

短截修剪程度对‘红灯’甜樱桃 ^{13}C 和 ^{15}N 分配利用的影响

付莹^{1,2}, 姜远茂^{1,*}, 张世忠¹, 雷庆国², 汤先状³

(¹ 山东农业大学园艺科学与工程学院, 山东泰安 271018; ² 山东邹城市林业局, 山东邹城 273500; ³ 蓬莱市村里集镇人民政府, 山东蓬莱 265600)

摘要: 以2年生‘红灯’(*Prunus avium* L. ‘Hongdeng’)/东北山樱(*Cerasus sachalinensis* Kom.)为试材, 研究了不同短截程度对 ^{13}C 和 ^{15}N 分配和利用的影响。结果表明, 新梢生长期, 短截处理修剪促进了碳水化合物向根系分配, 极重度短截处理使叶片和新梢中 ^{13}C 分配率分别减少了 29.15% 和 7.3%, 粗根和细根中 ^{13}C 分配率增加了 46.65% 和 48.43%。随着时间的推移, 短截处理的叶片和新梢的 ^{13}C 分配率均显著高于对照, 多年生枝干的 ^{13}C 分配率随短截程度的增加而减小, 根系的 ^{13}C 分配率以中短截最低, 极重度短截最高。各处理 ^{15}N 利用率从高到底依次为中度短截 > 对照 > 极重度短截, 在新梢停长期差别最大, 3 个处理 ^{15}N 利用率分别为 6.91%、5.54% 和 3.60%; 多年生枝干 ^{15}N 分配率随短截程度的增加而减小, 短截处理叶片和新梢的 ^{15}N 分配率随短截程度的增加而增加。

关键词: 甜樱桃; 短截; ^{13}C ; ^{15}N ; 分配; 利用

中图分类号: S 662.5

文献标志码: A

文章编号: 0513-353X (2015) 01-0104-07

Effects of Cutting Back Pruning Degree on Distribution and Utilization of ^{13}C and ^{15}N for *Prunus avium* ‘Hongdeng’

FU Ying^{1,2}, JIANG Yuan-mao^{1,*}, ZHANG Shi-zhong¹, LEI Qing-guo², and TANG Xian-zhuang³

(¹ College of Horticulture Science and Engineering, Shandong Agricultural University, Tai'an, Shandong 271018, China; ² Zoucheng Forestry Bureau, Zoucheng, Shandong 273500, China; ³ Cunliji Town People's Government, Penglai City, Penglai, Shandong 265600, China)

Abstract: Two-year-old field sweet cherry trees (*Prunus avium* L. ‘Hongdeng’/*Cerasus sachalinensis* Kom.) were used to study the effects of different cutting back pruning degrees on characteristics of distribution of ^{13}C and ^{15}N , and as well as utilization of ^{15}N . The results showed that the cutting back pruning promoted the carbohydrates to root system distribution at the new shoot growing stage. The extremely heavy cutting back pruning reduced the ^{13}C distribution ratios to the leaves and new shoots respectively by 29.15% and 7.3%, and increased the distribution ratios to the large and fine roots respectively by 46.65% and 48.43%. With the tree growing process, the ^{13}C distribution ratios in the cutting back pruning treatment's leaves and new shoots were higher than that in the control. The ^{13}C distribution ratios in the perennial branches decreased with the increase of the cutting back pruning intensity. The ^{13}C

收稿日期: 2014-10-21; 修回日期: 2014-12-04

基金项目: 山东省农业科技成果转化基金项目 (鲁科农字[2005]第 93 号)

* 通信作者 Author for correspondence (E-mail: ymjiang@sdau.edu.cn)

distribution ratios in roots were the lowest in the moderate cutting back pruning and the highest in the extremely heavy cutting back pruning. The sequence of the ^{15}N utilization ratios from high to low was the moderate pruning > the control > the extremely heavy pruning. The maximum difference of ^{15}N utilization efficiency appeared at new shoot stop growing stage, and the ^{15}N utilization ratios respectively were 6.91%, 5.54% and 3.60% in the moderate, the extremely heavy cutting back pruning and the control. The ^{15}N utilization ratios in the perennial branches decreased with the increase of the cutting back pruning intensity and that in leaves and new shoots increased with the increase of the cutting back pruning intensity.

