

# 不同修剪措施对苹果幼树生物量的影响\*

白岗栓, 杜社妮, 侯喜录

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

**[摘要]** 以不修剪为对照, 分析了5种修剪措施对苹果幼树生物量的影响。结果表明, 不修剪> 冬季轻剪> 生长季节修剪> 冬季轻剪+ 生长季节修剪> 冬季重剪, 说明修剪对苹果幼树生物量的生长有一定的抑制作用。不同修剪措施中, 冬季重剪对苹果幼树生物量的生长抑制作用最强, 树冠小且无花芽形成, 并对根系生物量的抑制作用强于地上部生物量; 冬季轻剪对树体生物量的抑制作用小, 但花芽数量、重量均小; 生长季节修剪对地上部生物量的生长抑制作用较强, 但对根系生物量的生长有促进作用, 且花芽量多; 冬季轻剪+ 生长季节修剪与生长季节修剪相比, 效果相似, 但花芽量略多, 树体生物量略小, 对地上部分的抑制作用略强。

**[关键词]** 修剪措施; 苹果幼树; 幼树生物量

**[中图分类号]** S661.105<sup>+</sup>.1

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1671-9387(2005)01-0091-05

果树地上部分各器官的形成和生长与地下部分根系的形成和生长相互依存, 相互联结, 共为一体。对果树地上部分的研究多集中于枝条的修剪反应、树体营养及内源激素等方面<sup>[1~9]</sup>, 对地下部分则集中于根系分布、生长及根际微域环境等方面<sup>[10~18]</sup>。果树修剪是调节营养生长与生殖生长的主要措施, 对果树枝条、根系的形成和发展有深刻的影响, 但有关修剪对果树地上部与地下部生物量相互影响方面的研究较少。本试验研究不同修剪措施对苹果幼树地上部和地下部生物量的作用及其相互间的影响, 以期合理修剪、快速整形提供科学依据。

## 1 试验区自然条件

试验区位于中国科学院安塞黄土高原水土保持综合试验站内的延河川地, 海拔1 010 m。年平均气温8.8℃, 7月为22.6℃, 1月为-6.9℃, 极端最高气温36.8℃, 极端最低气温-23.6℃, 平均日较差13.9℃, 10℃的活动积温3 171.2℃, 年太阳辐射528.6 kJ/cm<sup>2</sup>, 年日照时数2 415.6 h, 年降水量549.1 mm, 无霜期159 d。土壤为淤绵土, 其中有机质含量6.26 g/kg, 速效氮34.6 mg/kg, 速效磷1.12 mg/kg, 速效钾49.8 mg/kg, pH值为8.6。

## 2 材料与方法

### 2.1 试验材料

试验材料为1998年春季定植的长富2号苹果

[*Malus domestica* Borkh. cv. Fuji 2], 砧木为新疆野苹果 [*Malus sieversii* (Ldb.) Roem], 株行距2.5 m × 4.0 m。

### 2.2 试验设计与整形管理

试验共设5个处理: I. 冬季重剪。冬季剪去秋梢等枝条, 修剪量占年总生长量的1/2左右, 生长季节不修剪。II. 冬季轻剪。冬季剪去秋梢等枝条, 修剪量不超过年总生长量的1/3, 生长季节不修剪。III. 生长季节修剪。生长季节采用抹芽、揉枝、拉枝、摘心等措施, 冬季不修剪。IV. 冬季轻剪+ 生长季节修剪。冬季修剪量不超过年总生长量的1/3, 生长季节进行抹芽、拉枝、摘心等。V. 不修剪。对照, 冬季、生长季节均不进行修剪。试验以单株为小区, 顺序排列, 重复5次。

供试树均按多主枝小冠疏层形整形。从1998~2000年, 于每年12月上旬对供试树按试验设计进行冬季修剪; 于1998~2001年每年的生长季节对供试树按试验设计进行抹芽、揉枝、拉枝、摘心等。

