植物营养与肥料学报 2013,19(3):656-663
Journal of Plant Nutrition and Fertilizer doi: 10.11674/zwyf.2013.0316

库尔勒香梨年生长期生物量及养分积累变化规律

柴仲平[1],王雪梅[2],陈波浪[1],蒋平安[1],盛建东[1*],刘 茂[1]
(1 新疆农业大学草业与环境科学学院,乌鲁木齐 830052;2 新疆师范大学地理科学与旅游学院,乌鲁木齐 830054)

摘要: 以6年树龄的库尔勒香梨为试材,对香梨树生物量及养分吸收规律进行了研究。结果表明,年生长期内香梨单株树体干物质、氮、磷、钾的积累量均随生育期的推进呈增长趋势,与萌芽前期相比,分别增加5804.92 g、75.71 g、27.11 g和103.10 g。其中膨果期的积累量和积累速率都较大,干物质、氮、磷、钾的积累量分别占积累总量的53.52%、22.93%、44.04%和62.66%。库尔勒香梨每生产1000 kg果实需要吸收氮(N)7.52 kg、磷(P)4.29 kg和钾(K)6.05 kg。

关键词: 库尔勒香梨;生物量;养分;吸收与积累
中图分类号: S661.2.601 **文献标识码:** A **文章编号:** 1008-505X(2013)03-0656-08

Annual biomass and nutrient accumulation of Korla fragrant pear

CHAI Zhong-ping[1], WANG Xue-mei[2], CHEN Bo-lang[1], JIANG Ping-an[1], SHENG Jian-dong[1*], LIU Mao[1]
(*1 College of Pratacultural and Environmental Sciences, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, China;*
2 College of Geography Science and Tourism, Xinjiang Normal University, Urumqi 830054, China)

Abstract: The annual biomass and nutrient absorption of Korla fragrant pear tree were studied using 6 year old Korla fragrant pear tree. The results show that the cumulative amounts of dry matter, N, P and K per single plant are increased with the growth and development of Korla fragrant pear, and compared with the early bud stage, which are increased by 5804.92 g, 75.71 g, 27.11 g and 103.10 g, respectively. The accumulation contents and accumulation rate are the biggest at the fruit expanding stage, which account for 53.52%, 22.93%, 44.04% and 62.66% respectively. To attain 1000 kg economic yield, Korla fragrant pear trees should uptake N 7.52 kg, P 4.29 kg and K 6.05 kg.

Key words: Korla fragrant pear; biomass; nutrient; absorption and accumulation

库尔勒香梨简称香梨,是新疆三大名优瓜果特产之一[1-2]。香梨属蔷薇科、梨属中的白梨系统,是新疆梨和西洋梨的自然杂交后代,在新疆的种植历史已有1400~2000年。以其皮薄肉细、汁多脆甜、香味浓郁而驰名国内外,已成为新疆南部重要的出口创汇农产品之一。库尔勒香梨栽培面积在新疆已经形成了相当大的规模,也实现了一定的产量和效益,但是单位面积的产量和效益与国内外相比还具有很大的差距。由于生产中盲目施肥导致果树生长营养障碍问题发生相当普遍,不仅造成了香梨果树的非正常减产,产量变幅大,还导致树势、果实品质下降,在一定意义上制约了该地区香梨生产的持续发展。许多学者研究表明,科学合理施肥是果树树体正常生长及生产优质果品的重要基础[3]。目前,新疆特色林果生产中有关枣树、核桃的营养吸收与平衡施肥的研究较多[4-7],其它果树相对较少,特别是对库尔勒香梨的研究少有报道。本研究在大田施肥的基础上,以6年树龄的库尔勒香梨为试材,采用树体挖掘解剖的方法对香梨进行生物量及养分吸收规律研究,为科学调控库尔勒香梨生育期内养分的摄入,促使其丰产、稳产和保证其优良品质提供可靠的理论依据。

收稿日期: 2012-10-27 **接受日期:** 2012-12-31
基金项目: 自治区"十二五"科技计划项目(201130102-2);土壤学自治区重点学科项目资助。
作者简介: 柴仲平(1974—),男,甘肃永昌人,博士研究生,副教授,主要从事土壤质量和植物营养方面的研究。
E-mail: chaizhongpingth@sina.com。 *通信作者 E-mail: sjd_2004@126.com

1　材料与方法

1.1　研究区概况

研究区在新疆库尔勒市恰尔巴格乡下和什巴格村5队(41°48′21″N, 86°04′22″E),海拔918.7 m,地处天山南麓,塔里木盆地东北边缘,孔雀河冲洪积平原上。属暖温带大陆性干旱气候,年平均气温14～15℃,年降水量50～55 mm,年最大蒸发量2788.2 mm。年总辐射6343 MJ /m^2,日照时数2889 h,大于等于0℃积温平均为4700℃,大于等于10℃积温4278℃,无霜期180～200 d。主导风向东北风,土壤主要为粘壤土,土壤中有机质含量21.26 g/kg,碱解氮46.22 mg/kg,有效磷14.35 mg/kg,速效钾168.92 mg/kg。