Key words: sweet cherry; cutting back pruning; ^{13}C ; ^{15}N ; distribution; utilization

修剪是果树栽培的关键措施和常用方法。修剪程度不同, 树体生长发育的变化也不同 (Elfving & Forshey, 1976; 李洪钵, 1982; 李汇川, 1982; 松会能, 1983)。甜樱桃树干性强, 具有较强的顶端优势, 成枝力较弱, 在生产实践中经常需要短截来控制树体的长势。

果树的碳素营养状况, 直接影响到果树的生长发育、树体结构、果实的产量和质量。研究果树的碳素营养的吸收、运输、分配、储藏和利用规律, 对调控果树生长发育、提高产量和品质是十分重要的。前人关于短截修剪的研究主要集中在其对树体生长、产量和果实品质等方面 (宋凯 等, 2010; 李明霞 等, 2011; 江才伦 等, 2012), 从碳、氮营养角度研究短截的效应较少, 对甜樱桃短截修剪的碳、氮系统研究鲜见报道。

本研究中采用 ^{13}C 和 ^{15}N 示踪技术, 研究了不同短截强度对大田甜樱桃幼树碳和氮分配利用的影响, 旨在剖析其分配规律, 以期为宜的修剪措施提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验于 2011 年 3—9 月在山东农业大学教学基地——泰安市邱家店镇南王庄村的园艺场进行。以大田正常管理的 2 年生‘红灯’/东北山樱为试材。供试土壤有机质 1.13%, 碱解氮 53.1 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 速效磷 38.2 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 速效钾 134 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

选取主枝数量相同, 生长势基本一致, 无病虫害植株 36 株, 分为 4 组。设 3 个处理: ①选取 9 株于萌芽前在基部 (潜伏芽处) 进行极重度短截; ②9 株中度短截剪到主枝长度的 1/2 饱满芽处; ③剩余 18 株不做处理作为对照; 其中 9 株作为 ^{13}C 气体标记空白, 各处理生长条件和管理水平保持一致 (图 1)。

于 2011 年 3 月 24 日主枝短截后, 在树周围 20 cm 处均匀施入 ^{15}N 尿素 5 g (上海化工研究院生产, 丰度 10.22%), 并于新梢旺长期 (5 月 19 日)、新梢停长期 (7 月 20 日)、营养开始回流期 (9 月 24 日) 分别进行 ^{13}C 标记 (Lu et al., 2002)。72 h 后进行破坏性采样, 将整株解析为细根 (直径 ≤ 0.2 cm)、粗根 (直径 > 0.2 cm)、叶片、新梢、多年生枝干。3 个时期每个处理均取 3 株, 每株解析后各部分为 1 个重复。

样品按清水→洗涤剂→清水→1%盐酸→3 次去离子水顺序冲洗后, 105 $^{\circ}\text{C}$ 下杀青 30 min, 随后在 80 $^{\circ}\text{C}$ 下烘干至恒重, 粉碎后过 0.25 mm 筛, 混匀后装袋备用。

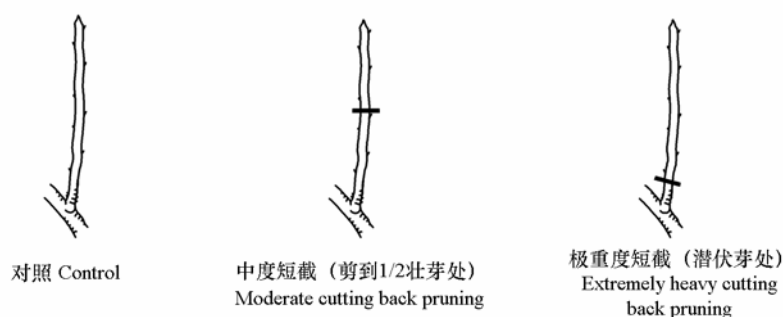


图 1 短截示意图

Fig. 1 Schematic diagram of cutting back pruning

1.2 测定项目与方法

新梢长度定期用钢尺测量，新梢粗度用游标卡尺测量，叶面积采用王旺田等（2007）的方法测定，新梢数为整株树的新梢个数，各指标均采用平均值。

^{13}C 丰度用 Thermo Fisher Scientific, Inc., USA 公司 DELTA V Advantage 型号的同位素比率质谱仪 (Isotope Ratio Mass Spectrometer) 测定，外部设备：Flash EA1112 HT 元素分析仪 (Elemental Analyzer)。原理：样品在元素分析仪中高温燃烧后生成 CO_2 ，质谱仪通过检测 CO_2 的 ^{13}C 与 ^{12}C 比率，并与国际标准物 (Pee Dee Belnrite 或 PDB) 比对后计算出样品的 $\delta^{13}\text{C}$ 比率值。测定精度设 $\delta^{13}\text{C}$: $\pm < 0.01\%$ 。 ^{15}N 丰度用 ZHT-03 质谱计 (北京分析仪器厂) 在中国农业科学院原子能利用研究所测定。样品全氮用凯氏定氮法测定 (鲍士旦, 2000)。

