

# 不同间伐方式对苹果光合指标的影响

刘殿红, 刘国娟\*, 王闯, 徐宁, 刘敏, 孙晓慧 (聊城职业技术学院, 山东聊城 252000)

**摘要** [目的] 研究不同间伐方式对苹果叶片光合指标的影响。[方法] 以特拉蒙苹果为试材, 研究3种不同间伐方式对苹果叶片光合指标的影响。[结果] 不同间伐处理对净光合速率、胞间 CO<sub>2</sub> 浓度、羧化效率和水分利用效率的影响较大, 间伐处理各光合指标的季节变化均优于对照。隔行间伐更能提高果园的通透性, 其最高净光合速率达 11.30 μmol/(m<sup>2</sup>·s), 最高胞间 CO<sub>2</sub> 浓度为 127.46 μmol/mol, 最高羧化效率为 0.087 mol/mol, 最高水分利用效率为 6.12 μmol/mol。[结论] 该研究为进一步提高苹果栽培的优质丰产水平提供理论和实践依据。

**关键词** 苹果; 间伐方式; 光合指标

**中图分类号** S661.1 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)09-0039-02

## Effects of Different Thinning Methods on Apple Leaf Photosynthetic Indexes

LIU Dian-hong, LIU Guo-juan\*, WANG Chuang et al (Liaocheng Vocational and Technical College, Liaocheng, Shandong 252000)

**Abstract** [Objective] To study effects of different thinning methods on apple leaf photosynthetic indexes. [Method] Using "Telamon" apple as material, effects of different thinning methods on apple leaf photosynthetic indexes were studied. [Result] The net photosynthetic rate, the CO<sub>2</sub> concentration, the carboxylation efficiency and the water use efficiency of thinning methods were significantly higher than the control (CK). Interlaced thinning could improve the permeability of the orchard, the net photosynthetic rate was as high as 11.30 μmol/(m<sup>2</sup>·s), the CO<sub>2</sub> concentration was 127.46 μmol/mol, the highest carboxylation efficiency was 0.087 mol/mol, and the highest water use efficiency was 6.12 μmol/mol. [Conclusion] The results provide the theory and practice basis for improving high quality cultivation level of apple.

**Key words** Apple; Thinning methods; Photosynthetic indexes

我国是苹果生产大国<sup>[1]</sup>, 约占世界总产量的38%。随着人民生活水平的不断提高, 对苹果质量提出了更高要求, 给我国苹果产业的发展带来了前所未有的机遇和挑战。目前我国苹果生产现状是面积大、单产低、质量差、效益低<sup>[2-5]</sup>。造成该结果其中一个重要原因是苹果园郁闭<sup>[6]</sup>, 果园郁闭造成一系列如光照恶化、通风不良、病虫害滋生、低产劣质、难管理等问题<sup>[7]</sup>。

目前我国果园大部分是株行距较小的密植果园, 且大多数为永久密植果园, 因此在一定栽植密度下, 随着苹果树龄的增大, 树冠越来越大, 出现了树冠交叉郁闭、群体结构过密和通风透光不良的现象, 并严重影响了苹果产量和品质<sup>[8-10]</sup>。苹果栽培到一定年龄阶段, 必须改变原有树形结构, 采用一定的管理措施, 以达到稳定产量和提高品质的目的。国内外学者从1995年开始进行郁闭苹果园的改造研究, 并取得了重要的研究成果<sup>[11-13]</sup>, 但国内对间伐方面的研究局限在苹果产量、质量上。笔者对不同间伐方式对苹果光合指标的影响进行研究, 旨在为苹果密植园的合理改造、进一步提高苹果栽培的优质丰产水平提供理论和实践依据。

## 1 材料与方

**1.1 试验材料** 试验品种为特拉蒙苹果, 树龄12年, 生长势中庸。生长季节叶面积系数在4.2以上, 造成全园郁闭, 密不透风。树冠中下部枝条细弱, 成花少, 内膛果实着色差, 内在品质差, 大小年现象严重。树体大小失去控制, 果园郁闭严重。

**1.2 试验设计** 设计4个处理: ①隔行间伐。隔1行去1

行, 由株行距4 m×3 m变为8 m×3 m。②隔株间伐。在行内隔1株去1株, 由株行距4 m×3 m变为4 m×6 m。③行内间伐。行内隔3株去1株, 将株行距变为4 m×4 m。④对照。不间伐, 株行距4 m×3 m。采用随机取样法, 每间伐处处理选取生长势一致、树冠完整、大小相近的3株树。