### 2.3 测定项目与方法

2001-10-20测定全树生物量。(1)地上部测定项目。以常规方法测定树高、干高、树径(距地面20 cm)、冠径、1年生枝长度和粗度等; 以双目解剖镜法确认花芽并记录花芽枝数; 用1/100天平称取树干、多年生枝、1年生枝、叶、花芽等的鲜重后, 在80℃下烘干12 h, 称其干重, 作为地上部各器官的生物量。

\* [收稿日期] 2003-11-04

[基金项目] 中国科学院知识创新工程项目(KZCX1-06); 国家“十五”科技攻关项目(2004BA508B14); 科技部重点科技项目(2002BA901A43)

[作者简介] 白岗栓(1965-), 男, 陕西富平人, 副研究员, 主要从事果树栽培及水土保持研究。

(2) 地下部根系测定项目。树体地下部分的生物量分为2部分, 根系和根桩(根桩为地面下树干与根系的过渡部分, 是根系的着生处)。以地面为起点, 垂直向下以20 cm 为单位将根系分布土层分为不同层次, 收取不同土层的所有根系, 记录各层主根、侧根和各级分根数, 作为根系数量(根系最大直径 1.0 mm, < 1.0 mm 的分根不计入); 在挖掘、收集根系的过程中, 记录各处理根系分布的最远距离和最深深度; 根据根系直径粗度, 将根系分为5级: 1级, 根系直径 20 mm; 2级, 20 mm > 根系直径 10 mm; 3级, 10.0 mm > 根系直径 5 mm; 4级, 5.0 mm > 根系直径 3 mm; 5级, 根系直径 < 3.0 mm。用1/100天平称量各级根系和根桩鲜重后, 在80℃下烘干12 h, 称其干重, 作为根系和根桩生物量。

表1 不同修剪措施对1年生枝生长状况的影响

Table 1 The effect of different treatments on shoots growth

处理 Treatment	1年生枝数 No. of shoots				花芽数 No. of flower bud	延长枝长/cm Length of extending shoots	延长枝粗/cm Diameter of extending shoots
	总数 Total shoots	长枝 Long shoots	中枝 Middle shoots	短枝 Spur shoots			
I	137 Cd	72 Ab	34 Cd	31 D	0	77.6 A	0.73 A
II	163 Bc	76 Aa	47 Bc	40 C	3 D	54.8 B	0.52 B
III	189 Aa	68 Bb	59 Aa	62 A	37 B	38.4 C	0.48 B
IV	194 Aa	71 Bb	63 Aa	60 A	44 A	36.7 C	0.48 B
V	184 Ab	74 Aa	57 Ab	53 B	7 C	51.3 B	0.49 B

注: 表中数据采用新复极差法检验, 不同小写字母表示差异达0.05显著水平, 不同大写字母表示差异达0.01显著水平。下表同。

Note: Data in this table was tested with SSR, a, b, c and d means significantly different at evidence ( $\alpha$ ) 0.05 level, A, B, C and D means significantly different at evidence ( $\alpha$ ) 0.01 level. The below tables are same as this table.

表2 不同修剪措施对1年生枝生物量的影响

Table 2 The effect of different treatments on shoots Biomass

处理 Treatment	1年生枝生物量/g Biomass of shoots				单花芽/g One flower bud	枝条含水率/% Moisture percent of shoots
	总量 Total shoots	长枝 Long shoots	中枝 Middle shoots	短枝 Spur shoots		
I	594 A	575.2 Aa	14.6 D	4.2 Cd	-	38.64 a
II	589 A	565.3 Aa	18.9 C	4.8 Bc	0.023 B	37.14 a
III	571 A	542.7 Aa	22.7 B	5.6 Ab	0.025 A	36.27 b
IV	567 A	533.5 Ab	27.4 A	6.1 Aa	0.026 A	36.01 b
V	556 A	533.1 Ab	17.8 C	5.1 Bc	0.023 B	37.06 a

