

提高主干对乔化“红富士”苹果光合效率和果实产量品质的影响

赵彦生¹, 文平², 刘兴禄³, 牛军强³

(1. 甘肃省礼县苹果研究所, 甘肃 礼县 742200; 2. 甘肃省礼县园艺站, 甘肃 礼县 742200;

3. 甘肃省农业科学院 林果花卉研究所, 甘肃 兰州 730070)

摘要:以陇南山区 16 年生乔化密植“红富士”苹果为试材, 研究了不同提高主干处理对树体叶片净光合效率、有效相对光照强度比例、果实产量和品质的影响。结果表明: 当主干提升高度 ≤ 100 cm 时, 随着主干提升高度的增大, “红富士”苹果的叶片净光合效率、有效相对光照强度比例、果实产量和品质显著提高; 主干提升高度 > 110 cm 时, 随着提升高度的增加, 叶片净光合效率、有效相对光照强度比例、果实品质略有增加趋势, 但差异不显著。而果实产量开始显著减少; 确定出甘肃陇南山区成龄乔砧“红富士”苹果栽培中, 密度为 $3\text{ m} \times 4\text{ m}$ 的果园, 盛果期树干高为 $100 \sim 110$ cm 是比较理想的优质栽培指标。

关键词:提高主干; “红富士”苹果; 光合效率; 产量; 品质

中图分类号:S 661.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)03-0009-04

目前, 我国 80% 的乔化成年苹果树体存在主干过低、枝量偏多、树冠郁闭、通风透光差、内膛光照恶化、管理困难、果实品质下降、大小年现象明显^[1-3]等严重问题, 甘肃陇南山区“红富士”苹果生产也有同样的情况。提高主干是苹果密闭果园改造中常用的主要方式之一, 不同地区苹果树体适宜的主干高度并不相同。为此, 该研究立足甘肃陇南山区, 以 16 年生“长富二号”为试材, 通过不同提高主干试验, 研究了不同处理对树体净光合效率及果实产量品质的影响, 旨在为陇南山区成龄乔化密植“红富士”苹果园提高果实品质、保持果园连续优质丰产等技术措施提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试“红富士”品种为“长富二号”, 砧木为山定子, 1995 年定植, 株行距 $3\text{ m} \times 4\text{ m}$, 树形为自由纺锤形, 干高 $40 \sim 50$ cm, 树高 3.5 m 左右。授粉品种为“金冠”。土壤为沙壤土, 果园采用树下起垄覆黑色地膜措施, 没有灌溉条件, 管理水平较高, 果实全部套袋。

1.2 试验方法

试验在甘肃省礼县盐官镇王城村试验园中进行。2011 年春季, 选取树势中庸的树体作为试材进行提高主干试验, 提升高度设为 3 个处理, 分别为 $70 \sim 80$ 、 $100 \sim 110$ 、 $130 \sim 140$ cm, 每个处理随机选 10 株树。以未处理的树为对照, 共 30 株以上。果园其它管理措施相同。

1.3 项目测定

2012、2013 年, 每处理随机选择 3 株大小基本一致的树体株体进行调查。参照魏钦平等^[4]的试验方法, 以树干为中心, 用竹竿和细绳将树冠分成 $0.5\text{ m} \times 0.5\text{ m} \times 0.5\text{ m}$ 的立方体。每年 2 月中旬统计每个立方体内枝类组成以及花芽量。6 月中旬、8 月上旬, 利用美国产 LI-6400 型便携式光合测定仪测定距地面 $150 \sim 160$ cm 处树冠外围东南方向叶片净光合速率、气孔导度、细胞内 CO_2 浓度和蒸腾速率。6 月中旬、9 月下旬, 选择典型晴天, 利用 TES 型相对照度计, 测定每个立方体 4 个不同时间点(8:30、11:30、14:30、16:30)的相对光照强度。9 月下旬统计每个立方体内枝类组成、果实个数、果实单果质量(精度 1% 的电子天平)、可溶性固形物含量(手持式折光糖度计)、可滴定酸含量(NaOH 中和滴定法)、硬度(GY-1 型果实硬度计)和着色面积。

