

# 山地苹果树更新修剪对树体营养及生长的影响

李明霞<sup>1</sup>, 白岗栓<sup>2,3</sup>, 闫亚丹<sup>2</sup>, 耿桂俊<sup>2</sup>, 杜社妮<sup>2,3,\*</sup>

(<sup>1</sup>西北农林科技大学林学院, 陕西杨凌 712100; <sup>2</sup>中国科学院水利部水土保持研究所, 陕西杨凌 712100; <sup>3</sup>西北农林科技大学水土保持研究所, 陕西杨凌 712100)

**摘 要:** 在陕北黄土丘陵沟壑区以常规修剪为对照, 探讨更新修剪对盛果期山地苹果树体营养和生长方面的影响。结果表明: 更新修剪提高了叶片、枝条中的氮、磷、钾、钙含量, 提高了果实中的氮、钾、钙含量, 对果实中的磷和根系中的磷、钾无显著影响; 降低了根系中的氮、钙含量; 显著增加了长枝、中枝的比例, 显著降低了短枝、叶丛枝比例, 促进了枝条健壮发育。更新修剪增加了叶面积, 提高了叶绿素、单果质量、果实维生素 C 和有机酸含量, 对果实可溶性固形物、总糖、着色面积等无显著影响, 提高了果实产量, 极显著提高了果园的经济产值。

**关键词:** 苹果; 更新修剪; 树体营养; 生长

**中图分类号:** S 661.1

**文献标识码:** A

**文章编号:** 0513-353X (2011) 01-0139-06

## Effects of Renewal Pruning on Mountain Apple Tree's Nutrition and Growth

LI Ming-xia<sup>1</sup>, BAI Gang-shuan<sup>2,3</sup>, YAN Ya-dan<sup>2</sup>, GENG Gui-jun<sup>2</sup>, and DU She-ni<sup>2,3,\*</sup>

(<sup>1</sup>College of Forestry, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China; <sup>2</sup>Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi 712100, China; <sup>3</sup>Institute of Soil and Water Conservation, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** Compared with common pruning in Loess hilly and gully region of Northern Shaanxi, the effects of renewal pruning on mountain apple tree's nutrition and growth at full productive age had been determined. The results showed that renewal pruning increased nitrogen, phosphorus, potassium, calcium contents in leaves and branches, and increased nitrogen, potassium and calcium contents in fruit, reduced nitrogen and calcium contents in roots, but had no significant effects on phosphorus content in fruit, phosphorus and potassium contents in roots. Renewal pruning significantly increased the proportion of long branch and medium branch, significantly reduced the proportion of short branch and leafage branch, and promoted branch robust development. Renewal pruning increased leaf area, chlorophyll content, fruit weight, fruit vitamin C and organic acid contents, but had no significant effects on fruit firmness, soluble solids, total sugar, and coloring area. Renewal pruning increased fruit yields and significantly improved orchard economic value.

**Key words:** apple; renewal pruning; nutrition; growth

收稿日期: 2010-06-18; 修回日期: 2010-10-27

基金项目: 国家“十一五”科技支撑计划项目 (2006BAD09B07, 2006BAD09B09)

\* 通信作者 Author for correspondence (E-mail: sndu@nwsuaf.edu.cn)

随着市场对优质果品的需求和果园郁闭度的增加,陕西省对苹果树进行了“大改形”,但引起腐烂病(*Valsa mali* Migable et Yamada)流行。

盛果期苹果树以生殖生长为主,修剪应以增强树势,延缓树体衰老,维持优质果品生产为目的。但目前整形修剪多集中于根系修剪(Ferree, 1992; 秦玲 等, 2006)、树形改良(李丽 等, 1992; Widmer & Krebs, 2001; 魏钦平 等, 2004; 张显川 等, 2005; 王小伟 等, 2009; 张强 等, 2010)、拉枝角度(Lauri & Lespinasse, 2001; 韩明玉 等, 2008)等,有关更新修剪对盛果期苹果树的影响研究较少。刘权等(1994)对枇杷、周然(2008)对桤柑进行了更新修剪,不但恢复了树势,而且提高了果实产量及经济产值。

