

辽宁省苹果盛果期树调冠改形增效 关键技术研究与应用

何明莉, 刘志, 宋哲, 张春波, 李宏建, 徐贵轩

(辽宁省果树科学研究所, 辽宁 熊岳 115009)

摘要:以14年生‘红富士’苹果树为试材,均为大冠疏层形,选择树体相近,12个主枝左右,南北成行的‘红富士’苹果树,进行调冠改形试验,设三主枝‘定位’开心形、四主枝‘X’开心形2种处理,以大冠疏层形为对照(CK),同时进行“提干、降高、疏密、缩裙、减数、减量、垂帘、夏剪”技术研究,探讨苹果盛果期树调冠改形增效的关键技术。结果表明:苹果结果树由‘大冠疏层形’改成三主枝‘定位’开心形和四主枝‘X’开心形,同时采用“提干、降高、疏密、缩裙、减数、减量、垂帘、夏剪”8项增效的关键技术,解决了原来树体结构不合理,光照条件差,产量低,质量差等诸多问题;三主枝‘定位’开心形和四主枝‘X’开心形平均优质果率提高了35.7%,7年累计试验示范面积2.53万hm²,获纯增产值7.77亿元。

关键词:苹果;盛果期树;调冠改形技术;相对光强;产质量;效益

中图分类号:S 661.105⁺.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)04-0009-09

苹果是我国大优势农产品之一。辽宁省苹果栽培具有百年历史,是我国环渤海地区苹果生产的重要优势产区,也是我国果业发展外向型战略中面向东北亚及其它国际市场的重要出口国生产基地。目前,苹果栽培面积25.3万hm²,产量达180万t,年出口量19万t左右,经济效益达50亿元以上,在辽宁省种植业生产中占有重要比重。20世纪90年代初,辽宁省在1月份平均气温-10℃线以南地区采用乔砧密植的栽培方式,发展了大面积的‘富士’苹果品种,由于受传统的整形修剪技术影响,目前大部分树体已成为‘大冠疏层形’,其树体高大,主枝数多,单位面积枝量大,树冠郁密,冠内通风透光不良,费工费时,单产低,果品质量差。因此,根据辽宁省苹果树整形修剪中存在的主要问题及生产现状,采用调冠改形技术,以大幅度提高果品的质量与产量^[1-4]。

日本的乔化‘富士’苹果整形修剪是以提高果品质量为中心,通过5个树形转变期,将传统的乔化大冠树

形改为‘自然’开心形,并在生产上广泛应用,带动了日本苹果生产的健康发展。我国在解放初期,辽宁省果树科学研究所通过研究,首次提出了“三主枝邻近半圆形”,当时对推动全国‘国光’苹果为主的老品种的数量型生产发展起到了重要作用^[5-7]。1982年,我国从日本引进‘红富士’苹果及大面积栽培后,2003年北京中日友好观光园张文和先生主持完成的“日本开心树形的引进研究与示范”项目,通过了北京市成果鉴定,日本开心树形在北京地区得到了进一步的应用。同时带动了陕西省红富士苹果树改形技术的示范^[8-10]。1998年以来,辽宁省果树科学研究所先后邀请了日本弘前大学‘盐崎雄之辅’教授、青森野村园艺有限公司‘野村敏男’及长野县原山农场‘原山武文’先生进行学术交流,并在辽宁省的大连、营口、锦州及葫芦岛市开展苹果树整形修剪技术交流及现场实地表演,为“苹果树调冠改形增效关键技术研究”项目的开展奠定了良好的基础。经过7年研究,已完成项目全部计划任务,现将结果报告如下。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

1.1.1 辽宁省果树所栽培试验区 面积为0.867hm²,壤土,土壤有机质含量1.1%左右,地下管理基本一致。品种为‘红富士’/‘山定子’,14年生,株行距为4m×4m,树形为‘大冠疏层形’,干高60cm左右,树高5.5~6.0m,主枝12个左右,667m²总枝量12万个左右,树冠下相对光强

第一作者简介:何明莉(1970-),女,硕士,副研究员,现主要从事苹果砧木筛选等研究工作。E-mail:heminglixg@sina.com.

责任作者:徐贵轩(1954-),男,本科,研究员,硕士生导师,享受国务院特殊津贴专家,现主要从事苹果栽培等研究开发及推广工作。E-mail:xuguixuan888@163.com.

基金项目:国家苹果产业技术体系扶持资助项目(CARS-28);辽宁省果树产业技术体系资助项目(LNGSCYTX-13/14-3)。

收稿日期:2014-11-20

仅为18%左右,每667 m²产量平均2 400 kg左右。

1.1.2 瓦房店市驼山乡大魏家村富士园 乔砧中密苹果园,面积8 hm²,沙壤土,土壤有机质含量0.8%左右,地下管理基本一致。品种为‘红富士’/‘山定子’,14年生,株行距为4 m×4 m,树形为‘大冠疏层形’,干高60 cm左右,树高5.5~6.0 m,主枝12个左右,行间与株间郁闭,树冠下相对光强仅为15%~20%,冠内为25%~30%,667 m²总枝量为12万个左右,667 m²产量为2 400 kg左右,有大小年结果现象,优质果率仅为20%左右。

1.1.3 普兰店大谭镇爬山果园 面积为6.67 hm²,丘陵山地果园,沙壤土,土壤有机质含量1.5%左右,地下管理基本一致。品种为‘红富士’/‘山定子’,13年生,株行距为4 m×5 m,树形为‘大冠疏层形’,干高60 cm左右,树高5.5~6.0 m,主枝12个左右,667 m²总枝量为12万个左右,667 m²产量为2 300 kg左右。

1.2 试验材料

供试材料为14年生‘红富士’苹果树,‘大冠疏层形’,树体相近,12个主枝左右,南北成行。

1.3 试验方法

设处理三主枝‘定位’开心形、四主枝‘X’开心形2种处理,以‘大冠疏层形’为对照(CK),在调冠改形过程中开展“提干、降高、疏密、缩裙、减数、减量、垂帘、夏剪”技术研究。

1.3.1 提升主干与降低树冠高度技术 对三主枝‘定位’开心形、四主枝‘X’开心形2种树形,设主干分别提升到1.0、1.2、1.4、1.6、1.8 m处理,随着主干提升,根据原来树冠高度,每年降低树冠高度50~60 cm,以‘大冠疏层形’为对照,按常规的整形修剪方法。以单株为小区,每处理5次重复,随机排列,各处理在4年内完成。

