

苹果不同角度结果枝组对果实品质与叶片 营养物质含量的影响

李宏建, 刘 志*, 徐贵轩, 王 宏, 宋 哲, 何明莉, 张春波

(辽宁省果树科学研究所, 辽宁 熊岳 115009)

摘要: 以乔化福岛短枝富士苹果树为试验材料, 研究不同方位结果枝组对果实品质和叶片营养的影响。结果表明, 处理Ⅲ($91^{\circ}\sim 180^{\circ}$)结果枝组着生果实的单果质量、可溶性固形物、可溶性总糖含量和着色指数等理化指标高于其他处理, 叶片净光合速率较高, 同化光合产物较快, 叶片积累矿质元素、单叶鲜质量、叶片厚度、叶绿素含量等性状优于其他处理。相关性分析认为, 果实硬度与单叶鲜质量、叶绿素含量、叶片净光合速率均呈极显著正相关, 相关系数分别为 1.00、1.00、0.99; 果实单果质量与叶片厚度呈极显著正相关, 与叶绿素含量呈显著正相关, 相关系数分别为 1.00 和 0.98; 果实维生素 C 含量与叶片厚度呈显著正相关, 相关系数为 0.98。

关键词: 苹果; 结果枝组; 果实; 品质

中图分类号: S661.1 文献标志码: A 文章编号: 1004-3268(2013)11-0114-04

Effect of Different Yielding Shoot Group Angle on the Branch Nutrients and Fruit Quality of Apple

LI Hong-jian, LIU Zhi*, XU Gui-xuan, WANG Hong, SONG Zhe, HE Ming-li, ZHANG Chun-bo
(Liaoning Fruit Research Institute, Xiongyue 115009, China)

Abstract: In this paper, we studied the effects of different angle of yielding shoot group on fruit quality and leaf nutrient, using vigorous Fuji as materials. The results showed that the indicators of fruit quality, soluble solids, total soluble sugar and coloring index were higher when the fruit on yielding shoot group was in treatment Ⅲ ($91^{\circ}\sim 180^{\circ}$). Moreover, in treatment Ⅲ leaf net photosynthetic rate was higher, photosynthetic products assimilated faster, and the accumulation of mineral elements in leaves, single leaf fresh weight, leaf thickness, chlorophyll content, and other traits were better than with other treatments. Correlation analysis showed that hardness and leaf fresh weight, leaf chlorophyll content and net photosynthetic rate were positively correlated, with the correlation coefficients of 1.00, 1.00 and 0.99; the fruit weight was positively correlated to leaf thickness and significantly with the chlorophyll content, with the correlation coefficients of 1.00 and 0.98; the fruit Vc content was positively correlated to leaf thickness with the correlation coefficient of 0.98.

Key words: apple; yielding shoot group; fruit; quality

枝组是苹果树体结构中重要的组成部分,也是果树生长发育和结果的最基本单位,良好的结
果枝组与果树的长势、树冠扩展和花芽形成密切相关,是树体持续稳定生产优质果品的关键,对果

收稿日期: 2013-06-20

基金项目: 现代农业产业技术体系建设专项资金资助项目(CARS-28); 辽宁省科技攻关项目(2011204001)

作者简介: 李宏建(1982-), 男, 辽宁鞍山人, 助理研究员, 硕士, 主要从事苹果栽培技术推广和生理生化研究。

E-mail: 5lihongjian@163.com

* 通讯作者: 刘 志(1968-), 男, 辽宁朝阳人, 研究员, 博士, 主要从事苹果育种研究。E-mail: lnliuzhi@163.com

树的产量和品质有重要影响^[1]。在栽培生产中成龄结果树枝组分布较为复杂,过多地保留直立枝组会使树体发生郁闭,生产出的果品着色差、果型不端正,无法满足市场需求。如何培养结果枝组,并确定合理的枝组角度分布,充分利用光照条件,并生产出优质的果品变得尤为重要。在以往的研究中,关于不同拉枝角度对苹果幼树生长和果实品质的研究进行了一些报道^[2-4],而关于成龄结果树结果枝组角度的分布对果实品质和叶片营养物质含量的影响未见报道,鉴于此,研究富士成龄苹果树不同方位结果枝组对果实品质和叶片生理特性的影响,以确定富士成龄苹果树适宜的结果枝组角度,建立科学合理的果枝空间分布结构,获得高产优质果品,为苹果栽培生产和科研工作者提供理论参考和依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料