本试验中针对盛果期山地苹果树势衰弱,花芽量大,果实变小,产量降低等问题,研究更新修剪对树体营养及生长等方面的影响,为山地苹果修剪提供指导。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材料与处理

试验地位于陕西安塞县南沟流域寨子湾村,年均气温 8.8 °C,  $\geq 10$  °C 活动积温 3 171.2 °C。试验地海拔 1 270 m,坡向南偏东 12°,整地方式为大鱼鳞坑。土壤为黄绵土,厚度 90 ~ 110 m,耕层土壤田间持水量为 197.3 g · kg<sup>-1</sup>,土壤体积质量为 1.17 g · cm<sup>-3</sup>。

红富士苹果园面积 2.1 hm<sup>2</sup>,1986 年定植,树龄为 22 年,砧木为新疆野苹果[*Malus sieversii* (Ledeb.) Roem],株行距 4 m × 5 m,东西行向,品字形栽植。试验树高 410 ~ 420 cm,树干直径 18 ~ 20 cm,冠幅 410 ~ 440 cm,冠层高度 320 ~ 340 cm,为落头开心形。树势较弱,外围延长枝长 6 ~ 10 cm,直径 0.40 ~ 0.43 cm,前 3 年平均单株产量为 120 kg 左右。试验园苹果均套纸袋。

2007 年和 2008 年以当地常规修剪方法为对照,常规修剪冬季修剪时大多数枝条采用长放、轻剪、拉枝等方法,培养为单轴延伸结果枝组或珠帘式结果枝组,仅剪除直立枝、重叠枝和极度衰弱的结果枝、下垂枝(1 年生枝长度 < 3.0 cm),不预留花量。冬季枝条剪除量为树体枝量的 10% ~ 12%,单株留枝量为 1 500 枝左右,其中中枝、短枝占 90% 以上。修剪后的树冠大小、树高与修剪前相同。春季通过疏花、疏果,将留果量确定为 0.20 C<sup>2</sup>(C 为树干周长,单位为 cm),春季疏花、疏果量占全树的 90.0% ~ 95.0%。

更新修剪冬季修剪时根据 1 年生枝条的长度,采用不同的修剪方法。长度 > 30 cm 的 1 年生枝长放;长度在 20 ~ 30 cm 的斜生枝回缩到 2 年生枝处,下垂枝回缩到 3 年生枝处,直立枝长放或轻短截;长度在 10 ~ 20 cm 的斜生枝回缩到 3 年生枝处,下垂枝全部疏除,直立枝长放或轻短截;长度 < 10 cm 的斜生枝回缩到 4 ~ 5 年生枝处,直立枝回缩到 2 ~ 3 年生枝处,下垂枝全部疏除。对于串花枝、腋花芽枝进行回缩、短截,剪除 65% 以上的花芽。对于顶部枝条生长衰弱、1 年生枝长度 < 10 cm、树体高度 > 320 cm 的树落头开心。尽量剪除下垂枝,抬高枝条角度,培养斜上的结果枝组。冬季修剪后留花量为 0.22 C<sup>2</sup>,春季疏花、疏果后留果量为 0.20 C<sup>2</sup>。冬季枝条剪除量为树体枝量的 20% ~ 25%,花量为 85% ~ 90%,春季疏花疏果量占全树(未修剪时)的 5% ~ 10%。修剪后树高 2.80 ~ 3.10 m,冠径 2.1 ~ 2.3 m,单株留枝量为 1 000 枝左右,其中中枝、短枝占 50% ~ 60%。

以树势相对一致的 6 行树作为试验树,每行选地径、树高、冠幅、枝条等长势基本一致的树 10 株,以行为单位,一行采用常规修剪,一行采用更新修剪,重复 3 次。

## 1.2 采样与测定方法

由于株间密闭，所采的果实、叶片、枝条、根系均为树冠中南部和中北部的样品，树冠东部、西部不采样。

果实：采收期（10 月 6 日）在两种修剪方式树冠各随机采 30 个果实，10 个为一组，测定果实大小，硬度，以及可溶性固形物、可溶性总糖、维生素 C、有机酸、氮、磷、钾、钙含量。