### 3.1.2 不同修剪措施对树体地上部生物量的影响

由表3可以看出, 不同处理的树干直径、树高表现为处理V > 处理II > 处理III > 处理IV > 处理I; 树冠冠径表现为处理III > 处理IV > 处理V > 处理II > 处理I。树干、多年生枝生物量表现为处理V > 处理II > 处理III > 处理IV > 处理I; 单株叶片生物量表现为处理III > 处理II > 处理IV > 处理V > 处理I; 树体地上部分生物量表现为处理V > 处理II > 处理III > 处理IV > 处理I。

由表1~3可以看出, 树体地上部分各器官的生

## 3 结果与分析

### 3.1 树体地上部分的生物量

3.1.1 不同修剪措施对1年生枝的影响 苹果幼树的1年生枝对修剪反应敏感, 1年生枝中的长、中、短枝的比例与花芽形成有密切关系<sup>[19-22]</sup>。由表1知, 不同处理中, 1年生枝枝数以处理IV最多, 而短枝以处理III最多, 花芽数以处理IV最多; 处理I 1年生枝数及中枝、短枝均最少且无花芽, 枝条细弱, 而处理IV和III枝条较粗壮。表2表明, 各处理1年生枝及其长枝的生物量差异不大, 但中、短枝的生物量差异较大; 单花芽以处理IV最重, 达0.026 g; 枝条含水量处理IV最低, 处理I最高。

量均随不同处理而变化, 且处理的修剪强度越重, 树体的地上部分生物量越小, 即处理的生长抑制作用越强。与处理V相比, 各处理对地上部分生物量的抑制作用表现为处理II最小, 处理I最大, 处理III小于处理IV。处理I、II与处理III、IV相比, 处理III、IV的树冠大, 叶量较多, 而处理I、II的树冠小, 叶量少。不同处理1年生枝表现为处理的修剪强度越大, 1年生枝的生物量越大, 枝条含水量越高, 但中枝、短枝、花芽的形成减少, 花芽质量和枝条成熟度变差。

表 3 不同修剪措施树体的生长状况和生物量

Table 3 Tree's growth of different treatment

处理 Treat- ment	生长状况/cm Growth				生物量/g Biomass			
	树径 Diameter	树高 Height	冠径 Diameter of crown	树干 Trunk	多年生枝 Perennial branches	1 年生枝 生物量 Biomass of shoots	叶 Leaves	合计 Summation
I	5.24 Cc	238 Bc	211 × 181 Bc	1.067 Cd	1.168 D	594 A	623 B	3.452 D
II	6.31 Aa	271 Ab	228 × 206 Bb	1.367 Ab	1.456 A	589 A	663 A	4.075 A
III	6.04 Ab	264 Ab	286 × 257 Aa	1.243 Bc	1.398 B	571 A	681 A	3.893 B
IV	5.84 Bb	248 Bc	274 × 261 Aa	1.204 Bc	1.264 C	567 A	658 A	3.693 C
V	6.44 Aa	286 Aa	221 × 215 Bb	1.408 Aa	1.504 A	556 A	637 B	4.105 A

3.2 不同修剪措施的根系生长状况

3.2.1 不同修剪措施对根系数量的影响

处理 I ~ V 的根系数量依次为 326, 2, 416, 4, 428, 4, 417.6 和 426.8 条。即处理的修剪强度越重, 根系的数量越少。

3.2.2 不同修剪措施对根系分布范围的影响 处理 I ~ V 根系分布的最深深度依次为 96, 0, 115, 6, 138, 7, 128, 2 和 118, 3 cm (图1)。根系的水平分布以处理 IV 最广, 处理 I 最小, 最远点分别距树干 216 和 131 cm (表4)。即处理的修剪强度越重, 根系分布范围越小。

3.2.3 不同修剪措施对地下部分生物量的影响

表4 表明, 不同处理的根系生物量表现为处理 V > 处理 III > 处理 IV > 处理 II > 处理 I; 根桩的生物量表现为处理 III > 处理 V > 处理 IV > 处理 II > 处理 I; 因此不同处理地下部分总生物量表现为处理 III > 处理 V > 处理 IV > 处理 II > 处理 I (表4)。表明处理的修剪强度越重, 根系、根桩生物量越小, 即地下部分的生物量越小。