1.2　供试材料与试验设计

供试树种为6年树龄的香梨,嫁接砧木为杜梨(*Pyrus betulifolia* Bge.),株行距5×6 m,密度450 plant/hm^2。试验选取主干粗度、枝条数、枝条粗度相对一致、无病虫害、结果正常的15株香梨树挂牌标记,重复3次,小区面积350 m^2,采用随机区组设计。试验小区土壤肥力、水分等条件相近,立地条件较为一致。在香梨整个生育期施N 0.667 kg/plant, P_2O_5 0.667 kg/plant,K_2O 0.133 kg/plant。氮肥为尿素(含N 46%)、磷肥为重过磷酸钙(含P_2O_5 46%),钾肥为硫酸钾(含K_2O 51%)。氮肥用量的60%在果树萌芽前施入,剩余40%在膨果前期追施。磷肥和钾肥在萌芽前一次性施入,施肥方式为环状沟施,深度40 cm。常规灌溉,其它田间管理与当地相同。

1.3　采样与测定

试验于2011年3～10月进行,分别于萌芽前期(4月1日)、开花期(4月25日)、坐果期(5月25日)、膨果期(8月5日)和果实成熟期(9月10日)取香梨树样。每次采样方法相同,以单株为单位,整株采样,重复3次,采完后用不锈钢刀分离,再按根、主干、主枝、侧枝、叶和果实收集装袋。根系收集距主干半径100 cm范围内、深0—80 cm的坑中的所有根。样品收集完后称量各器官总鲜重,然后将植株样品剪碎,在100～105℃下杀青15 min,于70～80℃下烘干至恒重,称量其干重,最后粉碎过筛,供养分分析。土壤与植物样品均采用土壤农业化学常规分析方法[8]:土壤有机质用硫酸重铬酸钾外加热法;碱解氮用碱解扩散法;有效磷用$NaHCO_3$浸提—钼锑抗比色法;速效钾用NH_4OAc浸提—火焰光度计法测定。植物样品全氮(N)、全磷(P)和全钾(K)含量用硫酸-双氧水消化,全氮用奈氏比色法,全磷用钒钼酸氨比色法,全钾用火焰光度计法测定。

利用Microsoft Excel和DPS数据处理系统对试验数据进行处理与分析。

2　结果与分析

2.1　香梨树干物质积累的动态变化

2.1.1 香梨树生长期干物质积累量　由表1可知,香梨年生长期内不同器官的干物质积累量及植株总量均随香梨生育期的推进而增加,在成熟期达到最大。与萌芽前期相比,年生长期内单株香梨干物质量净增加5804.92 g。其中开花期净增加571.61 g,占年生长期净增量的9.85%;坐果期净增加1276.80 g,占年生长期净增量的21.99%;膨果期净增加3106.88 g,占年生长期净增量的53.52%;成熟期净增加849.63 g,占年生长期净增量的14.64%。不同生育期各器官干物质量积累水平有一定差异,叶和果实的净增量较大。单株香梨根系年生长期净增加499.89 g,其中膨果期净增215.97 g,占年生长期净增量的43.20%。主干年生长期净增加671.63 g,其中膨果期净增295.90 g,占年生长期净增量的44.06%。主枝年生长期净增加707.37 g,其中膨果期净增387.70 g,占年生长期净增量的54.81%。侧枝年生长期净增加611.02 g,其中膨果期净增213.79 g,占年生长期净增量的34.99%。叶年生长期净增加1263.61 g,其中坐果期净增563.9 g,占年生长期净增量的44.63%。果实年生长期净增加2051.40 g,其中膨果期净增1667.54 g,占年生长期净增量的81.29%。由此说明果实膨大期是香梨年生长期内干物质量积累最大的时期,而且不同器官除叶在坐果期生物量增加最多外,其它器官均在膨果期生物量增加最多,且与其它时期相比具有显著差异。表明在年生长周期内,在膨果期需要供给更多的养分才可以维持香梨树的正常生长。因此,在前期肥料供应充足的基础上,加大膨果期的肥料投入对促进香梨长势和提高产量具有重要作用。

表1 香梨生长期不同器官干物质积累量(g/plant)

Table 1 Dry matter accumulation in different organs of Korla fragrant pear in the growth stage

生育期 Growth stage	根 Root	主干 Trunk	主枝 Main branches	侧枝 Side shoots	叶 Leaf	果实 Fruit	整株 Whole plant
萌芽前期 EBS	1520.56 c	1960.58 d	1010.26 b	460.72 c			4952.12 c
开花期 FS	1610.42 c	2030.86 cd	1098.84 b	570.35 bc	213.26 c		5523.73 bc
坐果期 FSS	1730.38 b	2172.66 c	1160.56 b	744.43 b	777.16 b	215.34 b	6800.53 b
膨果期 FES	1946.35 a	2468.56 b	1548.62 a	958.22 ab	1102.78 a	1882.88 a	9907.41 a
成熟期 FHS	2020.45 a	2632.21 a	1717.63 a	1071.74 a	1263.61 a	2051.40 a	10757.04 a

注(Note): EBS—Early bud stage; FS—Flower stage; FSS—Fruit setting stage; FES—Fruit expanding stage; FHS—Fruit harvest stage. 同列数据后不同字母表示差异达5%显著水平 Values followed by different letters in a column are significant at the 5% level.