叶片：新梢停长期（5 月 25 日）随机选择 100 片叶测定叶绿素含量；果实采收期采集 300 片叶，其中 50 片测定叶面积，250 片测定氮、磷、钾、钙含量。

枝条：落叶后（11 月 20 日）在树冠外围中南部、中北部各选  $1.0 \text{ m}^3$  树冠，调查徒长枝（长度  $> 31.0 \text{ cm}$ ）、长枝（ $16.0 \text{ cm} < \text{长度} < 30 \text{ cm}$ ）、中枝（ $5.0 \text{ cm} < \text{长度} < 15 \text{ cm}$ ）、短枝（ $1.0 \text{ cm} < \text{长度} < 5.0 \text{ cm}$ ）、叶丛枝（长度  $< 1.0 \text{ cm}$ ）、营养枝、结果枝的数量及比例；随机选取 100 枝 1 年生枝，测定枝条长度、粗度（直径），然后剪取下烘干后测定枝条中的氮、磷、钾、钙含量。

根系：果实采收期在树冠外围南部、北部  $0 \sim 30 \text{ cm}$  土层采集直径  $< 2.0 \text{ mm}$  的根系各  $0.5 \text{ kg}$  左右，洗净烘干后测定氮、磷、钾、钙含量。

各样品烘干时先以  $105^\circ\text{C}$  杀青  $30 \text{ min}$ ，然后在  $80^\circ\text{C}$  下烘干至恒重后粉碎，过  $0.25 \sim 0.50 \text{ mm}$  筛，装袋，作为待测植物样。氮：样品经浓硫酸消煮，用凯氏定氮法测定。磷、钾、钙：经硝酸—高氯酸消煮，全磷用钒钼黄比色法测定；全钾、全钙用火焰光度计法测定（董鸣，1997）。

百分之一天平测定单果质量，游标卡尺测定果实横径、纵经，并计算果形指数，果形指数 = 果实纵经/果实横径。

WYT-4 型手持糖量计测定果实可溶性固形物，GY-1 型水果硬度计测定果实硬度，碘滴定法测定果实维生素 C。

分光光度计比色法测定可溶性总糖，即蒽酮—硫酸试剂浸提，在  $630 \text{ nm}$  波长分光光度计上测定吸光值。有机酸用  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NaOH}$  标准液滴定。

打孔称重法测定叶片面积。SPAD-502 叶绿素测定仪测定叶绿素。

果实采收期以单株计测定单株产量（包含采样果实），根据市场价格折算单株产值。

落叶后（11 月 20 日）测定距地面  $15 \text{ cm}$  树干直径。

试验数据用两个样本平均数测验其差异显著性。

## 2 结果与分析

### 2.1 修剪方式对树体营养的影响

由表 1 可知，更新修剪对树体营养有较大的影响。

氮在叶片中含量最高，其次果实，枝条与根系较低且二者相近。更新修剪显著提高了叶片、枝条、果实中的氮含量，显著降低了根系中的氮含量。

磷在树体内的含量为枝条最高，果实最低，叶片与根系相近。更新修剪显著提高了叶片中的磷含量，极显著提高了枝条中的磷含量，对根系和果实中磷含量无显著影响。

钾在果实中最高，其次为叶片、根系，枝条最低。更新修剪极显著提高了叶片中的钾含量，显著提高了枝条、果实中的钾含量，对根系中钾的含量无显著影响。

钙在叶片中最高，其次为枝条、根系，果实最低。更新修剪显著提高了叶片、枝条、果实中的钙含量，极显著降低了根系中的钙含量。

表 1 不同修剪方式对树体营养的影响  
Table 1 Effects of different pruning on apple tree nutrition / (g · kg<sup>-1</sup>)