2 结果与分析

2.1 不同主干提升高度对“红富士”苹果 1 年生枝数量和花芽量的影响

由表 1 可以看出, 与对照相比, 随着主干提升高度

第一作者简介:赵彦生(1963-), 男, 本科, 高级农艺师, 现主要从事苹果栽培研究及示范推广等工作。

责任作者:牛军强(1976-), 男, 本科, 副研究员, 现主要从事苹果栽培与生理等研究工作。E-mail: niujq222@sina.com

收稿日期:2014-09-09

的增加,树体1年生枝量明显减少。当主干提升高度分别为70~80、100~110、130~140 cm时,667 m²枝量由对照的14.40万依次减少到12.99万、9.38万和6.89万,可见提高主干可以显著减少树体枝量;在一定范围内,随着主干提升高度的增加,长枝比例减少,中枝、短枝比

例增加,说明提高主干也可以改变树体枝类组成比例;同时可以看出,随着主干提升高度的增加,树体花芽量出现先增后减的趋势,当提高主干高度为100~110 cm时,树体花芽量最大为878个。

表1 不同主干提升高度的树体枝量、枝类比和花芽数量比较

Table 1 The compare of the quantity of branches, ratio of branch types and flower buds of different treatments

主干提升高度 Height of improving main trunk/cm	1年生枝数量 Quantity of 1 year old branch		1年生枝各枝类百分比 Type percentage of 1 year old branch/%			花芽量 Bud quantity /个
	枝量	667 m ² 枝量	长枝	中枝	短枝	
	Branch quantity/(个·株 ⁻¹)	Branch quantity per 667 m ² /万个	Long branch	Middle branch	Short branch	
70~80	2 361	12.99	16.8	25.4	57.8	869
100~110	1 705	9.38	13.5	26.2	60.3	878
130~140	1 253	6.89	9.2	30.1	60.7	783
对照 Control(40~50 cm)	2 618	14.40	18.6	24.1	57.3	846

2.2 不同处理对“红富士”苹果叶片光合效率的影响

由表2可以看出,与对照相比,提高主干均能提高“红富士”苹果的叶片净光合速率、气孔导度、蒸腾速率;与提干高度110~110 cm相比,当主干提升高度≤100 cm时,随着主干提升高度的增大,叶片净光合速率、气孔导

度、蒸腾速率均显著增加。当主干提升高度>110 cm时,随着主干提升高度的增大,叶片净光合速率、气孔导度、蒸腾速率均虽略有增加,并无显著差异。可见,当主干提升高度为100~110 cm时,树体叶片净光合速率、气孔导度、蒸腾速率基本已达最佳。

表2 不同主干提升高度的“红富士”苹果树的光合特性比较

Table 2 The compare of photosynthetic characteristics of different treatments

主干提升高度 Height of improving main trunk /cm	净光合速率 Net photosynthetic rate /(μmol·m ⁻² ·s ⁻¹)	气孔导度 Stomatal conductance /(mol·m ⁻² ·s ⁻¹)	胞内CO ₂ 浓度 Intracellular CO ₂ concentration /(CO ₂ μmol·mol ⁻¹)	蒸腾速率 Transpiration rate /(mmol·m ⁻² ·s ⁻¹)
70~80	14.779 b	0.22276 b	273.8 a	0.0087 b
100~110	15.602 a	0.24862 a	269.1 c	0.0092 a
130~140	16.071 a	0.25163 a	272.3 b	0.0093 a
对照 Control(40~50 cm)	13.083 c	0.20137 c	274.2 a	0.0085 bc

注:不同小写字母表示差异显著 $P<0.05$ 。下同。

Note: Different lowercase letters show significant difference at $P<0.05$. The same below.