1.3.2 密生枝疏除技术 对三主枝‘定位’开心形、四主枝‘X’开心形2种树形的主枝的背上大、中型密生枝组分别设疏除30%、60%、90%3个处理,以常规修剪为对照。单株小区,每处理5次重复,随机排列,各处理在4年内完成。

1.3.3 回缩裙枝技术 对三主枝‘定位’开心形、四主枝‘X’开心形2种树形设外围裙枝回缩到2年生枝段轮痕部位、回缩到3年生枝段轮痕部位的处理,以回缩到4年生枝段轮痕部位为对照,以单株为小区,每处理5次重复,随机排列。

1.3.4 主枝减数整合技术 对三主枝‘定位’开心形、四主枝‘X’开心形2种树形,分别设3个不同减数试验,三主枝‘定位’开心形设处理第1年分别减数1、2、3个、第2年分别减数3、3、2个、第3年分别减数3、3、2个、第4年分别减数2、1、2个,最后分别保留3个主枝,第1主枝为正南向、第2主枝为东北向、第3主枝为西北向,每个主枝上着生2个侧枝,单层模式;四主枝‘X’开心形设处

理第1年分别减数1、2、3个、第2年分别减数2、3、2个、第3年分别减数3、2、1个、第4年分别减数2、1、2个,最后保留4个主枝,其分布为东南、西南、东北、西北向,每个主枝上着生3~4个大型枝组,单层模式;以常规整形修剪为对照。单株小区,每处理5次重复,随机排列,各处理在4年内完成。

1.3.5 667 m²枝减量调控技术 对三主枝‘定位’开心形设3个试验的减量处理,即第1年分别减量0.52万、1.12万、1.77万个,第2年分别减量1.58万、1.68万、1.18万个,第3年分别减量1.58万、1.68万、1.18万个,第4年分别减量1.04万、0.56万、1.18万个,最后保留7.0万个枝量左右;四主枝‘X’开心形设3个试验的减量处理,即第1年分别减量0.53万、1.12万、1.80万个,第2年分别减量1.06万、1.68万、1.20万个,第3年减量1.59万、1.12万、0.60万个,第4年分别减量1.06万、0.56万、1.20万个,最后保留7.5万个枝量左右;对照树按常规修剪,仍保持12万个枝量左右。以单株为小区,每处理5次重复,随机排列,由单株留枝量控制667 m²留枝量,各处理在4年内完成。

1.3.6 垂帘式结果枝组的培养与利用技术 对三主枝‘定位’开心形、四主枝‘X’开心形2种树形树,选枝组基粗、方位及角度相近的3年生枝组,进行固定整合,设角度为100°、120°、140°,以处理角度90°为对照,进行常规修剪。以单枝为小区,10次重复,随机排列。

1.3.7 夏季修剪节流技术 设1年生枝条开角110°、1年生枝条拿枝软化、1年生枝条基部环割、1年生枝条掰顶芽、1年生枝条不处理为对照,以单株为小区,5次重复,随机排列。

1.4 项目测定

调查树高、干高、干周、冠积,总枝芽量、枝类比,花芽量,叶面积、百叶重、叶绿素及花青苷含量,单果重、产量、果形指数、可溶性固形物含量(PR-100型测糖仪)、总酸含量(NaOH中和滴定法)、硬度(GY-1型果实硬度计)、土壤有机质含量、容重、含水量等。

1.4.1 树冠相对光强测定 利用TES1339R数字照度计(台湾泰仕电子工业股份有限公司生产),在8月上旬,选择晴朗无风的天气,从7:00—17:00,每2 h测定1次,将树冠的垂直距离用竹杆定点,对不同树形冠内的光分布进行测定,调查树干-外缘0.0~0.5、0.5~1.0、1.0~1.5、1.5~2.0 m的光水平分布;在树冠不同部位和不同层次的测点部位采10个果,进行果实外观调查及内含物测定,分析不同树形冠内的光分布对产质量的影响。

1.4.2 树体光合能力测定 采用美国Li-cor公司生产的Li-6400型便携式光合仪,测定叶片的光合速率,在8月上旬,选择天气晴朗的9:00—11:00测定叶片的净光合速率、细胞内CO₂浓度和蒸腾速率。测定位置在冠体

外围 1/3 高度处的东、南、西、北的 4 个方向,每个方向选 5~15 cm 的枝中部 5 枚叶片,各按东、南、西、北依次顺向和逆向测定 5 次,计算其不同处理的光合速率。

2 结果与分析

2.1 提干与降高技术研究

选择适宜的干高与冠高是调冠改形的第一部,涉及树冠下的光照状况、垂帘式结果枝组的培养利用及立体

平面化叶幕层的构建。由表 1 可以看出,不同提干与降低树冠高度,对其树体生长发育都有明显的影响,其中,三主枝‘定位’开心形的干高以 1.4 m 左右、冠高 2.7 m 左右;四主枝‘X’开心形的干高 1.6 m 左右、冠高 2.9 m 左右为宜,对改善树冠下的光照状况,调整标准化树体结构,提高产量及改善果品质量具有显著效果。

表 1 不同提干高度与冠高对苹果果品质量的影响(2004—2007 年)

Table 1 Effect of different stem height and crown height on apple fruit quality(from 2004 to 2007)

| 处理 Treatment | 干高 Stem height /m | 冠高 Crown height /m | 冠下相对光强 Relative intensity of crown/% | 主枝下叶幕厚度 Canopy thickness of main branches below/cm | 株产 Strains /kg | 可溶性固形物含量 Soluble solids content /% | 着色指数 Color index |
|--|-------------------------|--------------------------|--|--|----------------------|--|---------------------|
| 三主枝‘定位’开心形 Three main branches‘positioning’ open shape | 1.0 | 2.21 | 31.5 | 35.4 | 45.5D | 13.8C | 0.84C |
| | 1.2 | 2.30 | 32.8 | 50.6 | 56.8C | 14.1B | 0.86B |
| | 1.4 | 2.72 | 37.5 | 75.6 | 63.8A | 15.3A | 0.94A |
| | 1.6 | 2.61 | 41.3 | 76.4 | 56.5C | 15.2A | 0.96A |
| | 1.8 | 3.78 | 49.6 | 78.2 | 58.4B | 15.3A | 0.95A |
| 大冠疏层形(CK) Big canopy shape(CK) | 0.6 | 4.85 | 16.6 | 32.8 | 58.6B | 12.3E | 0.72C |
| | 1.0 | 2.18 | 30.2 | 36.2 | 43.4E | 12.5E | 0.80D |
| 四主枝‘X’开心形 Four main branches‘X’open shape | 1.2 | 2.36 | 32.5 | 51.0 | 53.6D | 13.6D | 0.83CD |
| | 1.4 | 2.68 | 34.8 | 72.8 | 62.5B | 14.7C | 0.86C |
| | 1.6 | 2.92 | 38.5 | 78.6 | 68.9A | 15.2B | 0.92A |
| | 1.8 | 3.62 | 45.6 | 79.0 | 66.2B | 15.3A | 0.94A |
| 大冠疏层形(CK) Big canopy shape(CK) | 0.6 | 4.85 | 16.6 | 32.8 | 58.6C | 12.3E | 0.72E |

注:同列数据后标不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$)。以下同。
Note:Data marked with different capital letters in same column show significant difference($P<0.01$). The same below.