由表 4 还可知, 不同处理对供试树不同级别根系的影响表现为: 1 级根系, 处理 V > 处理 IV > 处理 III > 处理 II, 处理 I 无 1 级根系; 2 级根系, 处理 III >

处理 IV > 处理 V > 处理 I > 处理 II; 3 级根系, 处理 I > 处理 II > 处理 V > 处理 III > 处理 IV; 4 级根系, 处理 V > 处理 IV > 处理 III > 处理 II > 处理 I; 5 级根系, 处理 II > 处理 III > 处理 IV > 处理 V > 处理 I。表明处理的修剪强度越重, 根系级别越趋于简化, 细根所占比例亦越小。

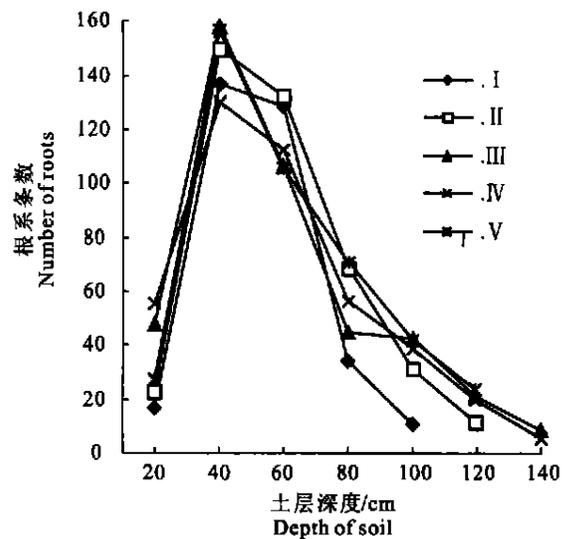


图 1 不同修剪措施根系的垂直分布

Fig 1 Vertical distribution of roots of different treatment

表 4 不同修剪措施地下部的生物量

Table 4 Biomass of underground and horizontal distribution of different treatments

处理 Treatment	不同级别的根系生物量/g Biomass of different grade roots					根系/g Roots	根桩/g Root stake	地下部 生物量/g Biomass of under ground	距树干 距离/cm The biggest sem idiam- eter of roots horizontal distributing
	1 级 First grade	2 级 Second grade	3 级 Third grade	4 级 Fourth grade	5 级 Fifth grade				
I	-	82.1 Bb	152.8 A	75.1 De	16.1 De	326.1 B	145 Cd	471.1 Bc	131 De
II	19.4 C	75.5 Cc	113.0 B	85.1 Cd	123.3 Aa	416.3 A	207 Bc	623.3 Ab	156 Cd
III	29.9 B	89.5 Aa	102.0 C	91.6 Bc	110.2 Bb	423.2 A	231 Aa	654.2 Aa	190 Bb
IV	30.1 B	86.2 Aa	90.1 D	105.3 Ab	105.9 Bc	417.6 A	210 Bc	627.6 Ab	216 Aa
V	41.6 A	84.4 Ab	109.4 B	110.7 Aa	80.6 Cd	426.7 A	221 Ab	647.7 Aa	181 Bc

### 3.3 不同修剪措施对地上部与地下部生物量的相互影响

图2表明,不同处理对地上与地下部分总生物量的影响表现为处理V>处理II>处理III>处理IV>处理I,即处理的修剪强度越重,树体生物量越小。处理I~V地上与地下部分生物量比值依次为

