

网络出版日期:2017-10-18

网络出版地址:http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1220.S.20171018.1733.018.html

桃树不同方位叶片光合能力与果实质地关系的研究

李永红,常瑞丰,王召元,张立莎,陈湖,徐金涛,韩继成,刘国俭

(河北省农林科学院 昌黎果树研究所,河北昌黎 066600)

摘要 研究桃树主干形和开心形冠内不同方位叶片光合特性与果实质地的关系。以7 a生‘大久保’为试材,以树干为中心,划分为不同的方位,在生长期测量每个方位叶片净光合速率(P_n)和叶绿素质量分数,果实采摘时测量不同部位果实的质构参数。结果表明:主干形桃树不同方位叶片 P_n 、叶绿素质量分数和质地特性差异显著,而开心形差异不显著。2种树形都表现为东北上层 P_n 、叶绿素和果实胶着性、咀嚼性高于其他方位,以西北下层最低,开心形桃树果实质地参数较为一致,且各部位果实的咀嚼性较高,果实成熟度一致性好。由相关性分析可以得出,叶绿素a、 P_n 与果实质地参数的相关性显著,初步认为,二者可以作为桃树果实质地优劣的评价指标之一。

关键词 桃树;主干形;开心形;净光合速率;叶绿素;果实质地

中图分类号 S713

文献标志码 A

文章编号 1004-1389(2017)10-1477-07

质构仪质地多方面分析(texture profile analysis, TPA)是近几年发展起来的一种新型测试方法,主要通过模拟人口腔的咀嚼运动,利用力学测试方法来模拟食物的质地感官,对于评价参数的设定更为客观,可全面反映食品的硬度、粘附性、弹性、内聚性和咀嚼性等,减小通过人口腔的主观评价带来的差异^[1]。树形与光合作用密切相关,其中净光合速率(P_n)是表征果树光合作用大小的直接指标,而 P_n 与树形及随树形变化的其他光合参数有密切关系,光合有效辐射强度变化、树冠不同区域的辐射分配形式及地面有效辐射强度都会对果实品质的形成造成直接影响^[2-11]。目前,国内外学者多集中在对果实常规品质参数与光合特性的关系研究^[12-13],对果实质构品质与 P_n 、叶绿素的关系的研究还未见报道。

本试验以栽培比较广泛的品种‘大久保’(*Prunus persica* L. ‘Okubo’)主干形和开心形2种树形为研究对象,分析其不同时期和方位 P_n 的特点、叶绿素与果实质构品质的关系等,为优质果的生产提供理论指导。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于2015年5—7月进行,在河北省农林科学院昌黎果树研究所孔庄试验示范基地桃园进行(39°45′N, 119°12′E),供试材料为‘大久保’,南北行向栽植,树龄为7 a生,株行距2 m×4 m,树形为主干形和开心形;砂壤土,灌水条件较好,管理水平比较高,常规管理,进行冬季和夏季修剪。

1.2 试验方法

P_n 的测定:单株小区,重复3次。以树干为中心将树冠分成上、下2层,每层分东北、东南、西北、西南4个方位,共标记8个点,分别于幼果期(5月)、硬核期(6月)和成熟期(7月)每月月中旬选择典型晴天,分9:00—11:30、14:30—17:00两个时间段,定点测定自然光照条件下的叶片 P_n ,阴雨天顺延。每点重复测定2次,结果取算术平均值。

叶绿素质量分数的测定:划分方法同上。单株小区,每单株8个采样点,重复3次。采样时间为7月下旬。使用乙醇浸提法提取叶片中的叶绿素,用上海凤凰公司生产的UV1901PC型紫外可

收稿日期:2016-06-30 修回日期:2016-07-25

基金项目:河北省省级预算项目(F17R06006);国家现代桃产业技术体系项目(ncytx-31);河北省农林科学院昌黎果树研究所青年科技基金(cgs-07)。

第一作者:李永红,女,助理研究员,从事果树栽培和育种方向的研究。E-mail:liyonghongpeng@126.com

通信作者:刘国俭,男,研究员,主要从事果树栽培和育种方向的研究。E-mail:277472052@qq.com

见分光光度计测定,每处理平行测定 3 次,取算术平均值。

果实质地的测定:于果实成熟期(7月下旬)采摘果实,重复 3 次。采用 CT3-4500 质构仪(Texture Profile Analysis,CID,USA)下 TPA 模式测量果实质构参数,参考高海生等^[14]的测定方法。选取硬度、粘性、内聚性、弹性、胶着性和咀嚼性作为质地评价参数,这些参数可直接由物性分析仪计算机分析软件计算得出。图 1 为 TPA 测试图谱。测试条件为:测试速度 1 mm/s,预测速度 2 mm/s,返回速度 1 mm/s,触发点负荷 10 g。