^{13}C 丰度 (F_i , %) = $(\delta^{13}\text{C} + 1000) \times R_{\text{PBD}} / [(\delta^{13}\text{C} + 1000) \times R_{\text{PBD}} + 1] \times 100$ ，式中： R_{PBD} 为碳同位素的标准比值， $R_{\text{PBD}} = 0.0112372$ 。

^{13}C 在各器官的分配率 ($^{13}\text{C}_i$, %) = $^{13}\text{C}_i / ^{13}\text{C}_{\text{净吸收}} \times 100$ ；式中 $^{13}\text{C}_i$ 为该器官的 ^{13}C 量。

氮肥利用率 (%) = $[\text{Ndff} \times \text{器官全氮量 (g)}] / \text{施肥量 (g)} \times 100$ 。

$\text{Ndff} (\%) = \text{植物样品中 } ^{15}\text{N} \text{ 原子百分超} \% / \text{肥料中 } ^{15}\text{N} \text{ 原子百分超} \% \times 100$ 。

原子百分超 (%) = 样品中 ^{15}N 丰度% - 自然丰度%。

氮肥分配率 (%) = 各器官从氮肥中吸收的氮量 (g) / 总吸收氮量 (g) $\times 100$ 。

应用 Microsoft Excel 2003 软件进行图表绘制，应用 DPS 7.05 软件进行数据的统计分析，采用单因素方差分析。

2 结果与分析

2.1 短截对‘红灯’甜樱桃生长的影响

由表 1 可见，在新梢开始生长期 (5 月 3 日)、旺长期 (5 月 19 日) 和停长期 (7 月 20 日) 3 个关键物候期，极重度短截和中度短截的新梢生长较快，尤其是极重度短截处理 3 个物候期均显著高于对照，说明短截刺激了生长物质的增加，促进了新梢的生长。

在 9 月底最后一次取样时，测定了不同短截程度的‘红灯’甜樱桃生物量。随着短截程度的增加，新梢加粗生长程度增加，叶面积逐渐增加，干物质质量从大到小的顺序依次为：中度短截 > 极

重度短截 > 对照, 极重短截处理的新梢粗度是中度短截和对照的 1.15 倍和 1.28 倍, 叶面积是 1.29 倍和 1.55 倍, 而新梢产生的个数越少, 表明短截越重, 越能促进新梢和叶片的生长, 而短截后分枝量减少, 新梢个数也随之减少, 干物质质量增加 (表 2)。

表 1 不同处理的关键物候期新梢生长量
Table 1 New shoots growth in key phenophase under different treatments

短截 Cutting back pruning	新梢开始生长期 New shoot start growing stage	新梢旺长期 New shoot growing stage	新梢停长期 New shoot stop growing stage
对照 Control	3.11 c	32.94 c	99.38 b
中度 Moderate	5.67 b	36.94 b	101.13 b
极重度 Extremely heavy	9.43 a	42.70 a	116.82 a

注: 不同字母表示同一物候期各处理在 5% 水平差异显著。下同。
Note: Different letters mean significant difference among treatments in a phenological phase at 5% level. The same below.

