

# 更新修剪对盛果末期苹果树体营养及品质的影响

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

(1. 西北农林科技大学 水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100; 2. 中国科学院 水利部水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100;

3. 西北农林科技大学 林学院, 陕西 杨凌 712100)

**摘要:**在渭北黄土高原地区,以‘红富士’苹果为试材,以当地长放修剪为对照,探讨更新修剪对盛果末期苹果树体营养和果实品质、产量的影响。结果表明:更新修剪提高了叶片、枝条、果实、根系中的氮、磷、钾、钙含量,特别是枝条中的氮、磷、钾、钙含量得到极显著提高。更新修剪显著提高了单果质量、产量及经济价值,显著提高了果形指数和有机酸含量,对果实着色面积、可溶性固形物、可溶性糖、维生素 C、果实硬度无显著影响。表明渭北黄土高原应积极开展盛果末期苹果树的更新修剪。

**关键词:**盛果末期;苹果树;更新修剪;树体营养;果实品质;产量

**中图分类号:**S 661.105<sup>+</sup>.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2011)08-0019-04

陕西省是我国苹果(*Malus domestica* Borkh.)生产第一大省,2010 年苹果栽培面积达到  $60 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ,产量达到  $850 \times 10^4 \text{ t}$ 。随着树体的生长,部分果园进入盛果末期或衰老期。盛果末期或衰老期苹果树向心生长强于离心生长,生殖生长强于营养生长,而陕西省仍沿用轻剪、长放修剪方法,造成枝条生长细弱,花芽量大,果个变小,品质变差,影响了果园的经济收入和树体寿命。为了改善果树的生长状况,陕西省推广了“大改形”,但引起腐烂病(*Valsa mali* Migable et Yamada)流行。更新修剪可调整营养生长与生殖生长之间的矛盾,防止树势早衰。刘权等对枇杷(*Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl.)、周然对椪柑(*Citrus reticulata* Blanco)进行了更新修剪,恢复了树势,提高了产量及经济产值,延长了经济结果年限<sup>[1-2]</sup>。李明霞等<sup>[3]</sup>对盛果期山地苹果树进行了更新修剪,显著提高了树体营养、果实产量,促进了枝条生长<sup>[3]</sup>,同时对渭北高原盛果末期苹果树进行了更新修剪,显著提高了叶片光合速率及果实产量<sup>[4]</sup>。近年来有关苹果整形修剪方面的研究多集中于幼树修剪<sup>[5-6]</sup>、根系修剪<sup>[7-9]</sup>和拉枝角度<sup>[10-12]</sup>等,有关修剪方式、开心形整形等方面的也有报道<sup>[13-14]</sup>,但有关更新修剪对盛果末期苹果树体营养及果实品质方面的影响研究较少。该试验于 2008~2009 年,在陕西渭北黄土高原开展了更新修剪对盛果末期苹果树体营养及产量方面的研究。

**第一作者简介:**杜社妮(1966-),女,陕西杨凌人,助理研究员,现主要从事蔬菜及果树栽培方面的研究工作。E-mail: gshb@nwsuaf.edu.cn。

**基金项目:**中国科学院水利部水土保持研究所领域前沿资助项目(C127)。

**收稿日期:**2011-02-21

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地的自然条件

试验在中国科学院长武黄土高原农业生态试验站进行,位于渭北黄土高原,即黄土高原中南部陕甘交界处,地处陕西省咸阳市长武县王东沟村,东经  $107^{\circ}30' \sim 107^{\circ}42'$ ,北纬  $35^{\circ}12' \sim 35^{\circ}16'$ 。该试验站海拔 1 200 m,为温暖带半湿润大陆性季风气候,年日照时数 2 226.5 h,日照百分率 51%,年平均气温 9.1℃,  $\geq 10^{\circ}\text{C}$  积温 3 029℃,多年平均无霜期 171 d,平均年降雨量 584 mm。试验站土壤为黑垆土,母质为中壤质马兰黄土,土层厚度 80~200 m,富含钾、镁、钙、锌、硒等多种营养元素。试验站地下水位 50~80 m,无灌溉条件,属典型的旱作雨养农业区。