2.3 不同处理对“红富士”苹果树体相对光照强度的影响

表3表明,在一定范围内,随着主干提升高度的增加,<20%和<30%的相对光照强度比例均依次减小,>30%的有效相对光照强度比例依次增大。当主干提升高度>110 cm时,随着主干提升高度的增加,<30%和>30%的相对光照强度比例虽有改变,但并无显著差异。与对照相比,3种主干提升高度处理的树体有效相

对光照强度均显著高于对照。可见提升主干可以提高乔化“红富士”苹果树体有效相对光照强度比例,降低无效相对光照强度比例。

2.4 不同处理对“红富士”苹果果实品质和产量的影响

由表4可以看出,在主干高度一定范围内,随着主干提升高度的增加,果实可溶性固形物含量、着色指数随之增加,可是当主干提升高度为100~110 cm和130~140 cm时,2个处理的果实可溶性固形物含量、着色指数并无显著差异;随着干高的增加,果实单果重、株产量、667 m²产量出现先增后减的趋势,不同主干提升处理中,主干提升高度为100~110 cm时的果实单果重、株产、667 m²产量最高为2 948 kg,分别为对照、70~80 cm和130~140 cm的667 m²产量的1.51、1.40、1.69倍;果实硬度、可滴定酸含量在不同处理及对照之间没有显著差异,说明主干提升高度对“红富士”苹果果实硬度、可滴定酸含量无显著影响。综合产量和果实品质指标,陇南地区最佳的主干提升高度应为100~110 cm。

表3 不同主干提升高度的“红富士”苹果树冠内相对光强比例比较

Table 3 The compare of proportion relative radiation of different treatments

主干提升高度 Height of improving main trunk/cm	相对光强				
	<20%	<30%	30%~59%	60%~80%	>80%
70~80	6.12 b	20.23 b	54.86 b	14.35 b	10.56 b
100~110	1.18 c	8.23 c	63.12 a	16.50 a	12.15 a
130~140	0.93 c	6.28 cd	64.45 a	16.86 a	12.41 a
对照 Control(40~50 cm)	14.26 a	38.67 a	42.18 c	11.03 c	8.12 c

表 4

不同主干提升高度的“红富士”苹果果实品质、产量比较

Table 4

The compare of quality and yield of different treatments

主干提升高度 Height of improving main trunk/cm	单果重 Single fruit weight /g	硬度 Hardness /(kg·cm ⁻²)	可溶性固形物含量 Soluble sugar content /%	可滴定酸含量 Titratable acid content /%	着色指数 Coloring index /%	株产量 Yield per plant /kg	667 m ² 产量 Yield of 667 m ² /kg
70~80	193.1 c	7.8 a	14.2b	0.31 a	76.2 b	38.2 b	2 101 b
100~110	229.5 a	7.7 a	14.5a	0.32 a	91.3 a	53.6 a	2 948 a
130~140	210.2 b	7.9 a	14.6a	0.32 a	93.6 a	31.7 d	1 743 d
对照 Control(40~50 cm)	179.3 d	7.8 a	13.8c	0.31 a	68.3 c	35.4 c	1 947 c

3 结论与讨论

在苹果生产由产量向质量转化的阶段,提高苹果品质、增强在国内外市场的竞争力是苹果生产的首要任务。该研究探索不同主干提升高度对甘肃陇南山区乔化“红富士”苹果树体净光合效率及果实产量品质等方面的影响,结果表明,以 3 m×4 m 栽植的乔化“红富士”苹果,成龄树干高度≤100 cm 时,采用提高主干措施,可以显著提高树体叶片净光合效率、树冠有效相对光照强度比例、果实产量及品质。

提高主干还可以显著减小树体枝量,调整树体枝类组成结构。试验发现,当主干提升高度为 100~110 cm 时,树体 667 m² 枝量由对照的 14.40 万减少到 9.38 万,基本接近有关专家提出的果园最佳 667 m² 枝量^[5-7]。孙志鸿等^[8]通过统计分析认为,苹果树体最佳利用光能的长枝比例为 10.91%,当主干提升高度为 100~110 cm 时,长枝比例由对照的 18.6%下降到 13.5%,可见此时长枝比例更趋合理。