硬度以双峰曲线第 1 个峰的最大值表示;粘性以第 1 次压缩曲线达到零点到第 2 次压缩曲线开始之间曲线的负面积 3 表示;弹性以第 2 次压缩从起始到峰值的时间 t_2 与第 1 次压缩达到峰值的时间 t_1 的比值表示;内聚性指第 2 次压缩曲线的正面积 4 与第 1 次压缩曲线的正面积(面积 1+面积 2)的比值;胶着性以硬度与内聚性的乘积表示;咀嚼性以硬度与内聚性、弹性的乘积表示^[15]。

1.3 数据处理

用 Excel 2003 和 SPSS 20.0 软件对试验结果进行分析。

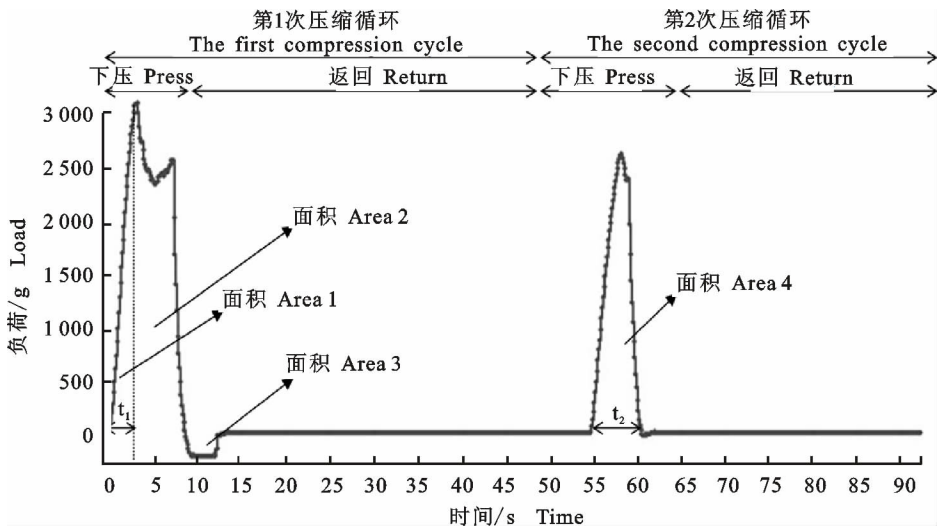


图 1 桃果实的 TPA 测试曲线图谱
Fig. 1 TPA test curve of peach fruit

2 结果与分析

2.1 2 种桃树树形不同方位叶片 P_n 的比较

由表 1 可以看出,在桃果实发育的不同时期,2 种树形不同方位叶片的 P_n 均有变化,主干形变化幅度较大,开心形变化幅度较小。主干形不同方位间 P_n 表现为东北上层最高,西北下层最低,且差异极显著;开心形虽也有类似的趋势,但差异不显著。

通过分析不同生长时期桃树主干形和开心形不同方位叶片的 P_n (图 2),主干形不同月份及方位 P_n 差异显著;而开心形相对于主干形不同月份及方位之间差异不显著。但二者都表现为东北上层的 P_n 优于其他方位,而西北下层的 P_n 低于其他方位。这与光照有直接的关系,树冠东北上层叶片受光性较好,果实 P_n 也较高,而西北下层光照减弱, P_n 也相应降低。

2.2 2 种桃树树形不同方位叶片叶绿素质量分数的比较

叶绿素是叶片重要的光合色素,从表 2 可以看出,主干形和开心形桃树不同方位叶片叶绿素质量分数不尽相同。主干形桃树叶片中叶绿素质量分数均表现为上层高于下层,东北上层最高,而西北下层最低;开心形上下层差距较小,整体表现为东北上层最高,西北下层最低。

