



王振东, 充攀, 邓永辉, 等. 结果部位不同光照条件对梨果实品质的影响[J]. 黑龙江农业科学, 2024(2):52-56.

# 结果部位不同光照条件对梨果实品质的影响

王振东, 充攀, 邓永辉, 陈奇凌, 郑强卿

(新疆农垦科学院 林园研究所/库尔勒香梨种质创新与提质增效兵团重点实验室, 新疆 石河子 832000)

**摘要:**为促进新疆主干形梨树的推广应用,以库尔勒香梨、玉露香梨和新梨7号树冠内膛遮荫果实及光照良好外部果实为试验材料,对比分析了不同光照条件对果实品质的影响。结果表明,与树冠内膛遮荫果实相比,外部光照良好的库尔勒香梨、玉露香梨和新梨7号果实亮度值( $L^*$ )分别显著提高了12.87%、7.24%和6.02%;红绿色度值( $a^*$ )值分别显著提高了62.88%、46.02%和18.88%,果面色泽好,颜色红;单果重、纵横径有一定提高,但不存在显著性差异;可溶性总糖、可溶性固形物及咀嚼性显著提高,果实的蔗糖、果糖、VC、硬度和有机酸等品质指标有一定改善,但不存在显著性差异。可见,树体外部光照条件良好的果实品质优于内膛遮荫果实,在生产中,应当加强修剪,改善果实光照条件。

**关键词:**光照;遮荫;梨;果实品质

梨是蔷薇科(Rosaceae)苹果亚科(Maloideae)梨属(*Pyrus* L.)植物,是我国栽培历史最久的落

叶果树之一<sup>[1-2]</sup>。玉露香梨和新梨7号均是以库尔勒香梨为亲本杂交育成的新品种,拥有优良的

收稿日期:2023-11-27

基金项目:兵团重大科技项目计划(2021AA005);新疆农垦科学院院级项目(2023YJ007)。

第一作者:王振东(1995—),男,硕士,助理研究员,从事果树优质高效栽培研究。E-mail:1753669743@qq.com。

通信作者:陈奇凌(1970—),男,学士,研究员,从事果树优质高效栽培研究。E-mail:Cql619@163.com。

## Effects of Reducing Chemical Fertilizers and Increasing Organic Fertilizers and New Fertilizers on Agronomic Traits and Yield of Pepper

GUO Zhijun<sup>1</sup>, SUN Xincheng<sup>1</sup>, YANG Lianying<sup>1</sup>, JIANG Wan<sup>1</sup>, HUANG Lin<sup>1</sup>, CHEN Weiping<sup>1</sup>, ZHANG Zhongwu<sup>1</sup>, CHEN Qing<sup>2</sup>

(1. Changde Agriculture and Forestry Science Academy, Changde 415000, China; 2. Resources and Environment College, China Agricultural University, Beijing 100000, China)

**Abstract:** In order to observe the effects of different formulas of new fertilizer and conventional fertilizer on the growth and yield of pepper, three new fertilizers of Dikangbao microbial fertilizer, organic silicon calcium magnesium fertilizer and blue sea peninsula soil conditioner were selected, and nine fertilizer formulations were designed for experiment. The results showed that with the increase of organic fertilizer and the decrease of compound fertilizer, the yield increased first and then decreased, and reached the peak at T2 [application of organic fertilizer  $2\,000\text{ kg}\cdot(667\text{ m}^2)^{-1}$  + compound fertilizer  $40\text{ kg}\cdot(667\text{ m}^2)^{-1}$ ], which was 30.77% higher than that of the control, and the yield increased by 25.25%, but the fertilizer utilization rate (PFP) began to decrease. Compared with the control, the new fertilizer treatment increased the dry matter content of the underground part. Among them, T6 [application of organic fertilizer  $1\,500\text{ kg}\cdot(667\text{ m}^2)^{-1}$  + compound fertilizer  $60\text{ kg}\cdot(667\text{ m}^2)^{-1}$  + organic silicon calcium magnesium fertilizer  $60\text{ kg}\cdot(667\text{ m}^2)^{-1}$ ] had a significant yield-increasing effect. The yield and PFP were 43.81% and 38.61% higher than the control, respectively, and 20.59% lower than the total fertilizer application rate of T2, with an increase of 14.82% and PFP increased by 44.76%. Dikangbao microbial fertilizer in T5 improved PFP, but the difference was not significant between the treatments; Through different formula tests, it was also found that the fertilizer efficiency of the selected three new fertilizers were not stable enough.