2.2 密生枝组疏除技术研究

原主枝背上直立枝组严重影响了侧生枝组、下垂结果枝组的形成及树冠内的光照状况。解决主枝上光照是建立良好结果枝组体系的关键。由表 2 可以看出,在

4 年内疏除主枝背上 90% 的枝组,在主枝的先端部位留 10% 的中小枝组(平衡树势)较为适宜,主枝背下相对光强能达到 42%,主枝两侧及背下能形成良好的枝组群,花芽形成质量好,单枝产量可达到 18.6 kg。

表 2 疏除密生枝组对苹果树体生长发育的影响(2004—2007 年)

Table 2 Effect of thinning dense branches group on apple tree growth(from 2004 to 2007)

| 处理 Treatment | 原枝组数量 Original branch group number/个 | | 保留枝组数 Retain the branch group number/个 | | 总枝芽量 Total number of shoots/个 | 相对光强 Relative intensity/% | 单枝产量 A single shoot yield/kg |
|--------------------------|---|----------------|---|----------|-------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|
| | 侧下 Side | 背上 On the back | 背上 On the back | 总计 Total | | | |
| 疏 30% Thinning 30% | 45 | 27 | 9 | 54 | 225 | 32C | 15.2C |
| 疏 60% Thinning 60% | 45 | 29 | 5 | 50 | 242 | 38B | 16.8B |
| 疏 90% Thinning 90% | 46 | 27 | 3 | 49 | 236 | 42A | 18.6A |
| CK(未处理) CK(No treatment) | 42 | 26 | 26 | 68 | 365 | 24D | 15.1D |

2.3 回缩裙枝技术研究

对行间交叉的主枝“缩裙”程度以行间留出 1.0 m 通道的前提下,在 2~3 年生枝的基部轮痕处回缩,与对

照相比,对促发新生枝量、花芽形成、构建其标准化树形,具有良好作用(表 3)。

表 3 不同枝龄回缩对苹果树枝量与花芽形成的影响(2004—2006 年)

Table 3 Effect of retracting apple tree branches of different ages on the number of shoots and formation of flower bud(from 2004 to 2006)

| 处理 Treatment | 总枝芽量 Total number of shoots/个 | 新生枝芽数 Number of new shoots/个 | 新生枝率 Rate of new branches/% | 花芽量 Amount of flower bud/个 | 花芽占新生枝芽量 Flower bud amount account for new branches/% |
|--|-------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---|
| 2 年生轮痕处回缩 Retracting in 2 years round mark place | 38 | 25 | 65.79 | 14 | 56.00A |
| 3 年生轮痕处回缩 Retracting in 3 years round mark place | 66 | 36 | 54.56 | 17 | 47.22B |
| 4 年生轮痕处回缩 Retracting in 4 years round mark place | 98 | 51 | 52.65 | 12 | 23.52C |

2.4 主枝减数整合技术研究

主枝减量是随着“提干”与“降高”进行的,遵循循序

渐进的原则,在 4 年内完成。主枝减量的大小与速度,对树势及产量有明显影响。由表 4 可以看出,三主枝

‘定位’开心形,第1年减2个主枝、第2年减3个主枝、第3年减3个主枝、第4年减1个主枝,最后(17年生)保留3个主枝的处理和四主枝‘X’开心形,第1年主枝减2

个主枝、第2年减3个主枝、第3年减2个主枝、第4年减1个主枝,最后(17年生)保留4个主枝的处理,与对照相比产量前2年差异不明显,第4年有一定增长,较为适中。

表4 主枝不同留量对苹果树体生长发育的影响(2004—2007年)

Table 4 Effect of different remaining main branch number on apple tree body growth and development (from 2004 to 2007)

| 处理 Treatment | 原主枝数 Original main branch number/个 | 减量 Reduce the number of/个 第1年 第2年 第3年 第4年 The first year The second year The third year The fourth year | | | | 保留主枝数 Remaining main branch number/个 | 新梢长 Shoot length/cm | 株产 Yield per plant/kg |
|--|--|---|---|---|---|--|---------------------------|-----------------------------|
| | | | | | | | | |
| 三主枝‘定位’开心形 Three main branches‘positioning’ open shape | 12 | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 43.62 | 55.9C |
| | 12 | 2 | 3 | 3 | 1 | 3 | 42.88 | 57.3A |
| | 12 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 44.56 | 56.6B |
| 大冠疏层形(CK)Big canopy shape(CK) | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 46.24 | 55.8C |
| | 12 | 1 | 2 | 3 | 2 | 4 | 42.62 | 55.9C |
| 四主枝‘X’开心形 Four main branches‘X’ open shape | 12 | 2 | 3 | 2 | 1 | 4 | 43.66 | 58.9A |
| | 12 | 3 | 2 | 1 | 2 | 4 | 44.58 | 56.6B |
| 大冠疏层形(CK)Big canopy shape(CK) | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 46.24 | 56.8B |

2.5 适宜的 667 m² 枝量调控技术

枝量的调整原则主要依据全园单位面积内总枝芽量的大小与全园覆盖率、光照状况等,与其它冠改形技术同步进行,在4年内完成。由表5、6可以看出,在全园 667 m² 枝量 12 万的基础上,三主枝‘定位’开心形,以4年内减少枝量 5.0 万个/667m²,保留 7.0 万个枝芽量

左右处理最好,平均产量达 2 406 kg/667m²,四主枝“X”开心形,以4年内减少枝量 4.5 万个/667m²,保留 7.5 万个/667m² 枝芽量左右最好,平均 667 m² 产量为 2 475 kg,与对照相比优质果率可提高 35.69%,667 m² 留枝量适宜,长中短枝比例为 2:2:6,光照条件得到明显改善,果品质量好,产量稳定。