2.1.2 香梨树生长期干物质积累速率 香梨生长期不同器官干物质积累速率有较大差异(图1),根、主干、侧枝、叶的干物质积累速率在坐果期最快,分别达到4.00 g/d、4.73 g/d、5.80 g/d和18.80 g/d。主枝、果实的干物质积累速率在膨果期最快,分别达到5.54 g/d和23.82 g/d。香梨生长期整株果树干物质积累速率在膨果期最大为44.38 g/d,但与坐果期积累速率42.56 g/d相比差异不明显。因此在年生长周期中坐果期和膨果期是香梨树生长的两个关键时期。

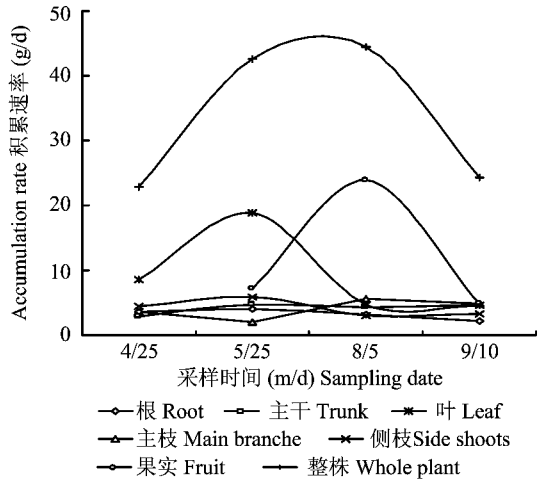

图1 香梨生长期不同器官干物质日积累量

Fig.1 Daily dry matter accumulation in different organs of Korla fragrant pear in the growth stages

2.2 香梨树生长期氮、磷、钾含量及动态变化

2.2.1 香梨树生长期氮含量及其动态变化 由表2可知,在香梨年生长期,氮的含量因不同器官在果树生长过程中功能与作用不同而产生了一定差异。根中氮素含量最高值9.45 g/kg出现在坐果期,较萌芽前期增加了33.85%。主干中氮素含量最高值9.85 g/kg出现在坐果期,较萌芽前期增加38.73%,差异显著,但与其它生育期相比差异不明显。主枝中氮素含量最高值10.92 g/kg出现在坐果期,开花期略高,显著高于其它生育期,较萌芽前期增加16.54%。侧枝中氮素含量最高值15.47 g/kg出现在坐果期,与开花期相比无明显差异,但显著高于其它生育期,较萌芽前期增加23.86%。叶片中氮素含量在开花期最大为35.56 g/kg,之后随着生育期的推进氮素含量逐渐降低,成熟期降低到21.66 g/kg,成熟期与膨果期相比无明显差异,与其它生育期相比差异较为显著。果实中氮素含量在坐果期最大为9.06 g/kg,之后逐渐降低,成熟期降到7.52 g/kg,成熟期与膨果期相比无明显差异,与坐果期相比差异显著。香梨年生长期中的氮素含量除叶在开花期最大外,其它器官均在坐果期达到最大,说明开花期和坐果期是香梨树体大量需氮时期,此时氮供应不足,会造成大量的落花、落果。各生育期香梨不同器官中氮素含量的大小顺序均表现为叶 >侧枝 >主枝 >主干 >根 >果实。

2.2.2 香梨树生长期磷含量及其动态变化 由表3可以看出,在香梨年生长期,根中磷最高含量4.10 g/kg出现在成熟期,显著高于其它生育期,较萌芽前期增加11.41%。主干中磷最高含量4.08 g/kg出现在坐果期,与其它生育期相比差异较显著,较萌芽前期增加71.43%。主枝中磷最高含量4.32 g/kg出现在坐果期,显著高于其它生育期,较萌芽前期增加61.80%。侧枝中磷最高含量4.86 g/kg出现在坐果期,与膨果期相比无明显变化,但显著高于其它生育期,较萌芽前期增加67.01%。叶片中磷含量在开花期最低为2.82 g/kg,之后随着生育期的推进磷含量逐渐增加,在成熟期达到最大为4.82 g/kg,

表 2　香梨生长期不同器官中氮含量(g/kg)