**Keywords:** microbial fertilizer; medium trace element fertilizer; soil amendment; pepper; yield

品质,在新疆库尔勒地区栽培均获得了良好的收益<sup>[3-4]</sup>。梨的果实品质受到多种环境因素和农艺措施的影响,其中光照被认为是能影响果实品质的重要环境因素<sup>[5-7]</sup>。相关研究表明较多品种的梨在树冠内遮蔽处的果实品质较树冠外围光照良好处差,外围光照充足处果实的可溶性固形物、可溶性糖以及有机酸含量、抗坏血酸含量均较树冠内膛遮荫处显著增加<sup>[8-10]</sup>。田海青等<sup>[11]</sup>通过对京白梨郁闭树进行树体结构改造,改善了树体光照条件,提高了果实可溶性固形物和总糖含量。木合塔尔·扎热等<sup>[12]</sup>研究表明树形为疏散分层形的库尔勒香梨全光条件下的果实单果重、果实纵径、果实横径、可溶性固形物含量、可溶性糖含量均高于遮光条件下的果实。目前,新疆大力推广省力化栽培模式<sup>[13]</sup>,库尔勒香梨、玉露香梨和新梨7号均采用主干形被大面积推广,而主栽梨树冠不同结果部位光照条件对主干形梨树果实品质的影响还未见报道。因此本研究选择树形为主干结果形的库尔勒香梨、玉露香梨和新梨7号,对树体南面外侧光照充足的果实与内侧遮荫的果实进行品质差异分析,探讨树冠不同部位光照条件对库尔勒香梨、玉露香梨和新梨7号果实品质的影响,以期为今后新疆地区主栽梨树体合理改造提供理论指导。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验地位于新疆生产建设兵团第二师29团2连(86.00°N,44.30°E),梨园土壤为壤土,有机质6.5 g·kg<sup>-1</sup>,全氮0.40 g·kg<sup>-1</sup>,有效磷7.6 mg·kg<sup>-1</sup>,速效钾323 mg·kg<sup>-1</sup>。

### 1.2 材料

供试梨树为长势一致的6年生库尔勒香梨、新梨7号和玉露香梨,株行距4 m×1 m,砧木为杜梨(*Pyrus betulifolia* Bge.),树形为主干形。各项常规栽培管理措施一致。

### 1.3 方法

1.3.1 试验设计 在果实成熟期,各选取3株具代表性库尔勒香梨、新梨7号和玉露香梨进行采样,新梨7号于8月15日采样,库尔勒香梨和玉露香梨于9月18日采样;采样时选择树干高度1.2 m以下部位果实,光照果实选择树体外部受光照良好的果实,内膛遮荫果实选择离树干50 cm以内果实,将梨果置于车载冰箱带回实验室进行

果实品质测定。

1.3.2 测定项目及方法 采用PAL-BX/ACID 14糖酸度计测定可溶性固形物含量;TA.XTC-18质构仪测定果实硬度、脆度和咀嚼性;CR-10 Plus色差仪测定果实颜色,选择在每个梨果实的赤道面选取4个点进行测定,并记录下 $L^*$ 、 $a^*$ 和 $b^*$ 值; $L^*$ 表示亮度值,值越大亮度越高; $a^*$ 表示红绿色度值,值越大红色越深; $b^*$ 表示黄蓝色度值, $b^*$ 值越大黄色越深。测定以上指标,每次用果8个,取平均值。

采用3,5-二硝基水杨酸法测定还原糖含量<sup>[14]</sup>;间苯二酚法测定蔗糖和果糖含量<sup>[14]</sup>;蒽酮比色法测定可溶性总糖含量<sup>[14]</sup>;酸水解法测定总淀粉含量<sup>[14]</sup>;酸水解-蒽酮比色法测定纤维素含量<sup>[14]</sup>;2,6-二氯靛酚滴定法测定维生素C含量<sup>[15]</sup>;电位滴定法测定有机酸含量<sup>[15]</sup>。以上测定指标均为3个技术重复。

1.3.3 数据分析 采用Excel 2019和SPSS 19.0进行数据统计与分析,利用Duncan's法比较各处理间差异显著性,并利用Origin 2017作图。