表5 不同 667 m² 枝量对苹果产量及质量的影响(2004—2007年)

Table 5 Effect of different branch number of per acre on yield and quality to apple(from 2004 to 2007)

| 处理 Treatment | 667 m ² 总枝量 Total branches per 667 m ² /万个 | 667 m ² 减少枝量 Reduced branches per 667 m ² /万个 1年 2年 3年 4年 | | | | 667 m ² 保留枝量 Reservations branches per 667 m ² /万个 | 667 m ² 产量增减 Yield increase and decrease per 667 m ² /kg 1年 2年 3年 4年 | | | | 平均 667 m ² 产量 Average yield per 667 m ² /kg | 优质果率 High quality fruit rate /% |
|--|---|--|------|------|------|---|---|-------|-------|-------|--|--|
| | | | | | | | | | | | | |
| 三主枝‘定位’开心形 Three main branches‘positioning’ open shape | 12 | 0.52 | 1.58 | 1.58 | 1.04 | 7.3 | 2 456 | 2 342 | 2 465 | 2 616 | 2 370B | 50.6C |
| | 12 | 1.12 | 1.68 | 1.68 | 0.56 | 7.0 | 2 398 | 2 314 | 2 388 | 2 525 | 2 406A | 59.2A |
| | 12 | 1.77 | 1.18 | 1.18 | 1.18 | 6.7 | 2 234 | 2 328 | 2 412 | 2 357 | 2 333B | 58.8B |
| 大冠疏层形(CK)Big canopy shape(CK) | 12 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 12.0 | 2 420 | 2 258 | 2 250 | 2 450 | 2 345B | 24.7D |
| | 12 | 0.53 | 1.06 | 1.59 | 1.06 | 7.8 | 2 426 | 2 452 | 2 528 | 2 820 | 2 457C | 46.7C |
| 四主枝‘X’开心形 Four main branches‘X’ open shape | 12 | 1.12 | 1.68 | 1.12 | 0.56 | 7.5 | 2 348 | 2 452 | 2 380 | 2 720 | 2 575A | 61.5A |
| | 12 | 1.80 | 1.20 | 0.6 | 1.20 | 7.2 | 2 202 | 2 316 | 2 506 | 2 650 | 2 469B | 56.4B |
| 大冠疏层形(CK)Big canopy shape(CK) | 12 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 12.0 | 2 420 | 2 258 | 2 250 | 2 450 | 2 345D | 24.7D |

表6 苹果树体不同枝类比较及花芽形成状况(2007年)

Table 6 Status of different branches and flower bud formation of the apple tree(2007)

| 处理 Treatment | 总枝量 Total branch /万个 | 长枝 Long branch /% | 中枝 Medium branch branch/% | 短枝 Short branch /% | 花芽 Flower bud /% | 花芽量提高 Flower buds increased/% |
|--|----------------------------|-------------------------|---------------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------------------|
| | | | | | | |
| 三主枝‘定位’开心形 Three main branches‘positioning’ open shape | 7.3 | 23.5 | 17.6 | 58.9 | 43.6 | 62.7 |
| | 7.0 | 22.9 | 17.8 | 59.3 | 45.2 | 68.7 |
| | 6.7 | 24.0 | 18.2 | 57.8 | 44.7 | 66.8 |
| | 7.8 | 24.8 | 19.6 | 55.6 | 48.5 | 81.0 |
| 四主枝‘X’开心形 Four main branches‘X’ open shape | 7.5 | 23.6 | 19.2 | 57.2 | 48.1 | 79.5 |
| | 7.2 | 24.7 | 18.5 | 56.8 | 47.6 | 77.6 |
| 大冠疏层形(CK)Big canopy shape(CK) | 12.0 | 17.9 | 12.2 | 69.9 | 26.8 | — |

2.6 垂帘式结果枝组的培养与利用技术

不同处理枝组轴长和果实个数不同,其不同年份的产量不同,三主枝‘定位’开心形处理略高于四主枝‘X’开心形处理,但之间差异不明显。三主枝‘定位’开心形、四主枝‘X’开心形处理产量明显高于对照。垂帘式

结果枝组由于改变了其营养运输的部位及方向,光照条件得到明显改善,使其全树的枝类比较发生了明显改变,中长果枝显著增多,连续结果能力高,对提高树体产量及质量,抗自然灾害能力效果显著(表7)。

表 7 苹果树垂帘式结果枝组的生长发育及产量状况(2005—2007 年)

Table 7 Growth and development and production status of fruit branch group of sagging curtain type in apple tree(from 2005 to 2007)

| 年度 Year | 处理 Treatment | 枝组 Branch group | | 单株果量 | | 单果重 | 株产 |
|------------|--|-----------------------|---------------|------------------------------|----|--------------------|------------------------|
| | | 轴长 Axial length/cm | 果实 Fruit/个 | Per plant Amount of fruit | /个 | Fruit weight /g | Yield per plant /kg |
| 2005 | 三主枝‘定位’开心形 Three main branches‘positioning’open shape | 58.5 | 2.85 | 196.4 | | 268.4 | 52.6B |
| | 四主枝‘X’开心形 Four main branches‘X’open shape | 60.5 | 2.76 | 203.8 | | 266.5 | 54.4A |
| | 大冠疏层形(CK) Big canopy shape(CK) | 22.5 | 1.19 | 128.5 | | 220.6 | 51.1C |
| | 三主枝‘定位’开心形 Three main branches‘positioning’open shape | 86.2 | 4.35 | 238.2 | | 257.8 | 60.1B |
| 2006 | 四主枝‘X’开心形 Four main branches‘X’open shape | 89.3 | 4.25 | 243.2 | | 251.8 | 61.2A |
| | 大冠疏层形(CK) Big canopy shape(CK) | 35.4 | 1.35 | 140.7 | | 212.5 | 59.8C |
| | 三主枝‘定位’开心形 Three main branches‘positioning’open shape | 108.8 | 5.10 | 248.9 | | 254.6 | 63.4B |
| | 四主枝‘X’开心形 Four main branches‘X’open shape | 112.2 | 5.36 | 257.5 | | 250.4 | 64.5A |
| 2007 | 大冠疏层形(CK) Big canopy shape(CK) | 36.5 | 1.50 | 122.8 | | 221.0 | 54.3C |