### 1.2 试验材料

试验材料为 1986 年春季定植的“红富士”苹果,砧木为新疆野苹果(*Malus sieversii* (Ldb.) Roem.),株行距  $3.0 \text{ m} \times 4.0 \text{ m}$ ,东西行向,小冠疏层形。试验树高 3.40 m,冠径 2.4~2.6 m,枝条长 8.0~10.0 cm,枝条直径 0.35~0.40 cm,树干直径 18.0~20.0 cm,前 3 a 平均株产 55.0 kg,平均单果重 205 g,优质商品果率占 19.5%。试验园所有苹果均套纸袋。

### 1.3 试验方法

试验以当地长放修剪为对照,开展更新修剪对树体营养及果实品质、产量等方面的影响研究。

**1.3.1 长放修剪** 分为冬季修剪和生长季节修剪。冬季修剪首先剪除直立枝、裙枝、重叠枝和极度衰弱的结果枝、下垂枝(1 a 生枝长度  $< 3.0 \text{ cm}$ );二是大多数枝条采用长放及拉枝、压枝等方法,培养为单轴延伸结果枝组或珠帘式结果枝组;三是同一方向相邻 2 个大枝间隔距离小于 30 cm 的直接疏除 1 个大枝。长放修剪冬季修

剪不预留花芽量,剪除枝量为树体枝量的 10.0%~12.0%,单株留枝量为1 500枝左右,其中中枝、短枝占 95%以上,修剪后树冠大小、树高基本与修剪前相同。生长季节修剪一是花期、幼果期通过疏花、疏果,将留果量确定为 0.20 C<sup>2</sup>(C 为树干周长,单位:cm),春季疏花、疏果量占全树花、果量的 90.0%~95.0%;二是及时去除剪口萌芽,揉平、拉平直立新梢。生长季节剪除的萌芽及直立新梢约占总新梢量的 5.0%~7.0%。

1.3.2 更新修剪 也分为冬季修剪和生长季节修剪,但以冬季修剪为主。冬季修剪首先剪除裙枝、交叉枝、重叠枝和极度衰弱的结果枝、下垂枝。二是根据 1 a 生枝条的长度,采用不同的修剪方法:长度>30 cm 的 1 a 生枝不修剪,长放;长度在 20~30 cm 的斜生枝回缩到 2 a 生枝处,下垂枝回缩到 3 a 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 a 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 a 生枝处,直立枝回缩到 2~3 a 生枝处,下垂枝全部疏除。三是对于内膛生长细弱的枝条进行短截、回缩,培养为健壮的结果枝组;对于串花枝、腋花芽枝进行回缩、短截,剪除 65.0%以上的花芽。四是对于顶部枝条生长衰弱、1 a 生枝长度<10 cm、树体高度>320 cm 的树落头开心。冬季修剪中尽量剪除下垂枝,抬高枝条角度,培养斜上的结果枝组。冬季修剪后预留花芽量为 0.22 C<sup>2</sup>,枝条剪除量为树体枝量的 20.0%~25.0%,花量为全树的 85.0%~90.0%,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 90%~95%。生长季节修剪:一是花期、幼果期通过疏花、疏果,将留果量确定为 0.20 C<sup>2</sup>,二是及时去除剪口萌芽,对于生长势较强的直立枝以 50°~75°进行斜拉、揉枝并进行摘心,培养为新的结果枝组。生长季节疏花疏果量占全树(未修剪时)的 5.0%~10.0%,剪除的萌芽及直立新梢约占总新梢量的 3.0%~4.0%。

1.3.3 试样选择 2008 年 11 月下旬以树势相对一致的 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,3 次重复。各项指标测定是从长放修剪和更新修剪处理中选择树体大小基本一致的各 6 株进行测定。

#### 1.4 测定方法

由于为东西行向,株间密闭,为了避免采样出现差错,所采的果实、叶片、枝条、根系均为树冠南部和北部的样品,树冠东部、西部不采样。

果实:果实采收期(2009 年 10 月 1 日)在树冠中南部和中北部随机采 30 个果实,用于测定果实品质及氮、磷、钾、钙含量。

枝条与叶片:果实采收期在树冠中南部和中北部随机剪取 100 枝 1 a 生枝,随机采集 300 片叶片,用于测定

氮、磷、钾、钙含量。

根系:采收期在树冠外围南部、北部 0~30 cm 土层采集直径<2.0 mm 的根系各 0.5 kg 左右,洗净后用于测定氮、磷、钾、钙含量。

果实品质测定:百分之一天平测定单果质量,游标卡尺测定果实横径、纵径,并计算果形指数,果形指数=果实纵径/果实横径。目测法估计着色面积,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 含量。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 nm 分光光度计上测定吸光值。有机酸含量用 0.1 mol/L NaOH 标准液滴定。