## 2 结果与分析

### 2.1 光照与遮荫对梨果皮着色的影响

由表1可知,库尔勒香梨、新梨7号和玉露香梨在不同光照条件下 $L^*$ 、 $a^*$ 值均存在显著差异, $b^*$ 值差异不显著;3种成熟梨果实在光照条件下,相比于遮荫条件下 $L^*$ 值均显著增加,表示果实在光照条件下表面越有光泽;在不同光照条件下,3种成熟梨的 $a^*$ 均为负值,其中在光照条件下,库尔勒香梨、玉露香梨 $a^*$ 值显著高于遮荫条件下,且表现出果面带点红色,而新梨7号的 $a^*$ 值极显著高于遮荫果实,表现出果面片红;3种成熟梨的 $b^*$ 值均在光照条件下降低,果实黄色比遮荫果实颜色淡。

表1 光照与遮荫对梨果皮色差值的影响

品种	处理	$L^*$	$a^*$	$b^*$
库尔勒香梨	光照	68.22±0.88*	-2.58±0.51*	38.86±0.91
	遮荫	60.44±0.75	-6.95±0.67	41.05±0.78
新梨7号	光照	66.50±0.54*	-3.12±0.12**	40.48±0.46
	遮荫	62.01±0.44	-5.78±0.34	42.74±0.61
玉露香梨	光照	68.44±0.71*	-11.56±0.64*	41.41±0.83
	遮荫	64.55±0.93	-14.25±0.57	45.08±0.67

注:数据后\*和\*\*分别表示处理间在 $P<0.05$ 和 $P<0.01$ 水平存在显著差异。下同。

2.2 光照与遮荫条件对梨果实外观品质的影响

由表 2 可知,在光照条件下,库尔勒香梨、新梨 7 号和玉露香梨单果重相比于遮荫条件下分别提高了 13.82%、5.66%和 4.75%,其中光照处理库尔勒香梨果实单果重较遮荫处理显著增加,新

梨 7 号和玉露香梨两处理间单果重无显著性差异;库尔勒香梨、新梨 7 号和玉露香梨果实的纵径、横径、果形指数在光照与遮荫条件下均无显著性差异,纵径分别在光照条件下提高了 3.89%、1.80%和 3.37%,横径分别提高了 3.92%、1.67%和 5.29%。

表 2 光照与遮荫对梨果实外观品质的影响

品种	处理	单果重/g	纵径/cm	横径/cm	果形指数
库尔勒香梨	光照	119.81±10.38*	65.92±3.35	58.05±2.42	1.12±0.04
	遮荫	105.26±11.86	63.45±4.67	55.86±2.11	1.13±0.06
新梨 7 号	光照	158.50±16.51	75.11±4.22	61.92±1.83	1.21±0.06
	遮荫	150.01±12.66	73.78±3.91	60.90±1.63	1.21±0.07
玉露香梨	光照	231.20±26.28	65.25±5.04	73.08±5.83	0.89±0.02
	遮荫	220.71±18.37	63.12±3.93	69.41±5.31	0.91±0.03

2.3 光照与遮荫条件对梨果实内在品质的影响

由表 3 可知,在光照条件下,库尔勒香梨果实可溶性固形物、可溶性总糖、还原糖和总淀粉显著高于遮荫的果实,分别显著提高了 5.35%、2.41%、3.78%和 8.33%;蔗糖、果糖、VC 和有机酸含量在不同光照条件下无显著性差异。

新梨 7 号在光照条件下果实的可溶性固形物、可溶性总糖、蔗糖显著高于遮荫条件,分别显著

提高了 2.07%、7.99%和 8.34%;还原糖、果糖、总淀粉、VC 和有机酸的含量在不同光照条件下无显著性差异。

在光照条件下,玉露香梨果实的可溶性固形物、可溶性总糖、蔗糖和 VC 含量显著高于遮荫条件,分别显著提高了 4.03%、5.15%、4.75%和 6.28%,还原糖、果糖、总淀粉和有机酸含量在光照和遮荫条件下无显著性差异。