2.7 夏剪修剪节流技术

夏季修剪是调冠改形过程中有效调节树体营养的关键技术。由表 8 可以看出,各处理与对照相比对花芽的形成均有一定的影响,其中,枝条开角、拿枝软化、环

割、掰顶芽节流技术在调冠改形过程中都能起到良好作用,其中开角 110°、拿枝软化、环割处理对其形成花芽作用明显,当新梢达到 20 cm 时,在母枝基部 10 cm 处环割效果极为显著。

表 8 苹果树不同处理对花芽形成的影响(2006 年)

Table 8 Effect of apple tree with different treatments on flower bud formation(2006)

| 处理 Treatment | 母枝 Mother branch/cm | | 新生枝量 Amount of new branch/个 | | | | 花芽量 Amount of flower bud | |
|-------------------------|---------------------|----------------|-----------------------------|---------------------|--------------------|-------------|--------------------------|------------------------|
| | 长 Length | 粗 Roughness | 长枝 Long branch | 中枝 Medium branch | 短枝 Short branch | 合计 Total | 个数 Number | 花芽占 Flower bud of/% |
| 开角 110°Open angle 110° | 41.6 | 1.42 | 4 | 3 | 6 | 13 | 8 | 53.9 |
| 拿枝软化 Pod softening | 40.8 | 1.50 | 3 | 4 | 4 | 11 | 6 | 54.6 |
| 环割 Ring cut | 39.7 | 1.48 | 2 | 3 | 7 | 12 | 7 | 58.3 |
| 掰顶芽 Breakoff top bud | 38.8 | 1.36 | 5 | 4 | 3 | 12 | 5 | 41.7 |
| CK(未处理)CK(No treatment) | 40.5 | 1.44 | 6 | 3 | 2 | 11 | 4 | 36.4 |

2.8 树体相对光强与光合速率研究

试验结果表明,三主枝‘定位’开心形与四主枝‘X’开心形,树冠不同层次相对光强呈明显的规律性变化(图 1~3),从上至下相对光强逐渐降低;同一层内相对光强从内膛到外围逐渐增大。调冠改形树体的光照条件与对照相比有明显的改善,冠内的相对光强得显著提高,三主枝‘定位’开心形与四主枝‘X’开心形树体整个冠层的平均相对光强分别为 59.00%和 49.21%,分别比对照增加 20.47%和 10.68%,冠层 1 m 以下相对光强分布分别为 36.02%和 25.84%,对照仅为 16.80%,树体 1.5 m 冠层平均相对光强分别为 70.61%、41.12%,对照为 28.18%。

一般而言,相对光强低于 30%的光区为无效光区,改形后的三主枝‘定位’开心形与四主枝‘X’开心形,无效光区从占树冠体积 58.44%,分别减少到 27.27%和

33.33%。可见调冠改形后,树冠内部光照条件得到了明显改善。由图 3 可见,对照树冠层 1 m 以下相对光强均

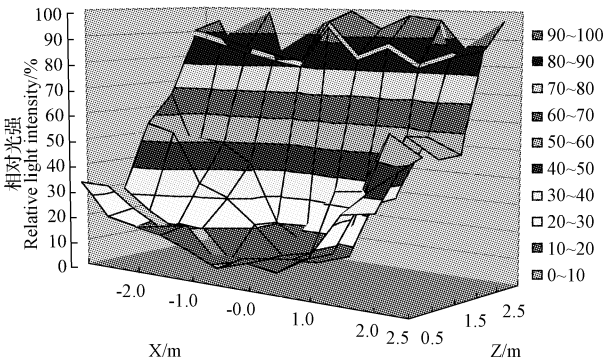


图 1 苹果树四主枝‘X’开心形树冠对相对光强垂直分布的影响
Fig. 1 Effect of four main branches‘X’open shape of apple tree on the vertical distribution of relative light intensity

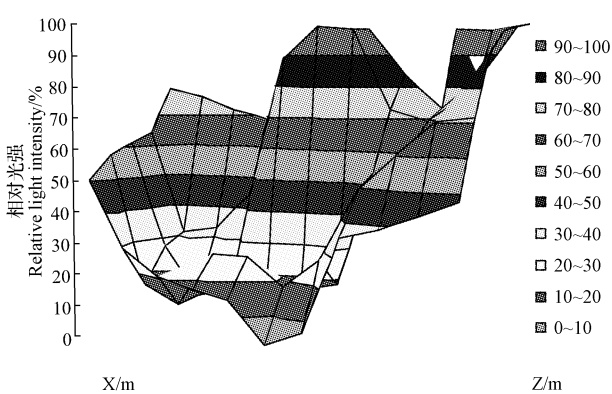


图2 苹果树三主枝‘定位’开心形对树冠相对光强垂直分布的影响

Fig.2 Effect of three main branches‘positioning’open shape of apple tree on the vertical distribution of relative light intensity 低于30%，距离树干越近的位置相对光强越低，而调冠改形后的树冠1 m以下部分无效光区明显减少，相对光强显著提高；距离树干东西1 m树膛内光照状况也得到了显著改善。

由表9 处理树与对照树不同方向净光合速率 Pn 比较

不同树体对‘红富士’苹果光合能力的影响(2010 年)

Table 9 Effect of different tree shape on photosynthesis of ‘Red Fuji’ apple(2010)

| 树形 Tree shape | 方向 Direction | 净光合速率 Net photosynthetic rate /(mmol·m ⁻² ·s ⁻¹) | 蒸腾速率 Transpiration rate /(mmol·m ⁻² ·s ⁻¹) | 胞间 CO ₂ 浓度 Intercellular CO ₂ concentration /(mmol·mol ⁻¹) | 水分利用 率 WUE |
|--|-----------------|---|---|--|---------------|
| 四主枝‘X’开心形 Four main branches‘X’ open shape | 东南 Southeast | 9.96 | 2.681 | 330.40 | 3.72 |
| | 东北 Northeast | 3.84 | 1.184 | 321.82 | 3.24 |
| | 西北 Northwest | 4.85 | 1.398 | 323.21 | 3.47 |
| | 西南 Southwest | 9.17 | 2.428 | 320.83 | 3.78 |
| 三主枝‘定位’开心形 Three main branches‘positioning’ open shape | 东南 Southeast | 8.41 | 2.296 | 320.40 | 3.67 |
| | 东北 Northeast | 3.62 | 2.424 | 359.45 | 1.49 |
| | 西北 Northwest | 7.59 | 2.816 | 327.06 | 2.70 |
| | 西南 Southwest | 11.62 | 3.766 | 302.6 | 3.09 |
| 大冠疏层形(CK) Big canopy shape(CK) | 东南 Southeast | 7.90 | 3.564 | 334.0 | 1.34 |
| | 东北 Northeast | 3.48 | 2.606 | 353.8 | 1.34 |
| | 西北 Northwest | 6.28 | 3.456 | 347.8 | 1.82 |
| | 西南 Southwest | 6.78 | 3.652 | 323.6 | 1.86 |