产量与产值测定:果实采收期测定单株产量(包含采样果实),根据当时市场价格折算单株产值。

树体营养测定:将采集的果实、叶片、枝条、根系用蒸馏水清洗干净,不锈钢刀片去除果皮,将果肉切成小片,放置于不锈钢盘中。将果肉、叶片、枝条、根系先在 105℃杀青 30 min,然后在 80℃下烘干至恒重后分别粉碎,过 0.25~0.5 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<sup>[15]</sup>。

#### 1.5 数据处理

试验数据用 2 个样本平均数测验其差异显著性。

## 2 结果与分析

### 2.1 对树体营养的影响

2.1.1 对氮素营养的影响 氮在盛果末期苹果树体中的含量为叶片最高,其次为果实,枝条与根系含量较低且相近(图 1)。更新修剪叶片、枝条、果实和根系中的氮含量较放修剪提高了 9.62%、16.92%、1.40%和 7.60%,更新修剪叶片、根系中的氮素含量显著高于( $P<0.05$ )长放修剪,枝条中的氮素含量极显著高于( $P<0.01$ )长放修剪,果实中的氮素含量略高于长放修剪,但与长放修剪无显著差异。更新修剪对枝条中的氮影响最大。

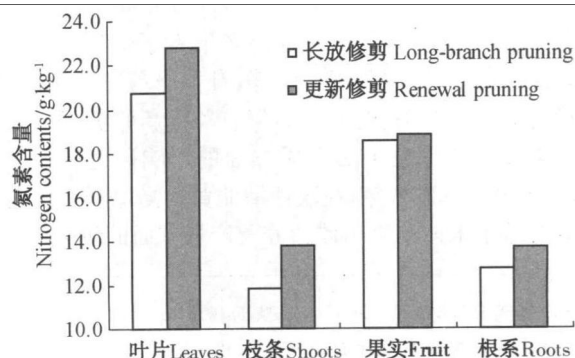


图 1 不同修剪对苹果树体氮素营养的影响

Fig. 1 The effects of different pruning treatments on apple tree's nitrogen contents

2.1.2 对磷素营养的影响 磷在树体的含量为枝条最高,果实最低,叶片与根系含量相近(图 2)。更新修剪叶片、枝条、果实、根系中的磷含量较长放修剪提高了 7.61%、21.21%、16.67%、7.41%,更新修剪显著提高了叶片、根系中的磷含量,极显著提高了枝条、果实中的磷含量。更新修剪对枝条中的磷影响最大。

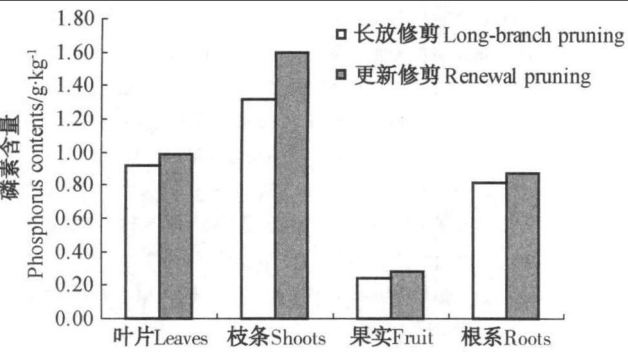


图 2 不同修剪对苹果树体磷素营养的影响  
Fig. 2 The effects of different pruning traetments on apple tree's phosphorus contents

2.1.3 对钾素营养的影响 钾在叶片中的含量较高,枝条、果实、根系中的含量较相近(图 3)。更新修剪叶片、枝条、果实和根系中的钾含量较长放修剪分别提高了 10.21%、23.60%、13.83%和 39.62%,更新修剪极显著提高了叶片、枝条、果实和根系中的钾含量。更新修剪对根系、枝条中的钾影响较大。

