,仅为 21%,说明根系从土壤中吸收的钾主要运输到地上部的果实、叶片和新梢。(3)07-30 ~ 09-21,整株钾累积量从 72.58 g 降至 63.92 g。果实中钾累积量从 11.65 g 增至 23.44 g,增加幅度为 101%,其他器官中钾累积量均有不同程度的降低,表明果实迅速膨大需要利用大量的钾素,因此果实膨大期前适量增施钾肥,能提高苹果的产量。(4)09-21 ~ 01-15,整株钾累积量从 63.92 g 降至 49.65 g,但 01-15 整株中钾累积量未包括果实和叶片带走的钾累积量(23.44g 和 10.34 g)。如果将果实和叶片带走的钾累积量计算在内,实际上整株钾累积量从 63.92 g 增至 83.43 g,说明在果实采收后根系仍继续吸收一定量的钾素。这可能是因为秋季枝干加粗生长需要消耗钾素养分,随养分回流,树体钾累积量明显增加。休眠期枝、干和根系中钾累积量分别占整株钾累积量的 46%, 25%和 22%,表明休眠期钾素主要贮藏在枝、干和根系。

表 1 苹果树体不同器官钾累积量的年周期变化

Table 1 Annual change of K accumulation in different organs of apple tree

日期 Date	钾累积量 K accumulation							g
	果实 Fruits	叶片 Leaves	新梢 Shoots	枝 Branch	干 Trunk	根系 Root	整株 Plant	
03-26		1.00 ±0.20		15.33 ±3.93	9.46 ±0.38	10.00 ±2.89	35.79 ±0.86	
04-30	0.88 ±0.26	11.42 ±4.79	1.08 ±0.25	9.74 ±3.94	8.44 ±3.05	8.19 ±2.43	39.75 ±0.55	
07-30	11.65 ±2.91	23.33 ±3.05	2.81 ±2.31	12.86 ±1.94	12.02 ±3.75	9.91 ±2.96	72.58 ±5.75	
09-21	23.44 ±3.90	10.34 ±2.48	2.19 ±0.35	10.93 ±0.72	7.80 ±2.20	9.22 ±0.32	63.92 ±1.63	
01-15			3.56 ±1.24	22.79 ±0.65	12.46 ±0.46	10.84 ±0.32	49.65 ±1.38	

3 讨 论

本研究结果表明,03-26 ~ 09-21,苹果树地上部及整株生长较快,生物量逐渐增加,果实采收后生长趋于缓慢,生物量变化幅度较小;07-30 之后根系快速生长,生物量迅速增加,这与樊巍等^[11]的研究结果一致。本研究采样期内果实和新梢中钾含量均表现为随物候期进展而降低,叶片中钾含量呈波动变化;枝、干和根系中钾含量基本均呈降低的趋势,但

变化幅度较小。此外,相同物候期不同器官钾含量总的趋势为新生器官(果实、叶片和新梢)高于成龄器官(枝、干和根系),这与薛进军等^[7]的试验结果一致。不同时期各器官中钾累积量差异较大。休眠期枝中钾累积量占整株钾累积量的 46%,干和根系分别占 25%和 22%,果树休眠期钾素主要贮藏器官是枝、干和根系,这与国内外许多研究结果一致^[12-14]。03-26 ~ 04-30,整株钾累积量增加幅度较小,枝、干和根系中钾累积量均下降,而果实、叶片和新梢中钾

累积量呈增加趋势,表明果树早期生长主要消耗上年贮藏的钾素养分。04-30~07-30,整株钾累积量从39.75 g增加到72.58 g;09-21~01-15,钾累积量自63.92 g增加到83.43 g。说明年周期内果树对钾素养分的吸收主要有两个阶段,分别在04-30~07-30和09-21~01-15。生长季内果实中钾累积量逐渐增加,表明果实生长发育过程中始终有钾素进入;但07-30~09-21,钾累积量增加幅度较大,说明果实迅速膨大需要消耗大量的钾素养分,此时适量增施钾肥有利于苹果产量的提高和品质的改善。

[参考文献]