表 2 不同短截处理的生物量
Table 2 The biomass of the different cutting back pruning treatment

短截 Cutting back pruning	新梢个数 New shoot number	新梢粗度/cm New shoot diameter	叶面积/cm ² Leaf area	干物质质量/g Weight
对照 Control	94 a	1.239 c	37.54 c	1 036.98 c
中度 Moderate	58 b	1.385 b	45.08 b	2 042.51 a
极重度 Extremely heavy	15 c	1.588 a	58.12 a	1 164.19 b

2.2 短截对 ¹³C 分配率的影响

由表 3 可看出, 不同短截处理对光合产物的分配产生显著影响。在新梢旺长期, 各个处理 ¹³C 分配率均以多年生枝干最高, 对照和极重短截处理间差异较小, 中度短截处理最低。极重短截和中度短截处理细根和粗根中 ¹³C 分配率均显著高于对照, 根系的总 ¹³C 分配率分别是对照的 1.47 和 1.22 倍; 短截处理的 ¹³C 分配率在叶片中有减少趋势, 在新梢中以中度短截最高, 极重度短截最低。极重度短截处理与对照相比使叶片和新梢 ¹³C 分配率减少了 29.15% 和 7.3%, 粗根和细根中增加了 46.65% 和 48.43%。表明短截处理加大两极交换, 促进碳水化合物向根系分配。

在新梢停长期, 3 个处理 ¹³C 分配率仍以多年生枝干最高, 呈逐渐减小的趋势; 地上部叶片、新梢增加较大, 呈逐渐增加的趋势; 各个部位差异均显著。极重度短截和中度短截处理叶片和新梢的 ¹³C 分配率均显著高于对照, 叶片 ¹³C 分配率分别是对照的 1.34 倍和 1.24 倍, 新梢 ¹³C 分配率分别是对照的 2.56 倍和 2.12 倍。细根、粗根和根系总 ¹³C 分配率均是极重度短截最高, 中度短截最低, 说明随着时间的推移, 叶片制造的光合产物增多, 短截处理减少了光合产物向多年生枝干和根系的分配, 增加了向新梢的分配。

在营养开始回流期, 与新梢停长期相比, 3 个处理叶片的 ¹³C 分配率减少, 对照和极重度短截新梢 ¹³C 分配率增加, 多年生枝干 ¹³C 分配率减少; 中度短截新梢 ¹³C 分配率减少, 多年生枝干 ¹³C 分配率增加; 3 个处理细根 ¹³C 分配率逐渐减少, 粗根 ¹³C 分配率逐渐增加, 处理间 ¹³C 分配率差异均显著。中度短截和极重度短截叶片和新梢 ¹³C 分配率显著高于对照; 短截处理多年生枝干 ¹³C 分配率减少; 根系 ¹³C 分配率以极重度短截最高, 中度短截最低。说明随着处理时间的推移, 叶片中 ¹³C 分配率减小, 粗根碳分配量增加, 树体营养开始向下回流; 并且修剪处理有利于新生部位器官的构建。

表 3 不同短截程度关键物候期各器官 ^{13}C 分配率

Table 3 Proportion of ^{13}C in organs to total ^{13}C uptake in key phonological phases under different cutting back pruning degree %						
物候期 Phonological phases	短截 Cutting back pruning	叶片 Leaf	新梢 New shoot	多年生枝干 Perennial branches	细根 Fine root	粗根 Large root
新梢旺长期 New shoot growing stage	对照 Control	22.37 a	6.00 b	56.45 a	1.59 b	13.59 c
	中度 Moderate	22.06 ab	9.15 a	50.33 b	2.44 a	16.02 b
	极重度 Extremely heavy	15.85 b	5.56 c	56.30 a	2.36 a	19.93 a
新梢停长期 New shoot stop growing stage	对照 Control	20.55 c	11.79 c	55.23 a	0.90 b	11.52 b
	中度 Moderate	25.54 b	24.94 b	40.36 b	0.35 c	9.38 c
	极重度 Extremely heavy	27.61 a	30.13 a	34.31 c	1.84 a	14.97 a
营养开始回流期 Nutrition start backflux stage	对照 Control	10.91 c	16.17 c	58.82 a	0.69 a	13.41 b
	中度 Moderate	11.97 b	24.68 b	50.16 b	0.59 b	12.59 c
	极重度 Extremely heavy	16.02 a	38.45 a	28.93 c	0.56 c	16.04 a

2.3 不同短截程度对 ^{15}N 分配和利用的影响

2.3.1 不同短截程度对 ^{15}N 利用率的影响

3 个处理植株对土施 ^{15}N 尿素的利用率差别显著, 随着时间的推移呈先增加后减少的趋势(表 4)。3 种处理 ^{15}N 利用率从高到底依次为中度短截 > 对照 > 极重度短截。在短截处理 2 个月后(新梢旺长期)采样分析, 对照、中度短截、极重度短截 3 处理植株的 ^{15}N 利用率分别为 2.46%、3.83%和 1.68%; 在新梢停长期分别为 5.54%、6.91%和 3.60%, 说明短截处理根系对 ^{15}N 的吸收显著增加, 但短截程度过大, 减少了地上部的生长量, 使根系对 ^{15}N 的吸收量减少, 而且随着时间的推移, 树体从土壤吸收的氮素营养减少。