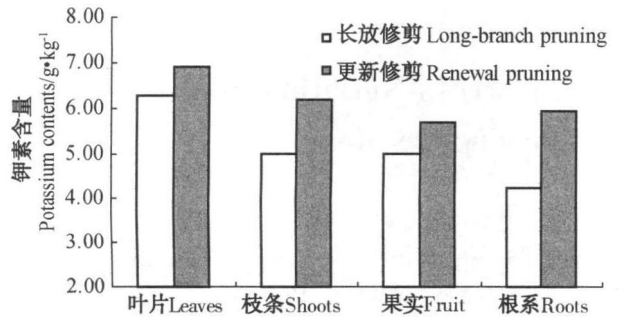


图 3 不同修剪对苹果树体钾素营养的影响  
Fig. 3 The effects of different pruning treatments on apple tree's potassium contents

2.1.4 对钙素营养的影响 钙在苹果树体中的含量为叶片中最高,其次为枝条、根系,果实含量最低(图 4)。更新修剪叶片、枝条、果实和根系中的钙含量较长放修剪分别提高了 12.30%、14.59%、20.31%和 20.33%,更新修剪极显著提高了叶片、枝条、果实和根系中的钙含量。更新修剪对果实、根系中的钙影响相对较大。

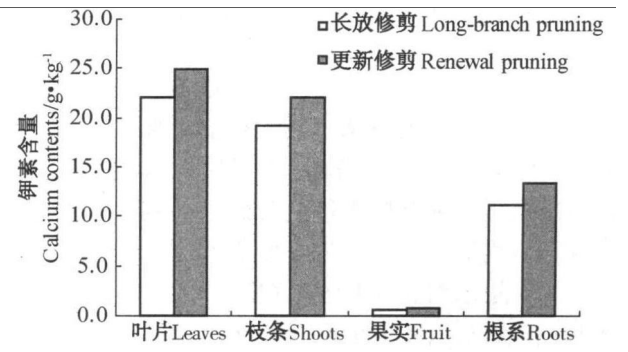


图 4 不同修剪对苹果树体钙素营养的影响  
Fig. 4 The effects of different pruning treatments on apple tree's calcium contents

2.2 对果实品质的影响  
更新修剪缩小了树冠,降低了树体高度,减少了地上部生长点,提高了树体营养,为优质高产奠定了基础。更新修剪单果质量提高了 14.01%,果形指数提高了 5.75%,有机酸提高了 8.05%,单株产量提高了 17.54%,经济产值提高了 37.36%。更新修剪极显著提高了单果质量、产量和产值,显著提高了果形指数和有机酸含量,对果实着色面积、可溶性固形物、可溶性糖含量、果实硬度、维生素 C 含量无显著影响(表 1)。

3 讨论  
该试验采用短截、回缩等更新修剪方法,剪除衰弱枝,减少花芽量,减少枝条量,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,促进果实增大,提高单果质量,从而提高了单株产量及经济产值,这与李明霞等对盛果期山地苹果更新修剪的效果基本相同<sup>[3]</sup>。而常规修剪采用长放及拉枝、压枝等方法培养单轴延伸结

表 1 不同修剪方式对果实品质、产量及产值的影响  
Table 1 Effect of different pruning type on apple fruit quality, yields and output value

修剪方式 Pruning type	单果重 Single fruit weight /g	着色面积 Coloring area /%	果形指数 Fruit shape index	可溶性固形物 Soluble solid /%	可溶性糖 Total sugar /%	有机酸 Organic acids /%	硬度 Firmness /kg·cm <sup>-2</sup>	维生素 C Vitamin C /μg·kg <sup>-1</sup> FW	产量 Yields /kg·tree <sup>-1</sup>	产值 Output value /RMB·tree <sup>-1</sup>
长放修剪 Long-branch pruning	204.2	96.4	0.87	13.5	11.13	0.33	9.3	0.64	52.63	198.6
更新修剪 Renewal pruning	232.8**	96.8	0.92*	13.4	11.14	0.37*	9.2	0.63	61.86**	272.8**

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)。  
Note: \* within the same column indicate significant difference at P<0.05, \*\* indicate significant difference at P<0.01.