部位 Part	修剪方式 Pruning type	氮 Nitrogen	磷 Phosphorus	钾 Potassium	钙 Calcium
叶片 Leaves	常规 Common	19.24	0.77	4.92	21.85
	更新 Renewal	21.21*	0.84*	5.67**	23.57*
枝条 Branches	常规 Common	10.56	1.06	3.24	16.37
	更新 Renewal	11.63*	1.22**	3.51*	17.59*
果实 Fruits	常规 Common	15.12	0.06	5.81	0.48
	更新 Renewal	17.12*	0.06	6.34*	0.52*
根系 Roots	常规 Common	11.25*	0.84	3.66	10.45**
	更新 Renewal	10.32	0.88	3.68	9.08

注：\* 表示同一列数据达到显著差异水平 ( $P < 0.05$ )；\*\* 表示达到极显著差异水平 ( $P < 0.01$ )。下同。  
Note: \* within the same column indicate significant difference at  $P < 0.05$ ; \*\* indicate significant difference at  $P < 0.01$ . The same below.

2.2 修剪方式对树体生长和果实品质的影响

2.2.1 树体生长

更新修剪对相同体积树冠的枝条数量无显著影响，但更新修剪极显著提高了徒长枝、长枝的比例，显著提高了中枝比例，极显著降低了短枝、叶丛枝比例（表 2）。更新修剪极显著提高了营养枝的比例，降低了结果枝的比例，为盛果期果树提供了相对良好的营养枝、结果枝比例。

表 2 不同修剪方式对枝条生长的影响  
Table 2 Effects of different pruning on branch growth

修剪方式 Pruning type	不同长度枝条数 Number of branches of different lengths					各类型枝条数 Number of different types branches		合计 Total
	徒长枝	长枝	中枝	短枝	叶丛枝数	营养枝	结果枝	
	Water branch	Long branch	Medium branch	Short branch	Leafage branch	Foliage branch	Fruit branch	
常规修剪 Common	0.8 (1.10%)	4.2 (5.79%)	14.6 (20.14%)	25.4 (35.03%)**	27.5 (37.93%)**	5.6 (7.72%)	66.9 (92.28%)**	72.5 (100.0%)
更新修剪 Renewal	5.4 (7.64%)**	12.6 (17.82%)**	19.2 (27.16%)*	17.3 (24.47%)	16.2 (22.91%)	20.6 (29.14%)*	50.1 (70.84%)	70.7 (100.0%)

注：括号内数据为百分比。  
Note: ( ) within the data as a percentage.

更新修剪显著缩小了树冠，降低了树冠高度，减少了树干的生长量（表 3）。更新修剪的枝条生长健壮，叶片面积、叶绿素含量显著增加。

更新修剪的产量虽然仅增加了 9.50%，但由于更新修剪的果实较大，提高了果实等级及果品价格，经济产值提高了 32.3%，极显著高于常规修剪。

表 3 不同修剪对树体生长的影响  
Table 3 The tree growth of different pruning

修剪方式 Pruning type	干径增长量/cm Increasing growth of trunk diameter	树冠 Crown		枝条 Branch		叶片 Leaf		产量 / (kg · tree <sup>-1</sup> ) Yields	产值 / (RMB · tree <sup>-1</sup> ) Output value
		冠径 / (cm × cm) Crown diameter	树冠高 / cm Crown height	枝条长 / cm Branch length	枝条直径 / cm Branch diameter	叶面积 / cm <sup>2</sup> Leaf area	叶绿素含量 / SPAD Chlorophyll content		
常规修剪 Common	0.5**	422 × 431*	328**	5.6	0.41	23.2	48.6	113.5	325
更新修剪 Renewal	0.3	381 × 402	286	13.2**	0.52**	25.6*	55.2**	124.3*	430**

### 2.2.2 果实品质

更新修剪显著提高了单果质量、横径和有机酸含量，极显著提高了维生素 C 含量。更新修剪对果实纵径、果形指数、硬度、可溶性固形物、总糖、着色面积等无显著影响（表 4）。