2.3 2 种桃树树形不同方位果实质地差异的比较

通过质构仪测定果实的质构参数可以减小通过人口腔的主观评价带来的差异,更客观地反应果实品质的优劣。从表 3 可以看出,主干形桃树果实的粘性、内聚性、弹性、胶着性和咀嚼性均以西北下层最低,东南及东北上层最高,而果实硬度则相反,表现为西北下层最高,东南及东北方向上层最低,二者相差较大。在上层东南、东北、西南方向,主干形桃树果实在硬度、粘性、内聚性、胶着

表 1 不同月份及方位叶片净光合速率($\bar{x} \pm s$)
Table 1 Net photosynthetic rate in different position

树形 Training system	冠层方位 Canopy position	$P_n / (\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1})$				平均值 Average
		5月 May	6月 June	7月 July	平均值 Average	
主干形 Central leader form	东北上层 Northeast upper	9.30±0.76 Aa	11.32±1.17 aA	10.59±0.29 aA	10.40	
	东北下层 Northeast lower	6.53±1.55 deDE	9.88±1.17 abAB	6.77±0.54 bB	7.73	
	东南上层 Southeast upper	8.93±0.78 abAB	9.28±1.83 abcABC	9.81±0.12 aA	9.34	
	东南下层 Southeast lower	8.38±0.36 abcABC	9.60±1.84 abAB	10.23±1.06 aA	9.40	
	西北上层 Northwest upper	7.55±0.49 bcdBCD	6.03±1.03 dD	10.11±0.64 aA	7.90	
	西北下层 Northwest lower	5.43±0.09 eE	2.95±0.43 eE	5.99±0.64 bB	4.78	
	西南上层 Southwest upper	5.21±0.85 eE	8.72±0.52 bcBC	9.90±0.95 aA	7.94	
	西南下层 Southwest lower	7.23±0.23 cdCD	7.28±1.00 cdCD	6.79±0.42 bB	7.10	
开心形 Open central form	东北上层 Northeast upper	9.32±1.59 ab	9.38±0.25 a	10.03±1.45 a	9.58	
	东北下层 Northeast lower	8.50±0.40 ab	9.42±1.42 a	9.99±0.46 a	9.30	
	东南上层 Southeast upper	9.21±1.75 ab	9.91±0.64 a	10.02±0.96 a	9.71	
	东南下层 Southeast lower	9.69±1.52 a	9.62±0.51 a	9.16±0.12 ab	9.49	
	西北上层 Northwest upper	9.29±1.24 ab	9.74±0.06 a	9.82±1.42 a	9.62	
	西北下层 Northwest lower	6.77±1.82 b	8.57±1.39 a	7.62±0.77 b	7.65	
	西南上层 Southwest upper	9.99±1.38 a	9.22±0.12 a	9.87±1.49 a	9.69	
	西南下层 Southwest lower	8.08±0.75 ab	9.48±0.60 a	9.07±1.16 ab	8.87	

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$),不同大写字母表示差异极显著($P < 0.01$)。下同。

Note: Different lowercase letters in each column indicate significant difference ($P < 0.05$), different uppercase letters indicate extremely significant difference ($P < 0.01$). The same below.