果枝组或珠帘式结果枝组,不回缩、短截串花枝、掖花芽枝,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,造成果实变小,产量降低,经济产值降低。

#### 4 结论

渭北黄土高原盛果末期苹果树向心生长强于离心生长,生殖生长强于营养生长,采用短截、回缩等更新修剪方法修剪,提高了叶片、枝条、果实、根系中的氮、磷、钾、钙含量,特别是极显著提高了枝条中的氮、磷、钾、钙含量。更新修剪极显著提高了单果质量、产量及经济价值,显著提高了果形指数和有机酸含量,对果实着色面积、可溶性固形物、果实硬度等无显著影响。

试验表明,渭北黄土高原区盛果末期苹果树应根据树势生长状况,积极开展更新修剪。

#### 参考文献

- [1] 刘权,吕均良,应芝秀,等. 枇杷更新修剪的研究[J]. 浙江农业大学学报,1994,20(1):33-37.
- [2] 周然. 更新修剪对衰老椪柑树势及产量的影响[J]. 云南农业科技,2008(6):14-15,19.
- [3] 李明霞,白岗栓,闫亚丹,等. 山地苹果树更新修剪对树体营养及生长的影响[J]. 园艺学报,2011,38(1):139-144.
- [4] 李明霞,耿桂俊,白岗栓,等. 更新修剪对盛果末期苹果光合能力及果实品质的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2011,39(1):187-193.
- [5] 李绍华,李明,刘国杰,等. 直立中央领导干树形条件下幼年苹果树体生长特性的研究[J]. 中国农业科学,2002,35(7):826-830.
- [6] Lauri P É, Térouanne É. The influence of shoot growth on the pattern of axillary development on the long shoots of young apple trees (*Malus domestica* Borkh.) [J]. International Journal of Plant Sciences,1998,159: 283-296.
- [7] 秦玲,魏钦平,李嘉瑞,等. 成龄苹果树形改造对根系生长分布的影响[J]. 果树学报,2006,23(1):105-107.
- [8] Ferree D C. Time of root pruning influences vegetative growth, fruit size, biennial bearing and yield of Jonathan Delicious apple trees[J]. J Amer. Soc. Hort Sci.,1992,117(2): 198-202.
- [9] Geisler D, Ferree D C. The influence of root pruning on water relations, net photosynthesis, and growth of young Golden Delicious apple trees [J]. J Amer. Soc. Hort. Sci.,1984,109(6): 827-831.
- [10] 韩明玉,李永武,范崇辉,等. 拉枝角度对富士苹果树生理特性和果实品质的影响[J]. 园艺学报,2008,35(9):1345-1350.
- [11] 王磊,姜远茂,彭福田,等. 开张角度对苹果植株体内源激素含量及平衡的影响[J]. 中国农业科学,2010,43(22):4761-4764.
- [12] Greene D W, Autio W R. Notching techniques increase branching of young apple trees[J]. Journal of the American Society for Horticultural Science,1994,119:678-682.
- [13] 宋凯,魏钦平,岳玉苓,等. 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[J]. 应用生态学报,2010,21(5):1224-1230.
- [14] 张显川,高照全,舒先迁,等. 苹果开心形树冠不同部位光合与蒸腾能力的研究[J]. 园艺学报,2005,32(6):975-979.
- [15] 董鸣. 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[M]. 北京:中国标准出版社,1997:234-257.

## Effect of Renewal Pruning on Apple Tree's Nutrition and Fruit Quality in Final Full Productive Stage

DU She-ni<sup>1,2</sup>, LI Ming-xia<sup>3</sup>, GENG Gui-jun<sup>2</sup>, BAI Gang-shuan<sup>1,2</sup>

(1. Institute of Soil and Water Conservation, Northwest Agricultural and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100; 2. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi 712100; 3. College of Forestry, Northwest Agricultural and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100)

**Abstract:** Compared with long-branch pruning in Weibei Plateau, Shaanxi Province, the effects of renewal pruning on ‘Red Fuji’ apple tree’s nutrition and fruit quality, yields in final full productive stage had been determined. The results showed that renewal pruning increased nitrogen, phosphorus, potassium, calcium contents in leaves, shoots, fruit and roots, and significantly increased nitrogen, phosphorus, potassium, calcium contents in shoots. Renewal pruning significantly increased fruit weight, yields and economic value, increased fruit shape index and organic acid contents, but had no effects on coloring area, soluble solids, total sugar, fruit vitamin C, fruit firmness. Weibei Plateau should actively extended renewal pruning in apple tree in final full productive stage.

**Key words:** final full productive stage; apple tree; renewal pruning; nutrition; fruit quality; yields