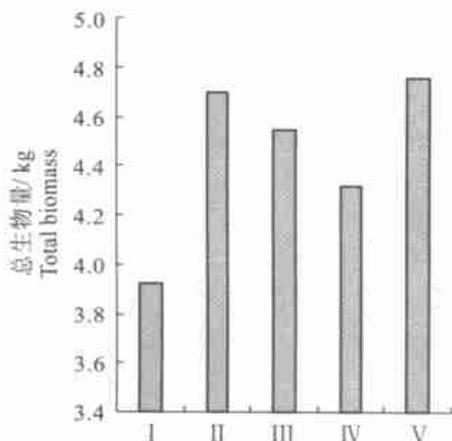


图2 不同修剪措施的总生物量

Fig. 2 Total biomass of different treatment

## 4 小结

修剪对苹果幼树生物量的生长有一定的抑制作用。不同修剪措施中,苹果幼树地上部分生物量表现为不修剪>冬季轻剪>生长季修剪>冬季轻剪+生长季修剪>冬季重剪;地下部分生物量表现为生长季修剪>不修剪>冬季轻剪+生长季修剪>冬季轻剪>冬季重剪;树体总生物量表现为不修剪>冬季轻剪>生长季修剪>冬季轻剪+生长季修剪>冬季重剪;地上部分生物量与地下部分生物量的比值表现为冬季重剪>冬季轻剪>不修剪>生长季修剪>冬季轻剪+生长季修剪。说明修剪对树体生物量的生长有一定的抑制作用,且修剪量越大,抑制作用越强。与不修剪相比,冬季重剪的树地下部分根系条数少且分布范围小,地上部分中,短枝少,树

7.33 1,6 54 1,5 95 1,5 88 1和6 34 1(图3),表现为处理的修剪强度越重,比值越大。比值越大,说明树体的地上部分生物量与地下部分生物量的差异越大,与对照相比,相对抑制了地下部分而促进了地上部分的生长。

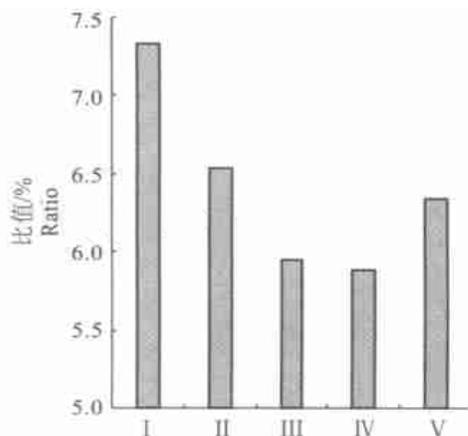


图3 不同修剪措施下地上部与地下部生物量的比值

Fig. 3 Ratio of over-ground biomass to under-ground under different treatment

冠小,无花芽,对苹果幼树生物量生长的抑制作用强,且对根系的抑制作用强于地上部的抑制作用;冬季轻剪对苹果幼树生物量生长的抑制作用弱,但对根系生长有一定的抑制作用;生长季节修剪对地上部生物量生长有一定的抑制作用,但树冠大,花芽量多,相对促进了地下部分根系生物量的生长;冬季轻剪+生长季节修剪效果与生长季节修剪相似,花芽形成多,但对地上部抑制较重。不修剪树体生物量大,但树冠较小,花芽量少。

不同修剪措施对苹果幼树的修剪反应表现为修剪强度越重,对树体生物量的抑制作用越大。冬季重剪抑制了根系生物量的生长,但相对促进了地上部分生物量的生长;生长季节修剪促进了根系生物量的增长,但相对抑制了地上部分生物量的生长。

### [参考文献]

- [1] 杨文衡,陈景新. 果树生长与结实[M]. 上海:上海科学技术出版社,1986:213-230
- [2] 吴光林. 果树整形与修剪[M]. 上海:上海科学技术出版社,1986:12-73
- [3] 《苹果栽培》编写组. 苹果栽培[M]. 北京:农业出版社,1978:201-218
- [4] [日]青木二郎. 苹果的研究[M]. 北京:农业出版社,1984:245-260
- [5] 牛自勉,陈敏克,孙俊宝,等. 刻芽对苹果枝条内源激素及萌芽成枝的影响[J]. 果树科学,1998,15(3):198-202
- [6] 王学才,马云星,荆连成. 苹果枝组的不同处理对其产量及品质的影响[J]. 河北林果研究,1998,13(3):233-235