当主干提升高度>110 cm 时,随着主干提升高度的增加,叶片净光合效率、有效相对光照强度比例、果实品质略有增加趋势,但差异不显著。而果实产量开始显著减小。试验表明,当树体主干提升高度达到 100~110 cm 时,果实产量最大,667 m² 产量为 2 948 kg,分别为对照、70~80 cm 和 130~140 cm 的 667 m² 产量的 1.51、1.40、1.69 倍。原因之一是主干提升高度为 100~110 cm 时,与对照及其它处理相比,果园 667 m² 枝量比较适当,枝类组成比例比较合理;其二是主干提升高度为 100~110 cm 时,叶片净光合效率、有效相对光照强度比例已

趋最大。而对照和 70~80 cm 时的 667 m² 枝量过多,长枝比例过大,叶片净光合效率低下、有效相对光照强度比例小,故树体生产的果实数量较少,重量较轻,总产量必然较低。而 130~140 cm 时 667 m² 枝量过少,说明树体结果总枝量也就过少,导致树体结果量过少。同时长枝比例过小,表明树势比较衰弱,导致果实单果重降低。最终必然导致总产量降低。

综合试验结果,可以确定出甘肃陇南山区乔化成龄“红富士”苹果树,株行距为 3 m×4 m 时,盛果期干高 100~110 cm 是比较理想的栽培指标,与牛军强等^[9]的结论完全一致。

参考文献

- [1] Wertheim S J, Wagenmakers P S, Bootsma J H, et al. Orchard systems for apple and pear: conditions for success[J]. Acta Horticulturae, 2001, 557: 209-227.
- [2] Buler Z, Mika A, Treder W, et al. Influence of new training systems of dwarf and semidwarf apple trees on yield, its quality and canopy illumination[J]. Acta Horticulturae, 2001, 557: 253-259.
- [3] 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.
- [4] 魏钦平, 鲁韧强, 张显川, 等. 富士苹果高干开心形光照分布与产量品质的关系研究[J]. 园艺学报, 2004, 31(3): 291-296.
- [5] 吴光林. 果树生态学[M]. 北京: 农业出版社, 1992: 68-79.
- [6] 张建军, 马希满, 杜纪壮, 等. 红富士苹果新梢及叶与果实品质的关系[J]. 中国果树, 1994(3): 15-17.
- [7] 束怀瑞. 果树栽培生理学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1993: 152-162.
- [8] 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.
- [9] 牛军强, 马明, 尹晓宁, 等. 乔化密植红富士苹果园改造试验[J]. 中国果树, 2010(6): 23-25.

Effect of Different Improving Stem on the Photosynthetic Efficiency and Yield and Quality of ‘Red Fuji’ Apple Trees

ZHAO Yan-sheng¹, WEN Ping², LIU Xing-lu³, NIU Jun-qiang³

(1. Institute of Apples of Lixian, Lixian, Gansu 742200; 2. Station of Horticulture of Lixian, Lixian, Gansu 742200; 3. Institute of Fruit Flowers, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou, Gansu 730070)

Abstract: Taking ‘Red Fuji’ apple trees of 16-year-old as test materials, the effect of different improving stem on the net photosynthetic efficiency, effective relative light intensity, yield and quality were studied. The results showed when the height of stem was ≤100 cm, with the increasing of stem height that ‘Red Fuji’ apple’s net photosynthetic efficiency,

盐胁迫对油葵种子萌发及内源激素含量的影响

王 鹏^{1,2}, 马 玲 玲², 陈 雨², 张 振 宇², 李 林 芳², 李 亚^{1,2}

(1. 江苏省盐土生物资源研究重点实验室, 江苏 盐城 224002; 2. 江苏省中国科学院植物研究所, 江苏 南京 210014)