Table 2　The nitrogen contents in different organs of Korla fragrant pear in the growth stages

生育期 Growth stage	根 Root	主干 Trunk	主枝 Main branch	侧枝 Side shoot	叶 Leaf	果实 Fruit
萌芽前期 EBS	7.06 ±0.86 c	7.10 ±0.32 b	9.37 ±1.35 b	12.49 ±2.76 b		
开花期 FS	8.68 ±1.44 b	9.25 ±2.67 a	10.23 ±3.12 a	14.62 ±0.58 a	35.56 ±4.25 a	
坐果期 FSS	9.45 ±1.26 a	9.85 ±1.98 a	10.92 ±2.28 a	15.47 ±1.68 a	29.43 ±2.72 b	9.06 ±0.26 a
膨果期 FES	8.56 ±2.32 b	9.05 ±1.02 a	9.18 ±0.76 b	11.24 ±1.82 c	22.98 ±3.08 c	7.86 ±1.39 b
成熟期 FHS	8.82 ±2.17 b	9.45 ±0.64 a	9.82 ±1.16 b	12.35 ±0.23 b	21.66 ±1.28 c	7.52 ±1.22 b

注(Note):EBS—Early bud stage; FS—Flower stage; FSS—Fruit setting stage; FES—Fruit expanding stage; FHS—Fruit harvest stage. 同列数据后不同字母表示差异达5%显著水平 Values followed by different letters in columns reprensent significant difference at the 5% level.

表 3　香梨生长期不同器官中磷含量(g/kg)

Table 3　The phosphorus contents in different organs of Korla fragrant pear in the growth stages

生育期 Growth stage	根 Root	主干 Trunk	主枝 Main branch	侧枝 Side shoot	叶 Leaf	果实 Fruit
萌芽前期 EBS	3.68 ±0.41 b	2.38 ±0.28 c	2.67 ±0.76 c	2.91 ±0.92 c		
开花期 FS	3.22 ±0.82 b	3.10 ±0.64 b	3.52 ±1.19 b	3.85 ±1.26 b	2.82 ±0.34 b	
坐果期 FSS	2.58 ±0.66 c	4.08 ±1.43 a	4.32 ±1.37 a	4.86 ±2.03 a	3.19 ±0.88 b	2.15 ±0.23 c
膨果期 FES	3.76 ±1.27 b	3.57 ±1.15 b	3.26 ±0.85 b	4.51 ±0.93 a	4.10 ±1.23 a	3.62 ±1.02 b
成熟期 FHS	4.10 ±1.05 a	3.23 ±0.48 b	3.05 ±0.25 b	4.19 ±1.21 b	4.82 ±1.07 a	4.29 ±0.56 a

注(Note):EBS—Early bud stage; FS—Flower stage; FSS—Fruit setting stage; FES—Fruit expanding stage; FHS—Fruit harvest stage. 同列数据后不同字母表示差异达5%显著水平 Values followed by different letters in columns represent significant difference at the 5% level.

成熟期与膨果期相比无明显差异,与其它生育期相比差异较为显著。果实中磷含量在坐果期最低为 2.15 g/kg,之后随着生育期的推进磷素含量逐渐增加,在成熟期达到最大为 4.29 g/kg,与其它生育期相比差异显著。不同器官在香梨年生长期中的磷含量表现为根、叶、果实在成熟期达到最大,主干、主枝、侧枝在坐果期达到最大,说明坐果期和成熟期是香梨树体大量需磷时期,应及时补充磷肥。坐果期香梨不同器官中磷含量的大小顺序表现为侧枝 > 主枝 > 主干 > 叶 > 根 > 果实,成熟期则表现为叶 > 果实 > 侧枝 > 根 > 主干 > 主枝。

2.2.3 香梨树生长期钾含量及动态变化　在香梨年生长期,根中钾含量最高值 18.48 g/kg 出现在成熟期,与其它生育期相比差异较显著,较萌芽前期增加 20.94%(表 4)。主干中钾含量最高值 13.98 g/kg 出现在膨果期,与其它生育期相比差异较显著,较萌芽前期增加 24.82%。主枝中钾含量最高值 15.34 g/kg 出现在成熟期,与膨果期相比无明显变化,与其它生育期相比差异显著,较萌芽前期增加 17.91%。侧枝中钾含量最高值 18.05 g/kg 出现在成熟期,与其它生育期相比差异较显著,较萌芽前期增加 11.77%。叶片中钾含量在开花期最低为 19.19 g/kg,之后随着生育期的推进逐渐增加,在成熟期达到最大为 32.58 g/kg,成熟期与膨果期相比无明显差异,与其它生育期相比差异较为显著。果实中钾含量在坐果期最低为 3.09 g/kg,之后随着生育期的推进逐渐增加,在成熟期达到最大为 6.05 g/kg,与膨果期相比无明显差异,与坐果期相比差异显著。不同器官在香梨年生长期中的钾含量除主干在膨果期最大外,其它器官均在成熟期达到最大,说明膨果期和成熟期是香梨树体大量需钾时期,应及时补充钾肥。膨果期香梨不同器官中钾素含量大小顺序表现为叶 > 侧枝 > 根 > 主枝 > 主干 > 果实,成熟期则表现为叶 > 根 > 侧枝 > 主枝 > 主干 > 果实。