2.9 不同树形冠内的光分布对产量的影响

三主枝‘定位’开心形光水平分布，产量主要集中在0.5~1.0 m之间，占42.94%，相对光强为38.25%。四主枝‘X’开心形产量主要集中在1.0~1.5 m之间，占41.60%，相对光强为39.62%。对照的产量也集中在1.0~1.5 m之间，占39.80%，相对光强为29.82%。从光的垂直分布看，处理树与对照树产量主要集中在1.5 m层位，相对光强在35.24%~38.70%之间，调冠改形树产量占42.02%~42.03%，而对照产量仅占32.57%（表10）。

2.10 不同树形冠内的光分布对果品质量的影响

不同树形冠内的光分布对其果实的外观质量与内

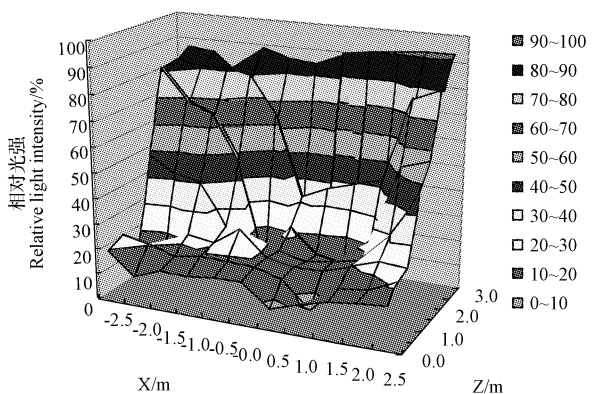


图3 苹果树大冠疏层形(CK)树冠对相对光强垂直分布的影响

Fig.3 Effect of big canopy shape of apple tree on the vertical distribution of relative light intensity

较分析表明，对照树西北方向的 Pn 较其它处理略低，处理树的 Pn 均较对照高。综合比较，处理树的细胞内 CO₂ 浓度和蒸腾速率 Tr 较对照明显下降，说明树调冠体改形后能明显改善果园的通风透光条件，提高叶片的光能利用率，树体的叶片水分利用率也得到了显著的提高。

在品质都有明显的影响(表11)，调冠改形树单果重为250.2~269.5 g，而对照树单果重仅为238.2~255.2 g，调冠改形树的果形指数为0.88~0.93，对照为0.80~0.85。调冠改形树之间的单果重及果形指数没有明显差异，改形树果形指数明显高于对照树，由此可见，果实的外在品质与枝组的结构类型，着生状态及水分运输有关。从果实的可溶性固形物含量来看，调冠改形树间差异不明显，而与对照树间差异明显，改形树不同层次的果实可溶性固形物含量与光照时间、光的质量等因素密切相关，一般树冠上部高于下部，树冠外围高于内膛，果实硬度变化也具有相同的规律。从不同部位及不同层次的光分布来看，对果实的着色程度有明显的影响，从

光的垂直分布看,改形树中部优于下部及上部,但是,不同层次之间差异不明显,果实着色均匀。对照树果实着色指数上部优于中部,中部优于下部,不同层次之间差异极显著,果实着色不均匀。

表 10 ‘红富士’树冠水平距离、垂直部位光分布对产量的影响(2007 年,地点:驼山)

Table 10 Effect of ‘Red Fuji’apple of light about canopy horizontal distance and vertical distribution on production(2007,location:Tuoshan)

| 处理 Treatment | 树干—外缘 Trunk—outer/m | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0.0~0.5 | | 0.5~1.0 | | 1.0~1.5 | | 1.5~2.0 | | — | | — | |
| | 相对光强 Relative light intensity /% | 占总产 Account for total output /% | 相对光强 Relative light intensity /% | 占总产 Account for total output /% | 相对光强 Relative light intensity /% | 占总产 Account for total output /% | 相对光强 Relative light intensity /% | 占总产 Account for total output /% | 相对光强 Relative light intensity /% | 占总产 Account for total output /% | 相对光强 Relative light intensity /% | 占总产 Account for total output /% |
| 三主枝‘定位’开心形 Three main branches‘positioning’ open shape | 35.65 | 18.08 | 38.25 | 42.94 | 40.28 | 29.37 | 43.62 | 9.61 | — | — | — | — |
| 四主枝‘X’开心形 Four main branches‘X’open shape | 32.32 | 16.50 | 34.60 | 31.50 | 39.62 | 41.60 | 42.32 | 10.40 | — | — | — | — |
| 大冠疏层形(CK) Big canopy shape(CK) | 20.16 | 9.40 | 26.37 | 29.60 | 29.82 | 39.80 | 34.23 | 21.20 | — | — | — | — |
| 树冠底部—树冠顶部 Bottom of the tree—top canopy/m | | | | | | | | | | | | |
| | 0.5 | | 1.0 | | 1.5 | | 2.0 | | 2.5 | | 2.7 | |
| 三主枝‘定位’开心形 Three main branches‘positioning’ open shape | 35.75 | 6.10 | 34.23 | 22.03 | 35.24 | 42.02 | 40.25 | 20.30 | 75.48 | 5.55 | 90.05 | — |
| 四主枝‘X’开心形 Four main branches‘X’open shape | 34.22 | 5.20 | 35.65 | 26.02 | 38.70 | 42.03 | 39.65 | 22.25 | 50.65 | 6.80 | 86.40 | — |
| 大冠疏层形(CK) Big canopy shape(CK) | 22.40 | 10.50 | 29.50 | 20.60 | 38.60 | 32.57 | 40.30 | 18.20 | 46.50 | 10.13 | 54.60 | 8.00 |

表 11 苹果树冠垂直部位光分布对果实品质的影响(2007 年)