2.3.2 不同短截程度对 ^{15}N 分配率的影响

由表 4 可见, 3 个处理从根系吸收的 ^{15}N 在叶片的分配比例较大, 随着时间的推移, 叶片 ^{15}N 的分配率在逐渐减少, 新梢、多年生枝干和根系的 ^{15}N 分配率在逐渐增加, 在多年生枝干的分配上呈规律性变化均是极重度短截 < 中度短截 < 对照。在新梢旺长期, 极重度短截处理根系的 ^{15}N 分配率为 12.37%, 显著高于中度短截处理(7.30%)和对照(7.68%), 叶片 ^{15}N 的分配率差异不显著。在新梢停长期和营养开始回流期, 极重度短截和中度短截处理叶片和新梢 ^{15}N 分配率均高于对照, 极重度短截的分配率高于中度短截; 在新梢停长期, 中度短截细根和根系总的 ^{15}N 的分配率最高, 极重度短截的最低。在 9 月底, 根系 ^{15}N 分配率在对照中最高, 中度短截最低, 极重度短截居中, 说

表 4 不同短截程度处理关键物候期 ^{15}N 利用率和各器官分配率

Table 4 Nutilization rate of ^{15}N and proportion in organs to total ^{15}N uptake in key phonological phases of different cutting back pruning degree

物候期 Phonological phases	短截 Cutting back pruning	^{15}N 利用率/% Nutilization rate of ^{15}N	^{15}N 分配率/% Proportion rate of ^{15}N				
			叶片 Leaf	新梢 New shoot	多年生枝干 Perennial branches	细根 Fine root	粗根 Large root
新梢旺长期 New shoot growing stage	对照 Control	2.46 b	68.23 a	7.98 c	16.12 a	1.40 c	6.28 b
	中度 Moderate	3.83 a	65.54 a	12.72 a	14.44 b	1.53 b	5.77 c
	极重度 Extremely heavy	1.68 c	66.70 a	10.94 b	9.99 c	2.41 a	9.96 a
新梢停长期 New shoot stop growing stage	对照 Control	5.54 b	52.07 b	10.55 c	24.60 a	1.31 b	11.47 a
	中度 Moderate	6.91 a	54.73 ab	15.16 b	16.69 b	2.28 a	11.12 b
	极重度 Extremely heavy	3.60 c	59.63 a	23.24 a	9.98 c	0.64 c	6.51 c
营养开始回流期 Nutrition start backflux stage	对照 Control	3.36 b	22.72 c	15.38 c	34.39 a	1.04 b	26.47 a
	中度 Moderate	5.73 a	23.37 b	26.83 b	30.37 b	1.12 a	18.32 c
	极重度 Extremely heavy	2.69 c	39.41 a	28.68 a	12.09 c	0.83 c	18.99 b

明短截处理吸收的氮素促进了叶片光合作用的增强, 短截越重, 越利于叶片和新梢的生长; 中度短截在新梢停长期转向根系的建造; 极重度短截树冠较小, 在根系上的分配增加, 短截处理回流较慢, 为树体积累更多的营养。

3 讨论

本试验结果表明, 短截越重, 地上部叶片和新梢生长越快, 但短截后树冠减小, 新梢量减少, 叶片量减少, 影响了光合产物的制造。从 ^{13}C 和 ^{15}N 的示踪也可看出, 随着时间的推移, 短截处理叶片制造的光合产物和从土壤中吸收的氮素营养在叶片和新梢的分配都高于对照, 但从氮的利用率来看, 中度短截处理最高, 极重度短截最低 (表 4), 说明短截越重越能促进新梢和叶片的生长, 但极重度短截不能增大植株吸收 ^{15}N 的量, 只是改变了个别时期的利用方向, 加大 ^{15}N 分配势差, 增强向地上部旺长器官的输送, 这与前人的研究结果 (谢海生, 1986) 是一致的。所以短截处理在局部促进了营养生长, 但整体上是削弱了营养生长; 中度短截既有利于营养生长且对整体削弱不大, 而极重度短截虽然有利于营养生长但对整体削弱较大。因而在修剪时, 单纯靠重剪刺激生长, 会很快耗尽氮素营养, 影响翌年树体的生长。在保证营养供应的同时, 适当修剪利于局部复壮。