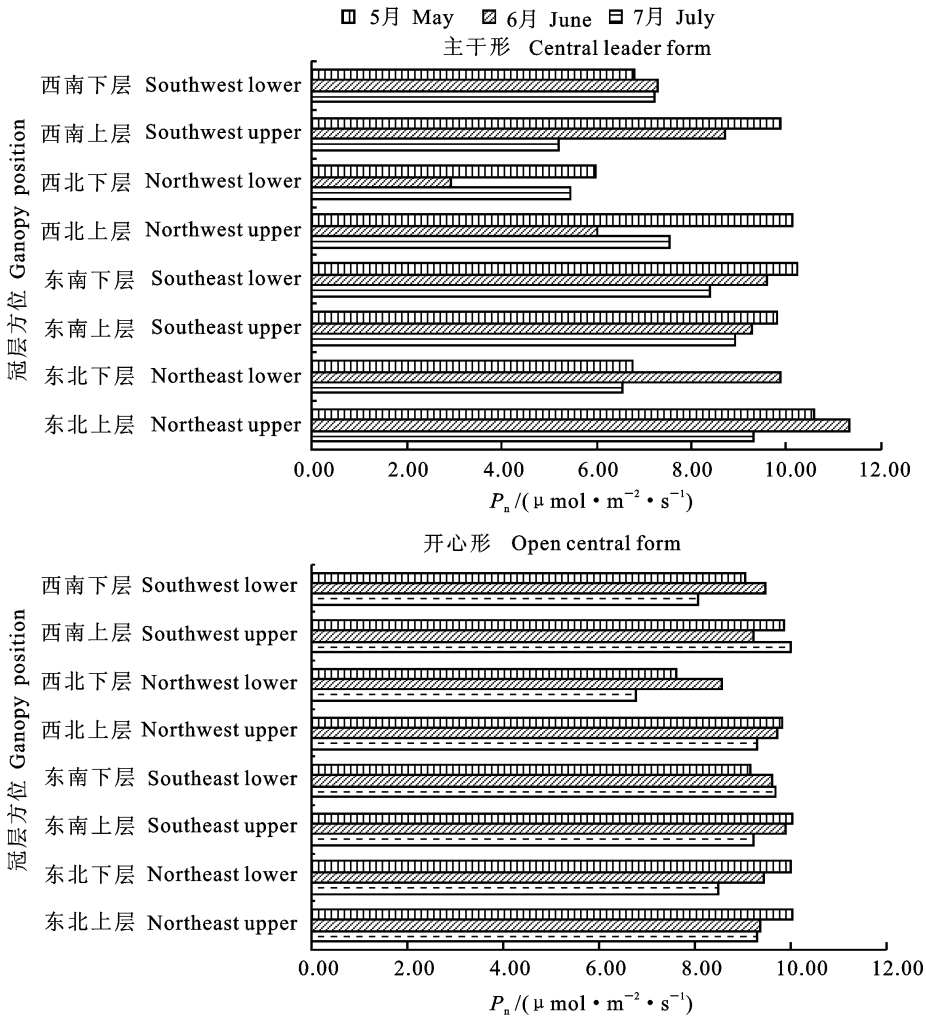


图 2 主干形和开心形桃树不同月份及方位叶片净光合速率

Fig. 2 Comparison of central leader form and open central form on net photosynthetic rate in different positions

性上差异不显著,在其下层东北和西南方向的果实在粘性、内聚性、胶着性、咀嚼性上差异亦不显著。而开心形桃树果实在硬度、粘性、胶着性、咀嚼性上各个方位差异不显著,但总体表现为西北下层偏低,东北上层偏高一些,而硬度则相反,表现为西北下层偏高,东北下层偏低,但变化幅度不大;内聚性和弹性在部分方位间存在差异。总体来说,与开心形相比较,主干形桃树不同方位各个

参数之间差异较为显著,表现在咀嚼性上为上层果实优于下层果实,东北上层和东南上层果实品质较好而西北下层最次,果实成熟度不一致。

根据果农的不同目的,针对桃果实采收后不易贮藏的特性,采用分批采摘可以选择主干形的栽培模式;开心形树形果实成熟度一致性比较好,适合清园采摘。总体上,开心形树形优于主干形树形。

表 2 主干形和开心形不同方位叶片叶绿素质量分数

Table 2 Chlorophyll mass fraction of leaf on central leader form and open

树形 Training system	冠层方位 Canopy position	central form in different positions		
		叶绿素 a Chlorophyll a	叶绿素 b Chlorophyll b	叶绿素 a+b Chlorophyll a+b
主干形 Central leader form	东北上层 Northeast upper	2.58 Aa	0.64 ab	3.22 aA
	东南上层 Southeast upper	2.38 abAB	0.51 ab	2.88 abAB
	西南上层 Southwest upper	2.36 abAB	0.72 a	3.08 aA
	西北上层 Northwest upper	2.25 abcABC	0.67 ab	2.92 abAB
	东北下层 Northeast lower	1.87 cdCD	0.45 ab	2.31 bcBC
	东南下层 Southeast lower	2.12 bcdBCD	0.55 ab	2.67 abcABC
	西南下层 Southwest lower	1.85 cdCD	0.35 b	2.21 cC
	西北下层 Northwest lower	1.76 dD	0.35 b	2.11 cC
开心形 Open central form	东北上层 Northeast upper	2.40 a	0.78 ab	3.18 a
	东南上层 Southeast upper	2.30 a	0.78 ab	3.07 a
	西南上层 Southwest upper	2.27 a	0.82 a	3.09 a
	西北上层 Northwest upper	2.27 a	0.65 bc	2.91 a
	东北下层 Northeast lower	2.22 a	0.61 c	2.83 a
	东南下层 Southeast lower	2.17 a	0.76 abc	2.93 a
	西南下层 Southwest lower	2.11 a	0.64 bc	2.75 a
	西北下层 Northwest lower	2.07 a	0.69 abc	2.76 a