表4 香梨生长期不同器官中钾含量(g/kg)

Table 4 The potassium contents in different organs of Korla fragrant pear in the growth stage

生育期 Growth stage	根 Root	主干 Trunk	主枝 Main branches	侧枝 Side shoots	叶 Leaf	果实 Fruit
萌芽前期 EBS	15.28 ±3.62 c	11.20 ±0.94 c	13.01 ±1.32 b	16.15 ±3.23 b		
开花期 FS	14.45 ±2.14 c	10.18 ±1.67 c	11.94 ±1.72 c	14.23 ±2.96 c	19.19 ±3.47 c	
坐果期 FSS	12.30 ±0.78 d	8.86 ±2.03 d	10.66 ±0.78 c	11.78 ±1.39 d	26.24 ±1.25 b	3.09 ±1.27 b
膨果期 FES	16.24 ±2.52 b	13.98 ±1.21 a	14.21 ±2.44 a	16.84 ±3.21 b	30.02 ±4.18 a	5.29 ±0.83 a
成熟期 FHS	18.48 ±1.49 a	12.26 ±0.31 b	15.34 ±2.16 a	18.05 ±2.15 a	32.58 ±2.86 a	6.05 ±1.71 a

注(Note): EBS—Early bud stage; FS—Flower stage; FSS—Fruit setting stage; FES—Fruit expanding stage; FHS—Fruit harvest stage. 同列数据后不同字母表示差异达5%显著水平 Values followed by different letters in columns reprensent significant difference at the 5% level.

2.3 香梨树生长期氮、磷、钾积累动态

2.3.1 香梨树生长期氮积累动态 香梨年生长期单株果树氮素的总积累量呈递增趋势(图2),氮由萌芽前期的单株39.88 g累积到果实成熟期的115.59 g,净增75.71 g,其中根积累占9.35%,主干积累占14.46%,主枝积累占9.77%,侧枝积累占9.89%,叶积累占36.15%,果实积累占20.38%。不同时期氮素总积累量有一定差异,开花期、坐果期和膨果期氮的积累量较大,成熟期较小,与其它时期相比差异较为显著。开花期、坐果期氮素的迅猛积累与各器官氮素含量增加以及香梨树体迅速扩建有关,膨果期氮素的迅猛积累主要是香梨果实干物质急剧增加所致。香梨年生长期不同器官的氮素积累基本与整株树体保持一致,呈递增趋势,只有侧枝的氮素积累在膨果期略有下降。根中氮素积累在开花期较为迅速,净增3.24 g,占根积累总量的45.76%。主干中氮素积累在开花期较为迅速,净增4.87 g,占主干积累总量的44.48%。主枝中氮素积累在成熟期较为迅速,净增2.65 g,占主枝积累总量的35.81%。侧枝中氮素积累在坐果期较为迅速,净增3.18 g,占侧枝积累总量的42.46%。叶中氮素积累在坐果期较为迅速,净增15.29 g,占叶积累总量的55.86%。果实中氮素积累在膨果期较为迅速,净增12.85 g,占果实积累总量的83.28%。不同生育阶段各器官中氮素积累表现为:萌芽前期主干>根>主枝>侧枝;开花期主干>根>主枝>侧枝>叶;坐果期叶>主干>根>主枝>侧枝>果实;膨果期叶>主干>根>果实>主枝>侧枝;成熟期叶>主干>根>主枝>果实>侧枝。

2.3.2 香梨树生长期磷积累动态 香梨年生长期单株果树磷素的总积累量呈递增趋势(图3),磷素由

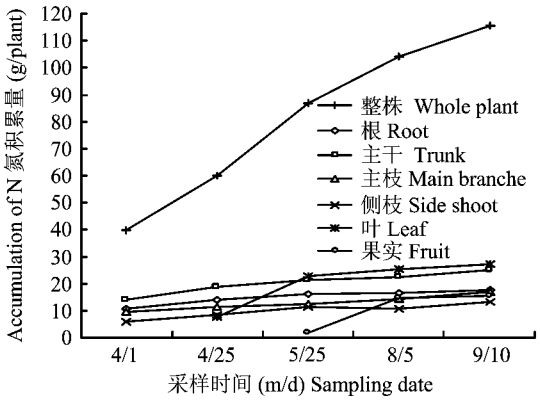

图2 香梨生长期不同器官氮积累动态

Fig.2 Dynamics of N accumulation in different organs of Korla fragrant pear in the growth stages