另外, 短截对光合产物分配的影响也是很重要的。不同部位的叶片对光合产物的输出分配具有明显的倾向性, 即就近运输或运输到竞争力更强的部位 (王春清 等, 1991)。隋方功等 (2004) 在甜椒上的试验表明, 氮素水平并不能影响碳在各器官间的分配, 但却制约着碳的运转和再分配。于贤昌和蒋先明 (1996) 在黄瓜上的试验表明, 放射性 ^{14}C 与稳定性同位素 ^{15}N 示踪的结果总的趋势一致。本研究结果表明, 短截促进了碳氮向新生器官的分配, ^{15}N 分配率高的器官 ^{13}C 分配率也处于高水平, 表明适量供氮和采取措施增加氮的分配量有利于促进光合产物的分配和运转, 这也是与前人的研究结果一致的。在这一点上, 也可指导生产上适度修剪。处理后期短截处理使叶片碳氮分配率的增加也有利于树体延迟落叶, 积累更多的贮藏营养, 保持树体的健壮和翌年花芽的分化。在 9 月底, 碳氮在叶片上的分配逐渐减少, 在主干和根系的分配在逐渐增多, 在落叶前光合产物制造的养分开始回流, 这也是与树体的正常生长一致的。

References

- Bao Shi-dan. 2000. Analytical methods for soil agro-chemistry. 3 rd ed. Beijing: China Agriculture Press. (in Chinese)
- 鲍士旦. 2000. 土壤农化分析. 第 3 版. 北京: 中国农业出版社.
- Elfving D C, Forshey C G. 1976. Growth and fruiting responses of vigorous apple branches to pruning and branch orientation treatments. Amer Soc Hort Sci, 101: 290 – 293.
- Jiang Cai-lun, Peng Liang-zhi, Cao Li, Chun Chang-pin, Ling Li-li. 2012. Effect of pruning methods on yield and quality of *Citrus* and its economic benefits analysis. Journal of Fruit Science, 29 (6): 1017 – 1021. (in Chinese)
- 江才伦, 彭良志, 曹立, 淳长品, 凌丽俐. 2012. 不同修剪方式对柑橘产量、品质的影响及效益研究. 果树学报, 29 (6): 1017 – 1021.
- Li Hong-bo. 1982. The observation on growth habit and pruning response for Fuji apple tree. Shandong Fruit, (4): 22 – 26. (in Chinese)
- 李洪钵. 1982. 富士苹果生长结果习性 & 修剪反应调查. 山东果树, (4): 22 – 26.
- Li Hui-chuan. 1982. The observation on pruning reactions for the Guoguang apple tree. Fruit Science and Technology, (4): 22. (in Chinese)
- 李汇川. 1982. 国光苹果树修剪反应的观察. 果树科技通讯, (4): 22.
- Li Ming-xia, Bai Gang-shuan, Yan Ya-dan, Geng Gui-jun, Du She-ni. 2011. Effects of renewal pruning on mountain apple tree's nutrition and growth. Acta Horticulturae Sinica, 38 (1): 139 – 144. (in Chinese)