表 3 主干形和开心形桃树不同方位果实质地

Table 3 Fruit texture of central leader form and open central form in different positions

树形 Training system	冠层方位 Canopy position	硬度 Hardness(N)	粘性 Adhesiveness(MJ)	内聚性 Cohesiveness	弹性 Springiness	胶着性 Gumminess(N)	咀嚼性 Chewiness(MJ)
主干形 Central leader form	东北上层 Northeast upper	4.78 Dd	3.70 Aa	0.64 Aa	6.02 abAB	3.07 a	18.45 abAB
	东南上层 Southeast upper	4.70 Dd	4.17 Aa	0.68 aA	6.50 aA	3.18 a	20.71 Aa
	西南上层 Southwest upper	4.97 Dd	3.53 Aa	0.61 Aa	5.85 abcABC	2.98 a	17.59 abAB
	西北上层 Northwest upper	5.41 cdCD	3.23 Aa	0.60 Aa	5.47 abcABC	1.93 b	17.62 abAB
	东北下层 Northeast lower	5.12 cdCD	1.73 Bb	0.36 Bb	5.42 abcABC	3.06 a	9.78 cdCD
	东南下层 Southeast lower	6.91 Bb	1.00 bcBC	0.41 bB	4.59 bB	2.83 ab	12.64 bcBC
	西南下层 Southwest lower	5.96 Cc	1.13 bcBC	0.46 Bb	5.02 bcBC	2.79 ab	14.20 bcBC
	西北下层 Northwest lower	8.25 Aa	0.23 cC	0.23 Cc	2.66 cC	1.89 b	5.03 dD
开心形 Open central form	东北上层 Northeast upper	5.37 a	0.87 a	0.67 a	5.46 a	3.60 a	19.67 a
	东南上层 Southeast upper	5.52 a	0.83 a	0.65 ab	5.16 bc	3.59 a	18.57 a
	西南上层 Southwest upper	5.54 a	0.87 a	0.62 ab	5.27 ab	3.43 a	18.07 a
	西北上层 Northwest upper	5.57 a	0.87 a	0.61 ab	5.40 ab	3.42 a	18.54 a
	东北下层 Northeast lower	5.74 a	0.84 a	0.60 ab	5.42 ab	3.44 a	18.64 a
	东南下层 Southeast lower	5.75 a	0.83 a	0.60 ab	5.30 ab	3.44 a	18.24 a
	西南下层 Southwest lower	5.84 a	0.82 a	0.62 ab	5.25 ab	3.60 a	18.87 a
	西北下层 Northwest lower	5.91 a	0.82 a	0.58 b	4.98 c	3.43 a	17.04 a

2.4 叶片叶绿素质量分数、净光合速率与果实质地的相关性分析

由表 4 相关性分析可知,3 种色素中(含叶绿素 a+b),叶绿素 a 与 P_n 的相关性最大,呈显著性相关,且两者与果实质地参数的相关性大于叶

绿素 b;从表 4 还可以看出,叶绿素 a 与果实质地参数中硬度呈显著负相关,与粘性、内聚性、弹性和咀嚼性呈显著或极显著正相关, P_n 与果实质地参数间表现为类似规律,仅在胶着性上存在差异。

表 4 桃树各项指标参数间的相关性(R)分析

Table 4 Correlations (R) analysis of parameters of peach

指标 Indicators	叶绿素 a Chlorophyll a	叶绿素 b Chlorophyll b	叶绿素 a+b Chlorophyll a+b	P_n
P_n	0.419*	0.021	0.292	—
硬度 Hardness	-0.502*	-0.266	-0.451*	-0.753*
粘性 Adhesiveness	0.677**	0.416*	0.634**	0.650**
内聚性 Cohesiveness	0.626**	0.320	0.557**	0.563**
弹性 Springiness	0.493*	0.296	0.456*	0.585**
胶着性 Gumminess	0.361	0.146	0.302	0.427*
咀嚼性 Chewiness	0.557**	0.335	0.516**	0.436*

注: * 表示在 0.05 水平(双侧)上相关, ** 表示在 0.01 水平(双侧)上显著相关。

Note: * Significant at 0.05 (double side) level, ** Significant at 0.01 (double side) level.