Table 11 Effect of vertical parts of light distribution of apple tree on quality of fruit(2007)

| 处理 Treatment | 层位 Horizon /m | 相对光强 Relative light intensity/% | 单果重 Fruit weigh /g | 硬度 Firmness /(kg·cm ⁻²) | 可溶性固形物含量 Soluble solid content/% | 总酸含量 Titratable acidity content/% | 果形指数 Fruit shape index | 着色指数 Surface index |
|--|---------------------|---------------------------------------|--------------------------|---|--|---|------------------------------|--------------------------|
| 三主枝‘定位’开心形 Three main branches‘positioning’ open shape | 0.5 | 35.75 | 252.4 | 9.3 | 15.4 | 0.308 | 0.92 | 0.98 |
| | 1.0 | 34.23 | 265.2 | 9.56 | 15.2 | 0.400 | 0.91 | 0.96 |
| | 1.5 | 35.24 | 264.3 | 9.75 | 15.4 | 0.402 | 0.93 | 0.96 |
| | 2.0 | 40.25 | 262.1 | 9.74 | 15.8 | 0.401 | 0.92 | 0.96 |
| | 2.5 | 75.48 | 252.5 | 9.82 | 15.6 | 0.404 | 0.88 | 0.98 |
| | 2.7 | 90.05 | 250.2 | 9.90 | 15.8 | 0.404 | 0.89 | 0.99 |
| 四主枝‘X’开心形 Four main branches‘X’ open shape | 0.5 | 34.22 | 250.6 | 9.35 | 15.2 | 0.305 | 0.91 | 0.98 |
| | 1.0 | 35.65 | 265.0 | 9.42 | 15.4 | 0.306 | 0.91 | 0.97 |
| | 1.5 | 38.70 | 269.5 | 9.45 | 15.6 | 0.308 | 0.93 | 0.97 |
| | 2.0 | 39.65 | 268.4 | 9.44 | 15.5 | 0.402 | 0.90 | 0.96 |
| | 2.5 | 50.65 | 253.2 | 9.56 | 15.7 | 0.401 | 0.89 | 0.99 |
| | 2.7 | 86.40 | 250.3 | 9.89 | 15.6 | 0.403 | 0.89 | 0.99 |
| 大冠疏层形(CK) Big canopy shape(CK) | 0.5 | 22.40 | 255.2 | 8.68 | 13.1 | 0.400 | 0.81 | 0.65 |
| | 1.0 | 29.50 | 245.6 | 9.70 | 13.2 | 0.403 | 0.80 | 0.68 |
| | 1.5 | 38.60 | 251.8 | 9.82 | 14.2 | 0.404 | 0.80 | 0.70 |
| | 2.0 | 40.30 | 249.7 | 9.85 | 14.1 | 0.406 | 0.83 | 0.75 |
| | 2.5 | 46.50 | 242.3 | 9.90 | 14.4 | 0.405 | 0.85 | 0.88 |
| | 2.7 | 54.60 | 238.2 | 9.88 | 14.5 | 0.405 | 0.84 | 0.92 |

从 2007—2010 年调冠改形技术试验结果看出,普兰店爬山山地‘红富士’苹果树体调冠改形树体的光分布状况也具有相同的规律,从树冠光的垂直分布看,树冠 1.0~2.7 m 相对光强均达到 30%以上(表 12),而对照冠层 1.5~2.7 m 相对光强达到 30%以上。经方差分析比较,调冠改形树与对照 0.5 m 以下冠层差异不显著,

光强改善不明显,而树冠垂直分布 1.0 m 以上相对光强,差异极显著。

从光水平分布来看,四主枝‘X’开心形树产量主要集中在 0.5~1.5 m 之间,0.5~1.0 m 产量最高,占总产量的 45.39%,1.0~1.5 m 占总产量的 30.18%,而对照树的产量主要集中在 1.0~1.5 m,占总产量的 42.05%(表 13)。

表 12

‘红富士’苹果树体调冠改形对树冠水平距离、
垂直距离光分布的影响(2007—2010 年,地点:普兰店爬山)

Table 12

Effect of the light in ‘Red Fuji’ apple of adjustable crown modification on
canopy horizontal distance and vertical distribution(from 2007 to 2010, location: Pashan of Pulandian)

| 处理 Treatment | 垂直相对光强分布 Vertical relative intensity distribution/% | | | | | | |
|---|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 四主枝‘X’开心形 Four main branches ‘X’ open shape | 15.17A | 23.38A | 39.84A | 48.29A | 59.06A | 72.17A | 81.85A |
| 大冠疏层形(CK) Big canopy shape(CK) | 14.26A | 25.23A | 28.96B | 39.07B | 45.82B | 68.09B | 73.17B |

表 13

‘红富士’苹果树冠水平距离光分布对产量的影响(2007—2010 年,地点:普兰店爬山)

Table 13

Effect of light about canopy horizontal distance and vertical distribution on
the production of ‘Red Fuji’ apple(from 2007 to 2010, location: Pashan of Pulandian)

| 处理 Treatment | 树干—外缘/m 占总产量/% Trunk—outer/m Account for total output/% | | | | |
|---|--|---------|---------|---------|---|
| | 0.0~0.5 | 0.5~1.0 | 1.0~1.5 | 1.5~2.0 | — |
| 四主枝‘X’开心形 Four main branches ‘X’ open shape | 17.85 | 45.39 | 30.18 | 6.58 | — |
| 大冠疏层形(CK) Big canopy shape(CK) | 8.24 | 30.17 | 42.05 | 19.54 | — |

3 讨论

2004—2010 年,为了发挥辽宁省苹果老区的资源、基础、技术及市场优势,针对生产上苹果树整形修剪中存在的问题,进行苹果盛果期树调冠改形技术与示范,得出以下结论。

苹果结果树由‘大冠疏层形’改成三主枝‘定位’开心形和四主枝‘X’开心形的高光效新树形,解决了原来树体结构不合理,光照条件差,产量低,质量差等诸多问题。

‘红富士’结果树调冠改形过程中,三主枝‘定位’开心形主枝减量遵循 2-3-3-1 的原则;四主枝‘X’开心形主枝减量遵循 2-3-2-1 的原则;主枝“缩裙”以 2~3 年生枝的轮痕部位回缩较为适宜。

提出了“三主枝‘定位’开心形和四主枝‘X’开心形”树体的光分布指标。将‘红富士’结果树调冠改形为三主枝‘定位’开心形和四主枝‘X’开心形,平均优质果率提高了 35.7%。7 年累计试验示范面积 2.53 万 hm²,获纯新增产值 7.77 亿元。试验中的 2 种创新树形可应用于苹果树其它品种上,也适用于其它盛果期树形不当的果树树种上,其经济、社会与生态效益显著。由于对苹果树进行调冠改形需要周期长,课题组没有进行过多树体改形试验,今后将在此研究基础上进一步试验研究,不断探

讨出新的苹果树调冠改形新树形及相应的配套技术。

(该文作者还有静艳石、李先傲,单位分别为辽宁省鞍山市台安县林业局、丹东祥瑞果品开发有限责任公司。)