试验在辽宁省果树科学研究所苹果栽培试验区进行,以乔化福岛短枝富士(基础山定子)为试验材料,树形为改良纺锤形,树势均匀,该园 1996 年建园,面积为 1 hm²,栽植密度为 3.0 m×4.0 m,土质为壤土,有机质含量 11 g/kg 左右,有灌溉条件,管理基本一致。

1.2 试验方法

1.2.1 处理设置 试验于 2006 年春季进行培养枝组处理,选择生长势均匀相似、负载量较一致的苹果树 9 株,在每株树的同一方位和高度选择基部粗细均匀相当的 1 个主枝,在主枝上分别选取直立枝条(0°~45°,处理 I)、平斜枝条(46°~90°,处理 II)和下垂的枝条(91°~180°,处理 III)培养结果枝组作为处理,每个处理重复 3 次。

1.2.2 果实理化指标的测定 2009 年秋季在试验树上随机采摘大小均匀、成熟度一致的果实,运回实验室,测定果实理化指标。果实硬度和可溶性固形物含量分别用 GY-1 型硬度计和 DR-103 型电子糖量仪测定;果实可滴定酸和可溶性总糖含量分别用

用酸碱滴定法和蒽酮比色法测定;维生素 C(Vc)含量采用 2,6-二氯酚酚滴定法测定;果实着色指数分 5 级:0 级果面不着色,1 级果面着色 1%~30%,2 级果面着色 30.1%~60%,3 级果面着色 60.1%~90%,4 级果面着色 90.1%以上,着色指数=Σ(各级果数×级数)/总果数;花青苷含量的测定参考全月澳等^[5]的方法。

1.2.3 叶片理化指标的测定 叶片光合特性参数用美国 Li-cor 公司生产的 Li-6400P 型便携式光合仪进行测定。随机采处理枝条上基部粗度、长度基本相同的新梢中部第 6、7、8 完整无损叶片,每处理取 100 片,装入塑料袋带回实验室,测定叶片鲜质量、叶片厚度和叶绿素含量。将叶片于 105 ℃烘箱杀青 15 min,置 80 ℃烘箱烘 24 h 至恒定质量,测定叶片的单叶干质量和营养物质含量。以上理化指标各处理重复 3 次测定。

1.2.4 数据分析 数据采用 Excel 软件进行统计处理,差异显著性分析采用 DPS 数据分析软件。

2 结果与分析

2.1 不同角度结果枝组对果实品质的影响

由表 1 可见,果实单果质量随着枝组角度的增加而呈现增大的趋势,处理 III 单果质量最大,为 297 g,与其他各处理间差异极显著,处理 I 和处理 II 间差异不显著;处理 III 果实纵、横径和果形指数高于其他各处理,各处理间差异极显著;果实着色指数处理 III 最高,为 0.94,处理 I 和处理 II 分别为 0.89 和 0.86,各处理间差异极显著。

由表 2 可见,处理 III 果实硬度最高,为 8.59 kg/cm²,处理 I 果实硬度最低,各处理间差异极显著;处理 III 果实可溶性固形物和可溶性总糖含量最高,其次为处理 I,处理 II 最低,各处理间差异极显著;处理 II 果实可滴定酸含量最高,其次为处理 I,处理 III 最低;处理 III 果实 Vc 和花青苷含量高于其他各处理,分别为 59.2 mg/kg 和 5.128 nmol/g,其次为处理 I,处理 II 最低,分别为 27.0 mg/kg 和 3.886 nmol/g,各处理间差异极显著。

表 1 不同角度结果枝组对果实外观品质的影响

处理	单果质量/g	果实纵径/cm	果实横径/cm	果形指数	着色指数
I	238bB	6.77bB	8.33cC	0.813bB	0.89bB
II	241bB	6.68bB	8.40bB	0.795cC	0.86cC
III	297aA	7.34aA	8.88aA	0.827aA	0.94aA

注:同列数据后标不同小写字母者表示差异显著($P<0.05$),不同大写字母者表示差异极显著($P<0.01$),下表同。

表 2 不同角度结果枝组对果实内在品质的影响

处理	硬度/ (kg/cm ²)	可溶性 固形物含量/%	可溶性 总糖含量/%	可滴定酸 含量/%	Vc 含量/ (mg/kg)	花青苷含量/ (nmol/g)
I	7.90cC	13.50bB	12.23bB	0.39bB	30.6bB	4.725bB
II	8.12bB	12.03cC	11.01cC	0.44aA	27.0cC	3.886cC
III	8.59aA	15.37aA	13.53aA	0.36cC	59.2aA	5.128aA