表 4 不同修剪对果实品质的影响  
Table 4 The apple quality of different pruning

修剪方式 Pruning type	单果质量/g Fruit weight	纵径/cm Longitudinal diameter	横径/cm Transverse diameter	果形指数 Fruit shape index	硬度/ (kg·cm <sup>-2</sup> ) Firmness	可溶性固 形物/% Soluble solid	总糖/% Total sugar	维生素 C/ (μg·kg <sup>-1</sup> FW) Vitamin C	有机酸/% Organic acids	着色面 积/% Coloring area
常规修剪 Common	215.30	7.20	7.78	0.92	9.4	13.6	11.14	6.4	4.27	96.4
更新修剪 Renewal	237.85*	7.20	8.21*	0.88	9.2	13.4	11.29	7.7**	4.53*	96.8

## 3 讨论

本试验中采用短截、回缩等更新修剪方法，剪除衰弱枝，减少花芽量，抬高枝条角度，将根系吸收的养分、水分集中分配到叶片、枝条、果实中，提高了叶片、枝条、果实中的养分含量，提高了长枝、中枝数量，减少了结果枝数量，促进枝条健壮发育，促进果实增大。而常规修剪采用长放及拉枝、压枝等方法培养单轴延伸结果枝组或珠帘式结果枝组，不回缩、短截串花枝、掖花芽枝、不剪除衰弱枝等，依靠花期、幼果期的疏花、疏果确定留果量，消耗了大量的树体营养，降低了叶片、枝条、果实中的养分含量，削弱了枝条生长，造成果实变小，产量降低，经济产值低，并且形成大量短枝、叶丛枝和花芽，造成翌年果实产量降低，果实变小等。

更新修剪树冠变小，树高降低，减少了地上部枝条、叶片的生长量，造成叶片制造的营养向根系的输送量相对减少，影响根系对营养元素的吸收与储藏，且根系对氮、钙的需求量较大，因此根系中的氮、钙含量显著减少；根系对磷、钾的需求量较小，因此更新修剪对根系中的磷、钾影响不显著。

更新修剪可显著提高盛果期山地苹果的树体营养，促进枝条生长，减少花芽形成，促进果实增大，提高经济产值。

山地苹果为雨养果园，土壤水分、养分较缺乏，盛果期采用长放、拉枝修剪方法易导致树势早衰，腐烂病严重。盛果期山地苹果应根据树体长势，采用短接、回缩等更新修剪方法，调整营养生长与结果的矛盾，维持树冠结构完整，提高树体营养，达到连年优质丰产。

## References

- Dong Ming. 1997. Standard methods for observation and analysis in Chinese ecosystem research network-survey, observation and analysis of terrestrial bio-communities. Beijing: Standards Press of China: 234 - 257. (in Chinese)
- 董 鸣. 1997. 中国生态系统研究网络观测与分析标准方法——陆地生物群落调查观测与分析. 北京: 中国标准出版社: 234 - 257.
- Ferree D C. 1992. Time of root pruning influences vegetative growth, fruit size, biennial bearing and yield of Jonathan Delicious apple trees. J Amer Soc Hort Sci, 117 (2): 198 - 202.
- Han Ming-yu, Li Yong-wu, Fan Chong-hui, Zhao Cai-ping. 2008. Effects of branch bending angle on physiological characteristics and fruit quality of Fuji apple. Acta Horticulturae Sinica, 35 (9) : 1345 - 1350. (in Chinese)
- 韩明玉, 李永武, 范崇辉, 赵彩萍. 2008. 拉枝角度对富士苹果树生理特性和果实品质的影响. 园艺学报, 35 (9): 1345 - 1350.