参考文献

- [1] 王志龙,李丙智. 苹果树“大改形”的经验与教训[J]. 果农之友, 2010(6):3-4,37.
- [2] 李丙智,阮班录,君广仁,等. 改形对红富士苹果树体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), 2005, 33(5): 119-122.
- [3] 徐贵轩,宋哲,何明莉,等. 对我省 2009 年苹果树整形修剪的建议[J]. 北方果树, 2009(1):32-36.
- [4] 何明莉,徐贵轩,宋哲,等. FN 型苹果树伤疤愈合剂的应用试验[J]. 北方果树, 2009(2):11-13.
- [5] 马宝焜. 谈谈苹果树的控冠改形[J]. 西北园艺(果树), 2009(5):6-8.
- [6] 孙志鸿,魏钦平,杨朝选,等. 改良高干开心形富士苹果树冠不同层次相对光照强度分布与枝叶的关系[J]. 果树学报, 2008, 25(2):145-150.
- [7] 张显川,高照全,付占方,等. 苹果树形改造对树冠结构和冠层光合能力的影响[J]. 园艺学报, 2007, 34(3):537-542.
- [8] 张显川,高照全,付占方,等. 日本苹果树开心形的培养过程[J]. 果农之友, 2007(3):44-45.
- [9] 牛自勉,孙俊宝,姚孝忠,等. 山西省苹果开心树形改造存在的问题及对策[J]. 山西果树, 2007(1):28-29.
- [10] 张文和. 日本乔化苹果优质栽培的树形—开心形[J]. 山西果树, 1997(3):15-17.

Key Technology Research and Application of Increasing Efficiency About Adjustable Crown
Modification to Apple Trees in Full Fruit Period in Liaoning ProvinceHE Ming-li¹, LIU Zhi¹, SONG Zhe¹, ZHANG Chun-bo¹, LI Hong-jian¹, XU Gui-xuan¹, JING Yan-shi², LI Xian-ao³

(1. Liaoning Institute of Pomology, Xiongyue, Liaoning 115009; 2. Tai'an County Forestry Bureau of Anshan City in Liaoning Province, Tai'an, Liaoning 114100; 3. Dandong Auspicious Fruit Development Co., Ltd., Donggang, Liaoning 118300)

不同氮素水平对彩椒几项生理指标及活性氧清除系统的影响

鲜开梅¹, 刘慧英²

(1. 新疆维吾尔自治区农业技术推广总站, 新疆 乌鲁木齐 830049; 2. 石河子大学, 新疆 石河子 832000)

摘要:对无土栽培温室彩椒进行 2.5、5.0、10.0(CK)、15.0、20.0 $\mu\text{mol/L}$ (以下用 N2.5、N5.0、N10.0、N15.0 和 N20.0 表示)5 个不同水平的氮素处理,测定几项生理指标(电解质渗透率、可溶性糖、脯氨酸、可溶性蛋白质、丙二醛含量)及活性氧清除系统(还原型谷胱甘肽、抗坏血酸含量、过氧化氢酶、超氧化物歧化酶及过氧化物酶活性)等参数指标,为彩椒的无土栽培管理技术提供较为科学的参考依据。结果表明:氮素 5.0~15.0 $\mu\text{mol/L}$ 浓度范围内,还原型谷胱甘肽、抗坏血酸含量及抗氧化酶活性较高,电解质渗透率、丙二醛含量较低且均以 N15.0 处理的表现最高(即植株抗氧化能力最强);其次是 N10.0 和 N5.0 处理;N2.5 处理的最低,表明该水平处理的植株抗氧化能力最差;而当施氮量为 2.5 $\mu\text{mol/L}$ 或 20.0 $\mu\text{mol/L}$ 时,植株均生长不良、产量及植物膜的完整性降低、体内抗氧化物质含量低且膜质过氧化程度加剧。

关键词:氮素水平;彩椒;生理指标;活性氧清除系统;影响

中图分类号:S 641.306⁺.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)04-0017-05

植物遭遇逆境时,活性氧在细胞内大量积累,使细胞组分受损。能有效清除活性氧的保护机制分为 2 类,即酶促和非酶促^[1-6]。超氧化物歧化酶、抗坏血酸过氧化物酶、过氧化氢酶及谷胱甘肽过氧化物酶等属于酶促系统。抗坏血酸、谷胱甘肽、甘露醇及类黄酮属于非酶

类抗氧化剂。氮素在植物体内是可移动的。它是蛋白质和核酸的主要组成元素;氮是多种酶的组分,酶不仅参与植物体内物质的水解、氧化还原以及蛋白质、淀粉合成,还控制着矿质营养和水分的吸收、呼吸及其它各种生理代谢过程;氮还是叶绿素的组成元素并参与构成一些维生素和生物碱。氮素影响植株的一系列生理活动。

该试验旨在通过了解氮素对彩椒生长及生理的影响,为彩椒的无土栽培管理技术提供较为科学的参考依据。

第一作者简介:鲜开梅(1981-),女,新疆人,硕士,助理研究员,研究方向为设施园艺。E-mail:condyxkm@126.com.

收稿日期:2014-11-18

Abstract: Taking 14-year-old 'Fuji' apple trees as materials, with big canopy shape, select the tree was similar of 12 main branches in North South line, two treatments that were three main branches 'positioning' open shape and four main branches 'X' open shape, with big canopy shape as control (CK). At the same time, the key technology about 'improve the trunk, reducing tree height, thinning dense branches, narrow skirt branch, reduce the number of branches, decrease in the number of total shoot bud, cultivation of curtain branch group, summer pruning' were studied, in order to study the key technology of increasing efficiency about adjustable crown modification to apple tree. The results showed that put forward the new tree shape of high light efficiency from 'big canopy shape' to three main branches 'positioning' opening shape and four main branches 'X' open shape on apple trees in full fruit period, and using eight key technical efficiency of 'improve the trunk, reducing tree height, thinning dense branches, narrow skirt branch, reduce the number of branches, decrease in the number of total shoot bud, cultivation of curtain branch group, summer pruning', solved many problems about unscientific structure, poor light conditions, low yield, poor quality of the original tree. High fruit quality rate increased by 35.7% after using three main branches 'positioning' open shape and four main branches 'X' open shape, the cumulative experiment and demonstration area reached 25 300 hm², pure increasement value 7.77 billion RMB.

Keywords: apple; trees in full fruit period; adjustable crown modification; relative light intensity; yield and quality; benefit