2.2 不同角度结果枝组对叶片营养物质含量的影响

由表 3 可见,处理 III 单叶鲜质量和叶片厚度均高于其他各处理,分别为 1.327 g 和 268.45 μm ,与其他各处理间差异极显著,其次为处理 II 和处理 I,

两者间差异不显著;比较分析叶片单叶干质量和叶绿素含量,处理 III 最高,分别为 0.565 g 和 3.647 mg/g,其次为处理 II,处理 I 最低,分别为 0.372 g 和 3.318 mg/g,各处理间差异极显著。

表 3 不同角度结果枝组对叶片质量的影响

处理	单叶鲜质量/g	单叶干质量/g	叶绿素含量/(mg/g)	叶片厚度/ μm
I	0.932bB	0.372cC	3.318cC	239.62bB
II	1.082bB	0.465bB	3.406bB	242.87bB
III	1.327aA	0.565aA	3.647aA	268.45aA

由表 4 可见,处理 III 叶片净光合速率和气孔导度高于其他处理,与各处理间差异极显著,其次为处理 II,处理 I 最低,分别为 8.95 mmol/(m²·s)和 2.06 mmol/(m²·s),处理 II 和处理 I 净光合速率

差异显著,未达到极显著水平,而气孔导度差异极显著;胞间 CO₂ 浓度各处理间差异不显著;处理 I 蒸腾速率最高,与处理 II 间差异显著,与处理 III 间差异极显著,处理 II 和处理 III 间差异极显著。

表 4 不同角度结果枝组对叶片光合特性的影响

处理	净光合速率/ [mmol/(m ² ·s)]	气孔导度/ [mmol/(m ² ·s)]	胞间 CO ₂ 浓度/ (mmol/mol)	蒸腾速率/ [mmol/(m ² ·s)]
I	8.95cB	2.06cC	356.28a	3.174aA
II	9.92bB	2.63bB	353.65a	2.995bA
III	11.23aA	2.94aA	352.43a	2.626cB

由表 5 可见,处理 II 叶片 N 和 P 元素的含量最高,分别为 2.49%和 0.168%,与其他各处理间差异极显著,处理 I 和处理 III 间 N 元素差异极显著,而 P 元素差异不显著;处理 III 叶片 K 和 Ca 元素的含量高于其他处理,其次为处理 II,最低为处理 I,叶片 K 元素处理 II 和处理 III 间差异显著,与处理 I 差

异极显著,叶片 Ca 元素各处理间差异极显著;叶片 Mg 元素处理 I 和处理 III 差异不显著,与处理 II 间差异极显著;叶片 Fe、Zn 和 Mn 元素处理 III 最高,与其他各处理间差异极显著,其次为处理 II,处理 I 最低,叶片 Fe 元素各处理间差异极显著,叶片 Zn 元素处理 I 和处理 II 间差异不显著。

表 5 不同角度结果枝组对叶片矿质元素含量的影响

处理	N/%	P/%	K/%	Ca/%	Mg/%	Fe/(mg/L)	Zn/(mg/L)	Mn/(mg/L)
I	2.37bB	0.147bB	0.33cB	1.75cC	0.35aA	276.67cC	22.63bB	100.00cB
II	2.49aA	0.168aA	0.43bA	1.90bB	0.23bB	303.33bB	23.33bB	103.33bB
III	2.30cC	0.151bB	0.45aA	2.15aA	0.34aA	343.33aA	30.00aA	136.67aA

2.3 不同角度结果枝组叶片营养物质含量与果实品质之间的相关性

由表 6 可见,果实可滴定酸与叶片营养物质含量均呈负相关性;果实硬度与单叶鲜质量、叶绿素含量、

叶片净光合速率呈极显著正相关,相关系数分别为 1.00、1.00、0.99;果实单果质量与叶片厚度呈极显著正相关,与叶绿素含量呈显著正相关,相关系数分别为 1.00 和 0.98,与单叶鲜质量、干质量、叶片净光合速率

呈正相关,相关系数为别为 Q 94、Q 90、Q 92;果实可溶性固形物含量与叶片营养物质含量间均呈正相关;果实 Vc 含量与叶片厚度呈显著正相关,相关系数为 Q 98,与其他叶片营养物质含量间均呈正相关;果实着色指数与叶片营养物质含量间均呈正相关,与叶绿素含量、叶片厚度相关系数分别为 Q 80、Q 89。