- Lauri P É, Lespinasse J M. 2001. Genotype of apple trees affects growth and fruiting responses to shoot bending at various times of year. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, (126): 169 - 174.
- Li Li, Zhang Yan-ru, Chang Li-min. 1992. A study on the photosynthetic efficiency and dry matter production of two crown-shapes of Ralls apple trees. *Acta Horticulturae Sinica*, 19 (2): 221 - 225. (in Chinese)
- 李 丽, 张艳茹, 常立民. 1992. ‘国光’苹果树两种冠形的光合效率和干物质生产. *园艺学报*, 19 (2): 221 - 225.
- Liu Quan, Lü Jun-liang, Ying Zhi-xiu, Shi Shu-xing, Zhang Zhi-lin. 1994. Study on renovation pruning in loquat. *Journal of Zhejiang Agricultural University*, 20 (1): 33 - 37. (in Chinese)
- 刘 权, 吕均良, 应芝秀, 施书星, 张志林. 1994. 枇杷更新修剪的研究. *浙江农业大学学报*, 20 (1): 33 - 37.
- Qin Ling, Wei Qin-ping, Li Jia-rui, Zou Yang-jun, Wang Xiao-wei. 2006. Effects of reformation of the apple tree canopy on root distribution. *Journal of Fruit Science*, 23 (1) : 105 - 107. (in Chinese)
- 秦 玲, 魏钦平, 李嘉瑞, 邹养军, 王小伟. 2006. 成龄苹果树形改造对根系生长分布的影响. *果树学报*, 23 (1): 105 - 107.
- Wang Xiao-wei, Shang Zhi-hua, Zhang Qiang, Wei Qin-ping, Liu Jun. 2009. The differences between relative light intensity and yield, quality in two canopy of sweet cherry. *Acta Horticulturae Sinica*, 36 (2): 157 - 162. (in Chinese)
- 王小伟, 尚志华, 张 强, 魏钦平, 刘 军. 2009. 樱桃透光和郁闭树冠相对光照强度及其果实品质和产量的差异. *园艺学报*, 36 (2): 157 - 162.
- Wei Qin-ping, Lu Ren-qiang, Zhang Xian-chuan, Wang Xiao-wei, Gao Zhao-quan, Liu Jun. 2004. Relationships between distribution of relative light intensity and yield and quality in different tree canopy shapes for ‘Fuji’ apple. *Acta Horticulturae Sinica*, 31 (3): 291 - 296. (in Chinese)
- 魏钦平, 鲁韧强, 张显川, 王小伟, 高照全, 刘 军. 2004. 富士苹果高干开心形光照分布与产量品质的关系研究. *园艺学报*, 31 (3): 291 - 296.
- Widmer A, Krebs C. 2001. Influence of planting density and tree form on yield and fruit quality of ‘Golden delicious’ and ‘Royal Gala’ apples. *Acta Horticulture*, (557): 235 - 241.
- Zhang Qiang, Wei Qin-ping, Wang Xiao-wei, Shang Zhi-hua, Liu Jun, Liu Song-zhong, Sun Zhi-hong. 2010. Effects of shoot numbers and distribution in canopy on yields and qualities of ‘Fuji’ apple with standard rootstock. *Acta Horticulturae Sinica*, 37 (8): 1205 - 1212. (in Chinese)
- 张 强, 魏钦平, 王小伟, 尚志华, 刘 军, 刘松忠, 孙志鸿. 2010. 乔砧富士苹果树冠枝梢数量和分布对产量与品质的影响. *园艺学报*, 37 (8): 1205 - 1212.
- Zhang Xian-chuan, Gao Zhao-quan, Shu Xian-yu, Wei Qin-ping. 2005. The different ability of photosynthesis and transpiration in different canopy positions of apple with open-center system. *Acta Horticulturae Sinica*, 32 (6): 975 - 979. (in Chinese)
- 张显川, 高照全, 舒先迁, 魏钦平. 2005. 苹果开心形树冠不同部位光合与蒸腾能力的研究. *园艺学报*, 32 (6): 975 - 979.
- Zhou Ran. 2008. The effect of renewal pruning on the growth condition and yield of aging Ponkon. *Yunnan Agricultural Science and Technology*, (6): 14 - 15, 19. (in Chinese)
- 周 然. 2008. 更新修剪对衰老椪柑树势及产量的影响. *云南农业科技*, (6): 14 - 15, 19.