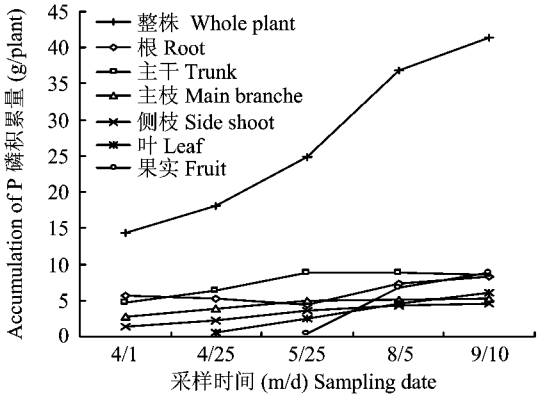

图3 香梨生长期不同器官磷积累动态

Fig.3 Dynamics of P accumulation in different organs of Korla fragrant pear in the growth stages

萌芽前期的14.30 g累积到果实成熟期的41.41 g,净增27.11 g,其中根积累占9.90%,主干积累占14.15%,主枝积累占9.38%,侧枝积累占11.63%,叶积累占22.46%,果实积累占32.48%。不同时期

磷素总积累量有一定差异,膨果期磷素的积累量较大,其它时期相对较小且差异不明显。膨果期磷素的迅猛积累主要是香梨果实干物质急剧增加所致。香梨年生长期不同器官的磷素积累差异比较明显,根中磷素积累量随着生育期的推进先减小后增大,在坐果期达到最低,成熟期达最大,膨果期积累较为迅速,与坐果期相比净增 2.86 g,占根积累总量的 106.72%。主干中磷素积累量随着生育期的推进先增大后减小,在坐果期达到最大 8.86 g。主干中磷素积累在坐果期较为迅速,与开花期相比净增 2.56 g,占主干积累总量的 66.84%。主枝、侧枝、叶和果实中磷素的积累与整株树体磷素积累趋势一致,随着生育期的推进而递增。主枝中磷素积累在坐果期较为迅速,与开花期相比净增 1.14 g,占主枝积累总量的 44.88%。侧枝中磷素积累在坐果期较为迅速,与开花期相比净增 1.42 g,占侧枝积累总量的 45.08%。叶中磷素积累在膨果期较为迅速,与坐果期相比净增 2.04 g,占叶积累总量的 33.50%。果实中磷素积累在膨果期较为迅速,与坐果期相比净增 6.36 g,占果实积累总量的 72.27%。不同生育阶段各器官中磷素积累表现为: 萌芽前期根 > 主干 > 主枝 > 侧枝; 开花期主干 > 根 > 主枝 > 侧枝 > 叶; 坐果期主干 > 主枝 > 根 > 侧枝 > 叶 > 果实; 膨果期主干 > 根 > 果实 > 主枝 > 叶 > 侧枝; 成熟期果实 > 主干 > 根 > 叶 > 主枝 > 侧枝。

2.3.3 香梨树生长期钾积累动态　香梨年生长期单株果树钾素的总积累量呈递增趋势(图 4),钾素由萌芽前期的 65.78 g 累积到果实成熟期的 168.88 g,净增 103.10 g,其中根积累占 13.69%,主干积累占 10.00%,主枝积累占 12.80%,侧枝积累占 11.54%,叶积累占 39.93%,果实积累占 12.04%。不同时期钾素总积累量有明显差异,膨果期钾素的积累量最大,该时期钾素的迅猛积累主要是各器官中钾素含量上升和香梨果实干物质急剧增加所致。香梨年生长期不同器官的钾素积累差异比较明显,根、主干、主枝和侧枝中钾素积累量在萌芽前期、开花期和坐果期变化不明显,膨果期呈急剧上升趋势。与坐果期相比根中钾素积累量在膨果期净增 10.33 g,占根积累总量的 73.21%。主干中钾素积累量在膨果期净增 15.26 g,占主干积累总量的 148.01%。主枝中钾素积累量在膨果期净增 9.64 g,占主枝积累总量的 72.98%。侧枝中钾素积累量在膨果期净增 7.37 g,占侧枝积累总量的 61.93%。叶和果实中钾素的积累与整株树体钾素积累趋势一致,随着生育期的推进而递增。叶中钾素积累在坐果期较为迅速,与开花期相比净增 16.30 g,占叶积累总量的 39.59%。果实中钾素积累在膨果期较为迅速,与坐果期相比净增 9.29 g,占果实积累总量的 74.86%。不同生育阶段各器官中钾素积累表现为: 萌芽前期根 > 主干 > 主枝 > 侧枝; 开花期根 > 主干 > 主枝 > 侧枝 > 叶; 坐果期根 > 叶 > 主干 > 主枝 > 侧枝 > 果实; 膨果期主干 > 叶 > 根 > 主枝 > 侧枝 > 果实; 成熟期叶 > 根 > 主干 > 主枝 > 侧枝 > 果实。