3 讨论与结论

叶片是树体进行光合作用的主要器官,叶片品质的高低直接影响光合效能。叶绿素质量分数的高低在很大程度上反映叶片的光合能力,而且叶绿素质量分数与叶片 P_n 密切相关。本试验表明,主干形桃树不同冠层方位 P_n 和叶绿素质量分数变化幅度较大,开心形桃树不同冠层方位变化幅度较小,这是由树形特点决定的。开心形桃树为单层树冠,受光比较均匀, P_n 变化幅度小,叶绿素质量分数差异不显著;而主干形桃树由于层级较多,受光不均匀,表现为上部光线强,下部光线弱,外部光线强,内部光线弱, P_n 变化幅度大,叶绿素质量分数差异也较大,这与一些研究者的研究结果相似^[16-17]。

叶片品质受在果树中的位置的影响,叶片的位置不同,受光照的影响不同,叶片光合色素及 P_n 也随之而改变。本试验表明, P_n 与叶绿素 a 存在显著性正相关,这与曾小平等^[19]和冷平生等^[20]的报道不一致。2 种树形桃树在不同生长时期、不同冠层方位间 P_n 和叶绿素质量分数存在一定差异,表现为上层东北方位的 P_n 优于其他方位,下层西北方位的 P_n 低于其他方位。这可能与光线的分布和试验树周围的环境有直接的关系,树冠东北上部叶片受光性较好,果实 P_n 也就越高,而西北下层光照减弱, P_n 也相应降低。

P_n 是植物光合作用的一个重要光合参数,直

接或间接地影响果实的品质。本试验表明,开心形桃树不同冠层方位果实硬度、粘性、胶着性和咀嚼性间差异性不显著,仅内聚性和弹性存在一定的差异,表现为东北上层最大,西北下层最小,其他方位差异不大。而主干形桃树不同冠层方位果实的硬度、粘性、内聚性、弹性、胶着性和咀嚼性之间的差异较大。与开心形桃树相比较,主干形桃树上层和下层参数间差异明显。总体上,开心形桃树果实的品质及整齐度优于主干形桃树,这与 Buler 等^[18]在苹果上的研究结果相一致。

果实质地是衡量果树生产水平的重要指标,选用合适的树形,合理修剪,调整留果位置,借助不同方位叶片的光合能力和果实的不同着生部位来提高果实的品质,实现高效栽培的目的,对生产优质桃具有重要的作用。本试验通过对 2 种桃树树形的质构参数与光合参数及叶绿素质量分数的相关性分析得知,叶绿素 a 和 P_n 与果实的质地参数相关性显著,初步认为二者可以作为桃树果实质地优劣的评价途径之一。

参考文献 Reference:

- [1] SULLIVAN P, O'FLAHERTY J, BRUNTON N, *et al.* Fundamental rheological and textural properties of doughs and breads produced from milled pearled barley flour [J]. *European Food Research and Technology*, 2010, 231(3): 441-453.
- [2] 梅 闯,覃伟铭,木合塔尔·扎热,等.库尔勒香梨光合特性的初步研究[J]. *新疆农业科学*, 2011, 48(12): 2234-2239.