表 6 不同角度结果枝组叶片营养物质含量与果实品质之间的相关系数

项目	单果质量	硬度	可溶性固形物	可滴定酸	Vc	着色指数
单叶鲜质量	0.94	1.00**	0.67	−0.50	0.88	0.72
单叶干质量	0.90	0.98*	0.58	−0.39	0.82	0.63
叶绿素含量	0.98*	1.00**	0.75	−0.60	0.93	0.80
叶片厚度	1.00**	0.98*	0.85	−0.72	0.98*	0.89
净光合速率	0.92	0.99**	0.63	−0.45	0.86	0.68

注: * 表示差异显著 ($P<0.05$), ** 表示差异极显著 ($P<0.01$)。

3 讨论

植物器官的形态结构与其生长环境和生理功能密切相关,其组织结构对外界生存环境的反应最为敏锐,在长期外界生态因素的影响下,叶片形态结构上会发生很大的变异性 and 可塑性^[6]。本研究发现,随着结果枝组角度的增加,叶片叶绿素含量、单叶鲜质量、叶片厚度和单叶干质量均呈现增加趋势。分析原因认为,由于枝组枝条角度的增大后,枝组间的光照条件得到了改善,叶片光合能力增强,积累营养物质较多,外运的碳水化合物相对较少,从而影响叶片的质量。另外,叶片净光合速率和气孔导度随着枝组角度的增大而增强,这与韩明玉等^[4]在拉枝角度对富士苹果树生理特性和果实品质的影响中研究结果基本一致。而叶片胞间 CO₂ 浓度和蒸腾速率随着枝组角度的增大而降低,分析原因认为,枝组角度的改变使树体内水分运输通道发生了改变,调节了养分运输分配的趋向性,叶片的光合效率得到提高,从而利于光合产物的形成^[7-8]。

本研究发现,随着结果枝组角度的增加,果实的单果质量、可溶性总糖和可溶性固形物等物质含量增加,这一结论与杜荣等^[2]研究结论一致。分析认为,结果枝组角度增加以后,枝内蒸腾液流呈单方向运输,运输速率减缓,枝内的生长素和类似 GA 等激素类物质含量减少,运输到叶片中的氮素营养减少,而碳水化合物输出量又相对减少,根据果树营养分配就近供应原则供给果实的氮素营养减少,而碳水化合物增加,从而提高了果实中的可溶性总糖和固形物等内含物质的含量^[9]。通过对叶片营养物质含量与果实品质之间相关性分析发现,果实硬度与单叶鲜质量、叶绿素含量和叶片净光合速率呈极显著正相关;果实单果质量与叶片厚度呈极显著正相关,与叶绿素含量呈显著正相关;果实可溶性固形物含

量和着色指数与叶片营养物质含量间均呈正相关。

另外,试验中发现下垂枝组着生的果实无过多枝条和叶片遮挡,果型比较端正,果型指数较高,果实光照充分,花青苷含量高,着色较好,下垂枝组叶片光合效率提高,制造的光合产物自留量多,叶片内积累的营养物质和矿质元素含量高,利于成花、结果。结合本试验结果,综合分析认为,改良纺锤形乔化福岛短枝富士树在生产中培养 91°~180°下垂的结果枝组,生产出的果实无论是果实质地还是果实品质都较好。

参考文献:

[1] 阮班录, 刘建海, 李丙智, 等. 不同修剪处理方法对苹果结果枝组生长和成花的影响[J]. 陕西农业科学, 2011 (4): 52-54.

[2] 杜荣, 曲俊贤, 赵增强, 等. 不同拉枝角度对嘎拉苹果叶片及果实产量和品质的影响[J]. 西北林学院学报, 2009, 24(2): 71-74.

[3] 李永武, 韩明玉, 范崇辉, 等. 不同拉枝角度对苹果果实品质的影响[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2006, 34(11): 157-159.

[4] 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.

[5] 全月澳, 周厚基. 果树营养诊断法[M]. 北京: 农业出版社, 1982: 112-115.

[6] 高鹤. 吉林省不同生态环境四种蔷薇科植物比较结构研究[D]. 长春: 东北师范大学, 2005: 46.

[7] 许利军. 苹果强拉枝及拉后的管理[J]. 西北园艺, 2004 (4): 13-14.

[8] 吴鲜亮, 何志爱, 杨勇. 拉枝对苹果梨幼树生长发育的影响[J]. 内蒙古农业科技, 2008(1): 54-55.

[9] 彭福田, 姜远茂. 不同产量水平苹果园氮磷钾营养特点研究[J]. 中国农业科学, 2006, 39(2): 361-367.