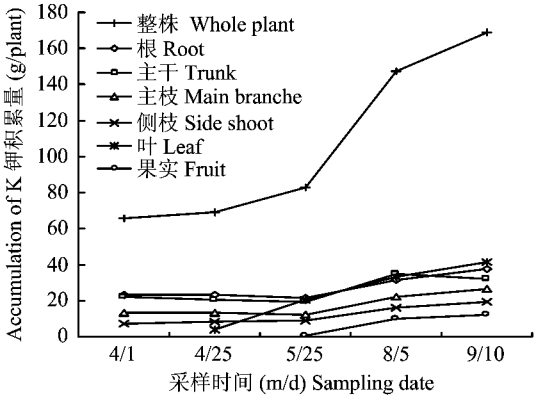

图 4　香梨生长期不同器官钾积累动态

Fig. 4　Dynamics of K accumulation in different organs of Korla fragrant pear in the growth stages

3　讨论与结论

年生长周期内干物质的积累量可以衡量果树生长状况和内部代谢,同时还关系到果树产量的高低。6 年生库尔勒香梨单株树体生物干物质积累量从萌芽前期的 4952.12 g 增至成熟期的 10757.04 g,增幅达 117.22%,生物干物质积累量的趋势与其它果树基本相似[6,9]。年生长周期内果实膨大期是香梨干物质量积累最大的时期,积累速率也最大,不同器官干物质的日积累速率表现为果实 > 主枝 > 叶 > 主干 > 根 > 侧枝。

年生长周期内香梨单株树体从土壤中吸收氮素总量为 75.71g,开花期、坐果期和膨果期吸氮量较大,分别吸收氮素 20.05 g、26.84 g 和 17.36 g,占吸收总量的 26.48%、35.45% 和 22.93%,说明开花期、坐果期和膨果期是香梨树体氮素营养的三个关键时期。不同器官中叶与果实年携走的氮量分别为 27.37 g 和 15.43 g,分别占总吸收量的 36.15% 和 20.38%。树体通过根、主干、主枝、侧枝吸收保留的氮量则分别为 7.08 g、10.95 g、7.40 g 和 7.49 g,分别占总吸收量的 9.35%、14.46%、9.77% 和

9.89%。香梨单株树体从土壤中吸磷总量为27.11 g,膨果期吸磷量最大,达11.94 g,占吸收总量的44.04%,说明果实膨大期是香梨树体磷素营养的最大效率时期。不同器官中叶与果实年携走的磷量分别为6.09 g和8.80 g,分别占总吸收量的22.46%和32.48%。树体通过根、主干、主枝、侧枝吸收保留的磷量则分别为2.68 g、3.83 g、2.54 g和3.15 g,分别占总吸收量的9.90%、14.15%、9.38%和11.63%。香梨单株树体从土壤中吸钾总量为103.10 g,膨果期吸钾量最大,达64.6 g,占吸收总量的62.66%,说明果实膨大期是香梨树体钾素营养的最大效率时期。不同器官中叶与果实年携走的钾量分别为41.17 g和12.41 g,分别占总吸收量的39.93%和12.04%。树体通过根、主干、主枝、侧枝吸收保留的磷量则分别为14.11 g、10.31 g、13.21 g和11.90 g,分别占总吸收量的13.69%、10.00%、12.80%和11.54%。香梨树体中氮、磷、钾的吸收积累配比萌芽前期为1∶0.36∶1.65,开花期为1∶0.30∶1.16,坐果期为1∶0.29∶0.95,膨大期为1∶0.35∶1.41,成熟期为1∶0.36∶1.46。由此说明,香梨年生长期内应注重氮、磷、钾肥的施用量。萌芽期氮、磷、钾肥的施用量要均衡,开花期、坐果期都要继续追施氮肥,保证开花和坐果。果实形成后进入膨大期,此时氮、磷、钾肥要同时补充,特别要及时追施磷、钾肥。氮肥虽然在膨大期也是最大效率期,但氮肥施用过多容易引起香梨树体营养器官的过盛生长,即影响果实产量又不利于香梨过冬,因此在果实膨大期氮肥用量要适量补给。成熟期果实采收后也要适当追施氮、磷、钾肥,补充树体的营养,以保证下一年树体的萌动和花芽分化。