- MEI CH, QIN W M, Muhetaer · zhaer, *et al.* Preliminary study of photosynthetic characteristics on Korla Fragrant Pear[J]. *Xinjiang Agricultural Sciences*, 2011, 48(12): 2234-2239 (in Chinese with English abstract).
- [3] 高启明, 李 疆, 李 阳. 库尔勒香梨研究进展[J]. 经济林研究, 2005, 23(1): 79-82.
- GAO Q M, LI J, LI Y. Literature review of researches on 'Kuerle Sweet Pear' [J]. *Economic Forest Researches*, 2005, 23(1): 79-82 (in Chinese with English abstract).
- [4] 程来亮, 罗新书, 杨兴洪. 田间苹果叶片光合速率日变化的研究[J]. 园艺学报, 1992, 19(2): 111-116.
- CHENG L L, LUO X SH, YANG X H. A Study on diurnal changes of photosynthetic rate in leaves of apple trees in the field[J]. *Acta Horticulturae Sinica*, 1992, 19(2): 111-116 (in Chinese with English abstract).
- [5] 高照全, 冯社章, 张显川, 等. 不同辐射条件下苹果叶片净光合速率模拟[J]. 生态学报, 2012, 32(4): 1037-1044.
- GAO ZH Q, FENG SH ZH, ZHANG X CH, *et al.* The simulation of leaf net photosynthetic rates in different radiation in apple canopy[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2012, 32(4): 1037-1044 (in Chinese with English abstract).
- [6] 王秋晓, 韩明玉, 赵彩平, 等. 桃不同树形光合特性的研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2009, 37(4): 45-50.
- WANG Q X, HAN M Y, ZHAO C P, *et al.* Photosynthetic characteristics of different peach tree shapes[J]. *Journal of Northwest A&F University (Natural Science Edition)*, 2009, 37(4): 45-50 (in Chinese with English abstract).
- [7] 赵 瑾. 鲜黄梨3种不同树形树冠结构特征与光照分布的研究[D]. 四川雅安: 四川农业大学, 2010.
- ZHAO J. The characteristic of canopy structure and light distribution in three tree systems of 'Sunhwang' pear[D]. Ya'an Sichuan; Sichuan Agricultural University, 2010 (in Chinese with English abstract).
- [8] YUE Y L, WEI Q P, ZHANG J X, *et al.* Relationship between the distribution of relative light intensity and fruit quality of trellis-trained 'Hwangkumbae' [J]. *Acta Horticulturae Sinica*, 2008, 35(5): 625-630.
- [9] LIU Z C, BAO D E. Relationship between net photosynthetic rate and its physo-ecological factors in 'Jinguang' plum [J]. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 2008, 28(3): 564-568.
- [10] DING Z E, XU Y B, LIU S H, *et al.* Photosynthetic and transpiration characteristics of 6 cultivars in pomegranate [J]. *Nonwood Forest Research*, 2008, 26(1): 15-19.
- [11] 高晶晶, 冯新新, 段春慧, 等. ALA提高苹果叶片光合性能与果实品质的效应[J]. 果树学报, 2013, 30(6): 944-951.
- GAO J J, FENG X X, DUAN CH H, *et al.* Effects of 5-aminolevulinic acid (ALA) on leaf photosynthesis and fruit quality of apples[J]. *Journal of Fruit Science*, 2013, 30(6): 944-951 (in Chinese with English abstract).
- [12] 何凤梨, 王 飞, 魏钦平, 等. 桃冠层相对光照分布与果实产量品质关系的研究[J]. 中国农业科学, 2008, 41(2): 502-507.
- HE F L, WANG F, WEI Q P, *et al.* Relationship between distribution of relative light Intensity in canopy and yield and quality of peach fruit [J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2008, 41(2): 502-507 (in Chinese with English abstract).
- [13] 潘晓云, 曹琴东, 王根轩, 等. 扁桃与桃光合作用特征的比较研究 [J]. 园艺学报, 2002, 29(5): 403-407.
- PAN X Y, CAO Q D, WANG G X, *et al.* Comparative study on photosynthetic characteristics between almond and peach [J]. *Acta Horticulturae Sinica*, 2002, 29(5): 403-407 (in Chinese with English abstract).
- [14] 高海生, 贾艳茹, 魏建梅, 等. 用物性分析仪检测鸭梨和京白梨果实采后质地的变化[J]. 园艺学报, 2012, 39(7): 1359-1364.
- GAO H SH, JIA Y R, WEI J M, *et al.* Studies on the post-harvested fruit texture changes of 'Yali' and 'Jingbaili' pears by using texture analyze [J]. *Acta Horticulturae Sinica*, 2012, 39(7): 1359-1364 (in Chinese with English abstract).
- [15] 李永红, 张立莎, 常瑞丰, 等. 质地多方面分析三个桃品种果实采后质地的变化[J]. 北方园艺, 2016(4): 133-137.
- LI Y H, ZHANG L SH, CHANG R F, *et al.* Change of texture properties of three peach varieties during postharvest storage by texture profile analysis[J]. *Northern Horticulture*, 2016(4): 133-137 (in Chinese with English abstract).
- [16] 王 迅, 张新全, 刘金平. 草坪草对遮荫胁迫的生理反应 [J]. 草业科学, 2006, 24(4): 86-90.
- WANG X, ZHANG X Q, LIU J P. The main physiological reaction of turf grass to shading stress[J]. *Pratacultural Science*, 2006, 24(4): 86-90 (in Chinese with English abstract).
- [17] 李凯荣, 李胜利, 李晓军, 等. 天然油菜素内酯对核桃叶片水分和光合速率的影响[J]. 园艺学报, 2003, 30(6): 715-718.
- LI K R, LI SH L, LI X J, *et al.* The effect of natural brassinolide on the water contents and the photosynthetic rate of walnut leaves [J]. *Acta Horticulturae Sinica*, 2003, 30(6): 715-718 (in Chinese with English abstract).
- [18] 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 Horticulture*, 2001(557): 253-259.
- [19] 曾小平, 赵 平, 彭少麟, 等. 5种木本豆科植物的光合特性研究[J]. 植物生态学报, 1997, 21(6): 539-544.
- ZENG X P, ZHAO P, PENG SH L, *et al.* The photosynthetic characteristic of five woody legume plants [J]. *Acta Phytoecologica Sinica*, 1997, 21(6): 539-544 (in Chinese with English abstract).
- [20] 冷平生, 杨晓红, 胡 悦, 等. 5种园林树木的光合和蒸腾