摘 要:油葵是我国重要的油料作物之一,具有耐盐性强的优点。种子萌发期是油葵发育的第一个时期,在其整个生活史中占有重要的地位,而对其耐盐性的研究目前还较少。该研究通过对‘DW2177’、‘DW667’、‘高油1号’和‘新葵10号’等国内外4个油葵品种萌发期耐盐性的评价,发现了耐盐性最高的油葵品种‘新葵10号’;利用HPLC技术对其不同盐浓度下的萌发期内源激素含量进行了分析。结果表明:在内源激素调控油葵耐盐性上,GA₃在低盐浓度时发挥作用而ABA在高盐浓度时发挥作用;IAA在调节油葵耐盐性方面发挥着核心的作用。

关键词:油葵;盐胁迫;激素;高效液相色谱

中图分类号:S 565.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)03-0012-04

油葵(*Helianthus annuus*)属菊科(Asteraceae)向日葵属(*Helianthus*)集观赏性、油用和药用等经济价值于一体的一种植物。油葵原产北美,目前世界各地都有种植,是我国第四大油料作物。油葵同时还具有抗逆性强、适应性广、生育期短、产量稳定的优点,是用于开发盐碱地和生物治理盐碱地的首选作物之一^[1]。

作为痕量信号的植物内源激素与植物耐盐性的关系一直是植物抗盐机理研究的主要内容。植物的内源激素包括生长素(IAA)、脱落酸(ABA)、赤霉素(GA₃)等,其中ABA是植物抗盐生理机制研究中的热点。在盐胁迫后植物激素反应往往不是一种激素,而是多种激

素通过相互协同和拮抗作用对植物生长发育起调控作用,即激素的平衡效应^[2-5]。吴锡冬等^[6]研究发现NaCl胁迫条件下,外施ABA能降低玉米叶片的净光合速率而导致过刺激发能的增多,但是ABA提高了盐胁迫叶片的光化学猝灭(qP),增强了热耗散(NPQ)能力,减少了过刺激发能的积累,从而减轻了盐胁迫造成的光抑制。此外盐胁迫条件下ABA还能诱导玉米叶片脯氨酸含量增加,提高玉米的渗透调节能力。华春等^[7]研究了外源GA₃对不同浓度的盐胁迫下北美海蓬子种子萌发及幼苗生长的影响,表明在外源GA₃处理下,北美海蓬子幼苗中脯氨酸的含量高于单盐处理,而可溶性蛋白质含量影响不大;抗氧化酶活性、O₂⁻产生速率值和MDA值低于单盐处理,说明外源GA₃可以加强北美海蓬子自身抗胁迫能力,其主要是通过增加体内的脯氨酸含量起作用。Zolla等^[8]研究发现盐胁迫通过调控生长素浓度梯度和再分配影响拟南芥的侧根数、侧根和初生根生长及根的生长方向,而初生根伸长、侧根发育、根的向重力性改变等是植物规避高盐危害的一种较重要的适应策略。

内源激素在植物体内含量甚微,分析时属痕量分析,分离时容易被破坏,给激素的分离测定带来一定的

第一作者简介:王鹏(1981-),男,山东邹平人,博士,助理研究员,研究方向为观赏植物分子遗传学。E-mail:wp280018@163.com.

责任作者:李亚(1969-),男,安徽颍上人,博士,研究员,现主要从事园林植物等研究工作。E-mail:yalicnbg@aliyun.com.

基金项目:江苏省盐土生物资源研究重点实验室开放课题资助项目(JKLBS2013004);江苏省科技公共服务平台资助项目(BM2012058);国家自然科学基金青年基金资助项目(31200509);江苏省自然科学基金青年基金资助项目(BK2012377)。

收稿日期:2014-09-09

effective relative light intensity, yield and quality significantly increased; When the height of stem was >110 cm, with the increasing of stem height that the net photosynthetic efficiency, effective relative light intensity and quality had a slight increase but no significant differences and the yield began to decrease. When the density was 3 m×4 m, that the stem height of full fruit period apple was 100—110 cm was a good index of cultivation of adult ‘Red Fuji’ apple cultivation in the Longnan mountainous area of Gansu.

Keywords: improving stem; ‘Red Fuji’ apple; photosynthetic efficiency; yield; quality