**1.3 测定项目与分析** 隔月用便携式光合仪测定1次净光合速率(Pn)、蒸腾速率(Tr)和胞间CO<sub>2</sub>浓度(Ci), 并计算羧化效率(CE)和水分利用效率(WUE)。

## 2 结果与分析

**2.1 不同间伐处理对苹果净光合速率的影响** 由表1可知, 在生长季节, 各处理的净光合速率均不同程度地高于对照。随着种植密度的增大, 苹果净光合速率呈下降趋势。最低净光合速率出现在对照的9月, 为6.28 μmol/(m<sup>2</sup>·s), 最高出现在隔行间伐的9月, 达11.30 μmol/(m<sup>2</sup>·s)。各月行内间伐与对照差异不大, 隔行间伐和隔株间伐均明显高于对照, 比对照高2 μmol/(m<sup>2</sup>·s)以上。说明间伐处理改善了苹果树的通风透光条件, 提高了其净光合速率。

表1 不同间伐处理对苹果净光合速率的影响

Table 1 Effects of different thinnings on net photosynthetic rate of apple

处理 Treatment	6月 June	7月 July	8月 August	9月 September	10月 October
①	9.74	10.91	10.42	11.30	11.12
②	9.05	11.12	9.93	10.81	10.50
③	8.32	9.22	9.56	8.74	9.37
④(CK)	7.13	8.70	8.05	6.28	8.23

**2.2 不同间伐处理对苹果胞间CO<sub>2</sub>浓度的影响** 由表2可知, 同月不同间伐处理间, 随着果树密度的增大, 胞间CO<sub>2</sub>浓度呈上升趋势。各处理的胞间CO<sub>2</sub>浓度均不同程度地低于

**基金项目** 山东省星火计划项目“润太1号柱状苹果优质丰产栽培技术示范与推广”(2013XH14015)。

**作者简介** 刘殿红(1969—), 女, 山东聊城人, 副教授, 从事园艺植物生理研究。\* 通讯作者, 硕士, 从事园艺植物栽培养护研究。

**收稿日期** 2017-01-17

对照。最高胞间  $\text{CO}_2$  浓度出现在对照的9月,达  $162.25 \mu\text{mol}/\text{mol}$ ,最低胞间  $\text{CO}_2$  浓度出现在隔行间伐的10月,为  $127.46 \mu\text{mol}/\text{mol}$ 。各月行内间伐与对照差异不大,隔行间伐和隔株间伐均明显低于对照。

表2 不同间伐处理对苹果胞间  $\text{CO}_2$  浓度的影响

Table 2 Effects of different thinning treatments on  $\text{CO}_2$  concentration of apple

处理 Treatment	6月 June	7月 July	8月 August	9月 September	10月 October
①	135.34	135.70	137.28	137.80	127.46
②	139.58	136.31	136.96	138.17	130.56
③	146.98	144.60	141.51	145.82	140.66
④(CK)	152.23	150.37	142.79	162.25	146.55

2.3 不同间伐处理对苹果羧化效率的影响 由表3可知,在生长季节,各处理的羧化效率均不同程度地高于对照。同月不同处理间随着密度的增大,羧化效率呈下降趋势。最低羧化效率出现在对照的9月,为  $0.039 \text{ mol}/\text{mol}$ ,最高出现在隔行间伐的10月,达  $0.087 \text{ mol}/\text{mol}$ 。各月行内间伐与对照差异不大,隔行间伐和隔株间伐明显高于对照,均比对照高  $0.02 \text{ mol}/\text{mol}$  以上。

表3 不同间伐处理对苹果羧化效率的影响

Table 3 Effects of different thinning treatments on the carboxylation efficiency of apple

处理 Treatment	6月 June	7月 July	8月 August	9月 September	10月 October
①	0.072	0.080	0.076	0.082	0.087
②	0.065	0.082	0.073	0.078	0.080
③	0.056	0.064	0.068	0.060	0.067
④(CK)	0.047	0.058	0.056	0.039	0.056