特性的研究[J].北京农学院学报,2000,15(4):13-18.
LENG P SH, YANG X H, HU Y, *et al.* Studies on the
characteristics of photosynthesis and transpiration of five

gardening trees[J]. *Journal of Beijing Agricultural Col-
lege*, 2000, 15 (4): 13-18 (in Chinese with English ab-
stract).

Relationship between Leaf Photosynthetic Characteristics and Fruit Texture from Different Positions in Peach Tree

LI Yonghong, CHANG Ruifeng, WANG Zhaoyuan, ZHANG Lisha,
CHEN Hu, XU Jintao, HAN Jicheng and LIU Guojian

(Changli Fruit Institute, Hebei Academy of Agriculture and Forestry, Changli Hebei 066600, China)

Abstract To study the relationship between the leaf photosynthetic characteristics in different positions and fruit texture in the central leader form (CLF) and the open central form (OCF) of peach tree, seven-year-old 'Okubo' were used as material in this study. Trunk of peach trees in different positions as the center, the leaf net photosynthetic rate and chlorophyll mass fraction in different growing stages and fruit texture parameters in the commercial maturity were measured. The results showed that net photosynthetic rate of different positions, chlorophyll mass fraction and texture property showed a significant difference in CLF, but without significant difference to OCF. Net photosynthetic rate in upper northeast of the tree, chlorophyll mass fraction, fruit gumminess and chewiness were higher than in the other directions. And the position of northwest was the lowest in CLF and OCF. Fruit texture was better in OCF, and the chewiness of fruit in each direction was higher than that without mature inconsistency problem. Correlation analysis showed a high correlation among chlorophyll a, net photosynthetic rate and fruit texture. These two parameters may be considered and could be used to evaluate peach fruit texture.

Key words Peach tree; Central leader form; Open central form; Net photosynthetic rate; Chlorophyll; Fruit texture

Received 2016-06-30 **Returned** 2016-07-25

Foundation item Provincial Budget Items in Hebei Province (No. F14R055002); National Modern Peach Industry Technology System Project (No. nycytx-31); Youth Science and Technology Fund, Changli Fruit Institute, Hebei Academy of Agriculture and Forestry (No. cgs-07).

First author LI Yonghong, female, assistant research fellow. Research area: fruit cultivation and breeding. E-mail: liyonghongpeng@126.com

Corresponding author LIU Guojian, male, research fellow. Research area: fruit cultivation and breeding. E-mail: 277472052@qq.com

(责任编辑:潘学燕 **Responsible editor: PAN Xueyan**)