- 李明霞, 白岗栓, 闫亚丹, 耿桂俊, 杜社妮. 2011. 山地苹果树更新修剪对树体营养及生长的影响. *园艺学报*, 38 (1): 139 - 144.
- Lu Y H, Watanabe A, Kimura M. 2002. Input and distribution of photo synthesized carbon in a flooded soil. *Glob Biogeochem Cycles*, 16: 321 - 328.
- Song Hui-neng. 1983. The correlation on annual branches for apple, pear and peach. *Acta Horticulturae Sinica*, 10 (4): 231 - 238. (in Chinese)
- 松会能. 1983. 苹果、梨、桃一年生枝剪裁的相关性. *园艺学报*, 10 (4): 231 - 238.
- Song Kai, Wei Qin-ping, Yue Yu-ling, Wang Xiao-wei, Zhang Ji-xiang. 2010. Effects of different pruning modes on the light distribution characters and fruit yield and quality in densely planted-Red Fuji apple orchard. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 21 (5): 1224 - 1230. (in Chinese)
- 宋凯, 魏钦平, 岳玉苓, 王小伟, 张继祥. 2010. 不同修剪方式对‘红富士’苹果密植园树冠光分布特征与产量品质的影响. *应用生态学报*, 21 (5): 1224 - 1230.
- Sui Fang-gong, Lü Yin-yan, Wang Yun-hua. 2004. Effect of different nitrogen applied on the distribution of carbon and nitrogen in sweet pepper. *Acta Horticulturae Sinica*, 31(4): 472 - 476. (in Chinese)
- 隋方功, 吕银燕, 王运华. 2004. 不同施氮量对甜椒碳、氮营养分配的影响. *园艺学报*, 31 (4): 472 - 476.
- Wang Chun-qing, Zu Rong, Wang Shu-yu. 1991. Studies on photosynthesis production's output and distribution for grape tree. *Northern Horticulture*, (1): 9 - 11. (in Chinese)
- 王春清, 祖容, 王树禹. 1991. 葡萄幼树光合产物 (^{14}C) 输出分配规律研究. *北方园艺*, (1): 9 - 11.
- Wang Wang-tian, Ma Jing-fang, Zhang Jin-lin, Cao Zi-yi. 2007. A new method for measuring grape leaf area. *Journal of Fruit Science*, 24 (5): 709 - 713. (in Chinese)
- 王旺田, 马静芳, 张金林, 曹孜义. 2007. 一种新的葡萄叶面积测定方法. *果树学报*, 24 (5): 709 - 713.
- Xie Hai-sheng. 1986. Effects of pruning and picking leaves on absorption storage and re-use for apple tree. *Journal of Shandong Agricultural University*, 17 (2): 35 - 42. (in Chinese)
- 谢海生. 1986. 修剪与摘叶对苹果幼树吸收贮藏和再利用 ^{15}N 的影响. *山东农业大学学报*, 17 (2): 35 - 42.
- Yu Xian-chang, Jiang Xian-ming. 1996. Effect of topping on translocation and nistributionor ^{14}C and ^{15}N -amillate in cucumber. *Acta Horticulturae Sinica*, 23 (1): 54 - 56. (in Chinese)
- 于贤昌, 蒋先明. 1996. 摘顶对黄瓜 ^{14}C 及 ^{15}N 同化物运转与分配的影响. *园艺学报*, 23 (1): 54 - 56.

征订

欢迎订阅《园艺学报》

《园艺学报》是中国园艺学会和中国农业科学院蔬菜花卉研究所主办的学术期刊,创刊于1962年,刊载有关果树、蔬菜、观赏植物、茶及药用植物等方面的学术论文、研究报告、专题文献综述、问题与讨论、新技术新品种以及园艺研究动态与信息,适合园艺科研人员、大专院校师生及农业技术推广部门专业技术人员阅读参考。

《园艺学报》是中文核心期刊,中国科技核心期刊;被英国《CAB文摘数据库》、美国CA化学文摘、日本CBST科学技术文献速报、俄罗斯AJ文摘杂志、CSCD中国科学引文数据库等多家数据库收录。《园艺学报》荣获“第三届国家期刊奖”及“新中国60年有影响力的期刊”、“中国国际影响力优秀学术期刊”、“百种中国杰出学术期刊”、“中国权威学术期刊”、“中国精品科技期刊”等称号。

《中国学术期刊影响因子年报》2013年公布的《园艺学报》复合总被引频次为11071,复合影响因子为1.734;期刊总被引频次为5146,期刊影响因子为1.112。

《中国科技期刊引证报告》2013年公布的《园艺学报》扩展总被引频次为6106,扩展影响因子为1.333;核心总被引频次为4328,核心影响因子为1.047;在中国科技核心期刊综合评价总分排名中居第29位。

《园艺学报》为月刊,每月25日出版。每期定价40元,全年480元。国内外公开发售,全国各地邮局办理订阅,国内邮发代号82-471,国外发行由中国国际图书贸易总公司承办,代号M448。漏订者可直接寄款至编辑部订购。编辑部地址:北京市海淀区中关村南大街12号中国农业科学院蔬菜花卉研究所《园艺学报》编辑部。

邮政编码:100081;电话:(010)82109523。E-mail: yuanyixuebao@126.com。网址: <http://www.ahs.ac.cn>。