2.4 不同间伐处理对苹果蒸腾速率的影响 由表4可知,各处理与对照之间的蒸腾速率差异不明显,且无明显的规律性,但8月的蒸腾速率明显高于其他月份,这可能与8月温度较高有关。最高蒸腾速率出现在行内间伐的8月,为  $3.67 \text{ mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 。

表4 不同间伐处理对苹果蒸腾速率的影响

Table 4 Effects of different thinning treatments on the transpiration rate of apple

处理 Treatment	6月 June	7月 July	8月 August	9月 September	10月 October
①	2.96	3.12	3.67	3.28	2.85
②	2.72	3.06	3.54	3.13	2.91
③	2.60	3.24	3.46	1.95	2.11
④(CK)	2.04	2.97	2.88	1.98	1.96

2.5 不同间伐处理对苹果水分利用效率的影响 由表5可知,各处理的水分利用效率均高于对照,且随着密度的减小

其水分利用效率升高。最低水分利用效率出现在对照的6月,为  $2.56 \mu\text{mol}/\text{mol}$ ,最高出现在隔行间伐的10月,达  $6.12 \mu\text{mol}/\text{mol}$ 。

表5 不同间伐处理对苹果水分利用效率的影响

Table 5 Effects of different thinning treatments on the water use efficiency of apple

处理 Treatment	6月 June	7月 July	8月 August	9月 September	10月 October
①	4.38	4.22	4.59	5.16	6.12
②	4.12	3.94	4.25	4.84	5.77
③	3.31	3.12	3.96	4.12	4.81
④(CK)	2.56	2.85	3.59	3.53	4.03

### 3 结论与讨论

果园间伐是密植园改善光照、提高品质最根本和最有效的方法。该研究发现,隔行间伐对苹果光合作用影响最大。间伐处理改善了苹果树通风透光条件,提高了其净光合速率。同期同植株叶片胞间  $\text{CO}_2$  浓度的高低与净光合速率的大小呈负相关,羧化效率与净光合速率呈正相关。在生长季节,各处理的净光合速率和羧化效率均不同程度地高于对照,而胞间  $\text{CO}_2$  浓度均不同程度地低于对照。各处理之间有随密度的增加,净光合速率和羧化效率降低、胞间  $\text{CO}_2$  浓度升高的趋势。各处理与对照之间的蒸腾速率差异不明显,且无规律性;水分利用效率与净光合速率、羧化效率基本一致。各间伐处理的光合指标均优于对照,但行内间伐与对照差别较小,说明过轻的间伐对改善光合效能作用较小。只有达到一定的间伐程度,才会对光合作用有利。

### 参考文献

- [1] 王艳花,霍学喜.我国苹果生产省际竞争力的综合评价[J].北方园艺,2012(16):207-210.
- [2] 田海成,韩明玉,李丙智,等.3种管理措施对红富士苹果生长发育及品质的影响[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2007,35(9):132-136.
- [3] 王志.葫芦岛地区郁闭红富士苹果园改造技术[J].中国果树,2010(2):41-42.
- [4] 王金政,薛晓敏,路超.苹果密闭园改造技术[J].落叶果树,2010,42(2):41-43.
- [5] 戴剑波.苹果郁闭园的形成及改造[J].云南农业,2007(10):14.
- [6] 李宗德,杨聚德.间伐和树形改造对红富士苹果郁闭园产量和品质的影响[J].中国果树,2007(2):39-41.
- [7] 刘新江,王明涛,陈玉玲,等.红富士苹果郁闭园间伐试验[J].北方园艺,2011(4):65-66.
- [8] 刘胜元,李师昌,孙学明.红富士苹果交接郁闭园改造管理技术[J].烟台果树,2000(3):44.
- [9] 李宗德,杨聚德.间伐和树形改造对红富士苹果郁闭园产量和品质的影响[J].中国果树,2007(3):39-41.
- [10] 苏新会,马锋旺.密闭果园间伐及改形修剪技术[J].北方园艺,2010(4):17-18.
- [11] 孙建设,马宝焜,章文才.富士苹果果皮色泽形成的需光特性研究[J].园艺学报,2000,27(3):213-215.
- [12] 吴军帅,董晓颖,段艳欣,等.苹果郁闭园不同间伐方式对果树群体结构和果实品质的影响[J].中国农学通报,2012,28(19):135-140.
- [13] 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.