- [7] 刘国胜, 马玉芳, 段玉春. 几种砧木对苹果新梢及叶特性的影响[J]. 果树学报, 2002, 19(6): 373- 376
- [8] 王际轩, 刘志, 谢秀华, 等. 苹果无病毒树的生长和结果表现[J]. 园艺学报, 2000, 27(3): 157- 160
- [9] 顾曼如. 苹果不同砧穗组合生长结果特性研究[A]. 中国农科院郑州果树研究所. 果树砧木论文集[C]. 西安: 陕西科学技术出版社, 1985: 223- 231.
- [10] 马步芳, 王洪起, 宋红梅, 等. 红富士苹果幼树根系分布及年生长特性研究[J]. 中国果树, 1993, (3): 1- 4
- [11] 张劲松, 孟平, 尹昌君. 果农复合系统中果树根系空间分布特征[J]. 林业科学, 2002, (4): 30- 34
- [12] 贾 彬, 贾 棚, 刘乃玉, 等. 矮化中间砧苹果树深栽的效应[J]. 中国果树, 1991, (1): 1- 3
- [13] 冉辛拓. 乔砧苹果断根对根系及新梢的促控研究[J]. 果树科学, 1998, (3): 203- 206
- [14] 李玉鼎, 刘彦宁, 吴国平, 等. 宁夏灌区苹果根系生长动态的观察[J]. 园艺学报, 1993, 20(4): 394- 396
- [15] 李昭琪, 郭承福, 都兴芬, 等. 苹果大面积低产园改造的栽培技术总结[J]. 中国果树, 1991, (1): 25- 28
- [16] 董淑富, 何承顺, 黄天栋, 等. 苹果砧木苗根际微域环境的研究[J]. 土壤学报, 1997, 34(3): 323- 327.
- [17] 范伟果, 束怀瑞, 黄天栋. 不同土质中苹果幼树当年生根的解剖构造[J]. 果树科学, 1998, 15(1): 84- 85
- [18] 王丽琴, 魏钦平, 唐 芳, 等. 苹果新根生理生化特性研究[J]. 园艺学报, 1997, 24(3): 225- 228
- [19] 陈 静, 陈培珠. 苹果枝条解剖结构与生长势的关系[J]. 中国农学通报, 1998, 14(4): 43- 47.
- [20] 黄卫东, 张晓明. 苹果短果枝叶数量对坐果的影响及机理探讨[J]. 中国农业大学学报, 2000, 5(3): 68- 72
- [21] 王学才, 郑永悟. 剪控和化控对旺长少果苹果树生长与结果的影响[J]. 中国果树, 1997, (1): 19- 20
- [22] Dennis F G Jr. Factors affecting yield in apple, with emphasis on 'delicious' [J]. Hort Rev, 1979, (1): 395- 422

## Effect of different pruning treatments on young apple tree's biomass

BA I Gang-shuan, DU She-ni, HOU Xi-lu

(Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences, Ministry of Water Resources,  
Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** The results of 5 pruning treatments show that pruning inhibits the growth of young apple tree's biomass. These pruning treatments are the following: the tree's biomass of No pruning > Winter gentle pruning > Growth season pruning > Winter gentle pruning + Growth season pruning > Winter heavy pruning. Winter heavy pruning is the strongest in inhibiting the growth of tree's biomass, and its inhibition on tree's growth in roots is stronger than in over-ground, resulting in smallest crown and no flower bud. Winter gentle pruning is the weakest in inhibition but the trees have few flower buds and the weight of flower bud is light. Growth season pruning inhibiting tree's biomass in over-ground is stronger than in roots, but the tree has more flower buds. The effect of Winter gentle pruning + Growth season pruning is the same as that of Summer pruning, but Winter gentle pruning + Growth season pruning's inhibition tree's biomass in over-ground is stronger than Growth season pruning, and the trees have less biomass and more flower buds.

**Key words:** pruning treatment; young apple trees; biomass of young apple trees