- [1] 邓熙时,史联让,安贵阳,等.旱塬地区苹果叶营养水平研究[J].果树学报,1995,12(3):168-170.
- [2] [作者不详].陕西省果业优势(特色)产品区域布局规划(EB/OL).[2005-10-12].<http://gyj.tongchuan.gov.cn/downfiles/52ghol.doc>.
- [3] 徐爱春,李保国,齐国辉.苹果矿质营养研究进展[J].河北林果研究,2003,18(4):368-376.
- [4] 薛志勇.苹果树栽培中的钾素营养[J].河北果树,2003(1):37.
- [5] 何忠俊,张广林,张国武,等.钾对黄土区猕猴桃产量和品质的影响[J].果树学报,2002,19(3):163-166.
- [6] Mamgain S, Verma E, Kumar J. Relationship between fruit yield and foliar and soil nutrient status in apple[J]. India Journal of Horticulture, 1997, 55(3):226-231.
- [7] 薛进军,杨青琴,王秀茹,等.铁及其他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.
- [8] 樊小林,黄彩龙 Juhani U,等.荔枝年周期内N、P、K营养动态规律与施肥管理体系[J].果树学报,2004,21(6):548-551.
- [9] 全月澳,周厚基.果树营养诊断法[M].北京:农业出版社,1982.
- [10] Tagliavini M, Millard P, Quartieri M. Storage of foliar absorbed nitrogen and remobilization for spring growth in young nectarine (*Prunus persica* var. *nectarina*) trees [J]. Tree Physiology, 1998, 18:203.
- [11] 樊巍,卢琦,高喜荣.果农复合系统根系分布格局与生长动态研究[J].生态学报,1999,19(6):860-863.
- [12] 牛锦凤,平吉成,李国.果树体内贮存氮的研究进展[J].农业科学研究,2005,26(2):71-75.
- [13] Dong S, Cheng L, Scagel C F. Nitrogen absorption, translocation and distribution from urea applied in autumn to leaves of young potted apple (*Malus domestica*) trees [J]. Tree Physiology, 2002, 22:1305.
- [14] Grassi G, Millard P, Goacchini P. Recycling of nitrogen in the xylem of *Prunus avium* trees starts when spring remobilization of internal reserves declines [J]. Tree Physiology, 2003, 23:1061.

(上接第 168 页)

(3) 采收时间的确定。在 1 年生育期内,3 年生穿龙薯蓣根茎中皂苷元含量均达到《中国药典》标准,其中 5 月样品的最高,而此时正值春季,植株刚萌芽,根茎自身营养消耗小,又便于采挖,其后薯蓣皂苷元含量虽然较高,但植株地上部已进入生殖生长期,新根茎开始甞生,进入生长旺期。从产量指标上看,以 9 月下旬果熟期之后或翌春鞭梢子期之前(5 月上旬)采收穿龙薯蓣产量较高。综合产量和薯蓣皂苷元含量两项指标可知,采收时间应确定为每年的 5 月中旬之前。

[参考文献]

- [1] 杨波,李湘斌. HPLC 测定地奥心血康胶囊中薯蓣皂苷元的含量[J]. 中国中医药杂志, 2006, 31(7):605-606.
- [2] 刘铁城. 穿龙薯蓣野生资源保护及利用[J]. 中华医学杂志, 1977, 57(8):520.
- [3] Nibbering C P, Groen A K, Ottenhoff R, et al. Regulation of biliary cholesterol secretion is independent of hepatocyte canalicular membrane lipid composition: a study in the diosgenin-fed rat model [J]. J Hepatol, 2001, 35(2):164-169.
- [4] 杨太新,陈凯,杜艳华,等.穿龙薯蓣的研究进展与发展前景[J].邯郸农业高等专科学校学报,2003,20(4):14-16.
- [5] Al-Habori M, Raman A, Lawrence M J, et al. In vitro effect of fenugreek extracts on intestinal sodium-dependent glucose uptake and hepatic glycogen phosphorylase [J]. Int Exp Diabetes Res, 2001, 2(2):91-99.
- [6] 李景华,王化田,张成军.穿龙薯蓣种群生命表的研究[J].木本植物研究,2000,20(4):444-449.
- [7] 刘铁城.穿龙薯蓣的资源调查与人工栽培[J].中药通报,1985,10(12):6-7.
- [8] 丁赢.药用植物种养殖技术 27——山药穿山龙[M].北京:中国中医药出版社,2001:3,135.
- [9] 秦佳梅,林庆芳,兰功坚,等.穿龙薯蓣药粮间作栽培技术[J].特种经济动植物,2003,51(9):22.
- [10] 刘丽娟,冯玉才,董然,等.生长期穿龙薯蓣氮、磷、钾养分含量变化规律研究[J].吉林农业大学学报,2005,27(1):64-67.
- [11] 国家药典委员会编,中华人民共和国药典:一部[M].北京:化学工业出版社,2005.
- [12] 韩梅,杨利民,于源华.穿龙薯蓣的年龄鉴别及无性繁殖研究[J].吉林农业大学学报,2000,22(1):65-68.