果树施肥量需要依据其产量水平、果园土壤肥力状况以及肥料利用率和当地气候、栽培技术、管理措施等综合因素来确定,以往研究主要采用产量水平中的经济产量所需养分数量来确定[4,6-7,10],但在香梨研究中较少应用。本研究以果实成熟期香梨果实中氮、磷、钾的含量表示6年树龄香梨经济产量所需养分数量,每形成1000 kg香梨需要吸收氮7.52 kg、磷4.29 kg和钾6.05 kg。氮素、磷素和钾素的需要量均高于许咏梅[11]对8年树龄库尔勒香梨的研究结果(0.21 kg、0.04 kg和1.95 kg)。按照果树合理施肥量=(果树吸收量-土壤供应量)/肥料利用率,土壤供应量按吸收量的1/3计,氮、磷、钾肥的肥料利用率按50%、20%和60%[12]计算,本研究推荐香梨产量5.625 t/hm^2(12.5 kg/plant)为目标时,施氮、磷、钾的量分别为100.95 kg/hm^2、90.37 kg/hm^{2}和114.56 kg/hm^2。由于香梨树龄和栽培条件、技术及管理措施的差异,不同地区香梨的施肥用量、配比也有所不同,生产中应结合实际情况制定施肥方案。

参考文献:

[1] 何子顺,牛建新,邵月霞. 库尔勒香梨果实萼片脱落与宿存研究概述[J]. 栽培技术,2006,(2):10-11.
He Z S, Niu J X, Shao Y X. General review of study on the calyx leaving from fruit and persistent calyx of Korla fragrant pear[J]. Cultiv. Technol., 2006, (2): 10-11.

[2] 李慧民,牛建新,党小燕. 化学药剂处理克服香梨自交不亲和性效果研究[J]. 新疆农业科学,2008,45(6):1076-1079.
Li H M, Niu J X, Dang X Y. Overcoming self-incompatibility in Korla fragrant pear by chemical treatment[J]. Xinjiang Agric. Sci., 2008, 45(6): 1076-1079.

[3] 何忠俊,同延安,张国武,等. 钾对黄土区场砀山酥梨产量及品质的影响[J]. 果树学报,2002,19(1):8-11.
He Z J, Tong Y A, Zhang G W *et al*. Effect of potash application on the out put and quality of Dangshan pear variety in loess area [J]. J. Fruit Sci., 2002, 19(1): 8-11.

[4] 陈波浪,盛建东,李建贵,等. 红枣树氮、磷、钾吸收与累积年周期变化规律[J]. 植物营养与肥料学报,2011,17(2):445-450.
Chen B L, Sheng J D, Li J G *et al*. Study on N, P, K absorption and accumulation in Zizvphus jujube tree[J]. Plant Nutr. Fert. Sci., 2011, 17(2): 445-450.

[5] 梁智,张计峰. 两种枣树矿质营养元素累积特性研究[J]. 植物营养与肥料学报,2011,17(3):688-692.
Liang Z, Zhang J F. Accumulation properties of mineral elements in two types of Chinese jujube[J]. Plant Nutr. Fert. Sci., 2011, 17(3): 688-692.

[6] 王泽,盛建东,陈波浪,等. 矮密栽培红枣树生物量及养分积累动态研究[J]. 植物营养与肥料学报,2012,18(1):169-175.
Wang Z, Sheng J D, Chen B L *et al*. Study on biomass and nutrient accumulation of Zizyphus jujube tree under dwarfing and high density culture[J]. Plant Nutr. Fert. Sci., 2012, 18(1): 169-175.

[7] 梁智,周勃,邹耀湘. 核桃树体生物量构成及矿质营养元素累积特性研究[J]. 果树学报,2012,29(1):139-142.
Liang Z, Zhou B, Zou Y X. Compositional analysis of biomass and accumulation properties of mineral elements in walnut[J]. J. Fruit Sci., 2012, 29(1): 139-142.

[8] 鲍士旦. 土壤农化分析(第3版)[M]. 北京:中国农业出版社,2000. 25-114.
Bao S D. Analysis of soil and agricultural chemistry[M]. Beijing: China Agriculture Press, 2000. 25-114.

[9] 马文娟,同延安,高义民. 葡萄氮素吸收利用与累积年周期变化规律[J]. 植物营养与肥料学报,2010,16(2):504

-509.

Ma W J, Tong Y A, Gao Y M. Study on nitrogen absorption, utilization and accumulation in grape tree[J]. Plant Nutr. Fert. Sci., 2010, 16(2): 504-509.

[10] 沈其荣. 土壤肥料学通论[M]. 北京:高等教育出版社, 2001. 161-162.

Shen Q R. An introduction to soil and fertilizer[M]. Beijing: Higher Education Press, 2001. 161-162.

[11] 许咏梅, 付明鑫, 覃本民, 等. 新疆库尔勒香梨氮磷钾适宜用量研究初报[J]. 新疆农业科学, 2001, 38(5): 257-259.

Xu Y M, Fu M X, Tan B M *et al*. Study on appropriate amount of N, P and K to Korla fragrant pear in Xinjiang[J]. Xinjiang Agric. Sci., 2001, 38(5): 257-259.

[12] 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. 48-51.

Jiang Y M, Zhang H Y, Zhang F S. Concepts & practice of integrate nutrient resource management in northern deciduous fruit[M]. Beijing: China Agricultural University Press, 2007. 48-51.