表 3 光照与遮荫条件对梨果实内在品质的影响

品种	处理	可溶性固形物/ %	可溶性总糖/ (mg·g <sup>-1</sup> )	还原糖/ (mg·g <sup>-1</sup> )	蔗糖/ (mg·g <sup>-1</sup> )	果糖/ (mg·g <sup>-1</sup> )	总淀粉/ (mg·g <sup>-1</sup> )	VC/ (μg·g <sup>-1</sup> )	有机酸/ %
库尔勒香梨	光照	12.40±0.45*	72.17±2.65*	28.81±1.26*	30.46±1.70	24.68±0.59	13.13±1.17*	309.22±14.72	0.42±0.05
	遮荫	11.77±0.38	70.47±0.31	27.76±0.58	29.35±0.24	24.60±0.58	12.12±0.96	301.52±8.19	0.43±0.02
新梨 7 号	光照	13.34±0.61*	95.82±8.39*	32.01±1.01	39.64±1.96*	31.39±1.20	15.21±0.88	230.76±3.65	0.31±0.01
	遮荫	13.07±0.81	88.73±3.90	32.17±1.08	36.59±3.74	32.18±0.73	15.07±0.66	228.68±2.96	0.30±0.05
玉露香梨	光照	13.42±0.36*	82.92±2.29*	32.41±0.86	33.27±1.47*	30.51±1.88	17.58±0.97	273.19±12.88*	0.34±0.02
	遮荫	12.90±0.44	78.86±4.94	32.13±0.69	31.76±2.01	28.54±1.52	17.68±0.83	257.05±18.28	0.37±0.03

2.4 光照与遮荫对梨果实质地的影响

硬度和脆度能够在一定程度上反映果肉细胞排列的紧密程度、果肉细胞间隙大小及分子间键合作用力。由图 1 可知,在光照条件下,库尔勒香梨、新梨 7 号、玉露香梨分别较遮荫条件下脆度增加了 7.73%、8.80%和 5.14%,硬度降低了 2.00%、11.35%和 9.48%,均不存在显著性差异。咀嚼

性模拟的是牙齿将固体样品咀嚼成吞咽稳定状态时所需要的能量,以及果肉在牙齿咀嚼过程中对外力的持续抵抗性;与遮荫条件相比,库尔勒香梨、新梨 7 号、玉露香梨在光照条件下咀嚼性分别极显著提高了 65.82%、50.07%和 38.46%;在光照条件下,果实的咀嚼性表现为库尔勒香梨>新梨 7 号>玉露香梨。

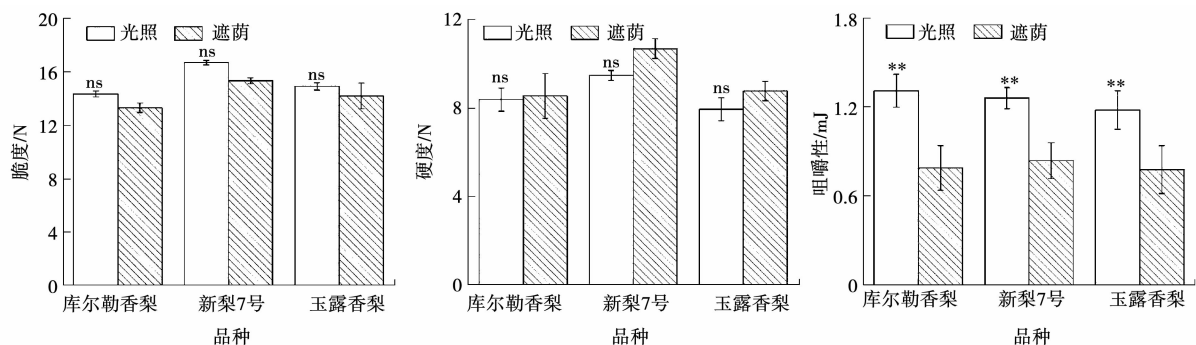


图1 光照与遮荫条件对梨果实质地的影响

注: \*\* 表示处理间在  $P < 0.01$  水平差异显著。ns 表示处理间差异不显著。

### 3 讨论

光照是影响果树生长和果实品质的重要环境因素。在生产中, 树体冠层结构造成树体不同部位受到光照环境存在较大的差异, 光照环境的差异是造成树体不同部位果实品质表现出差异的重要原因之一<sup>[7,9-10]</sup>。树冠外围受到良好光照的果实与树冠内膛遮荫的果实表现出明显的色泽差异<sup>[16-18]</sup>; 张秀美等<sup>[19]</sup>和 Wang 等<sup>[20]</sup>发现苹果外围果实颜色更红,  $a^*$  显著高于内膛果实; Jajo 等<sup>[21]</sup>在 AbbéFétel 梨上也发现相似的结果, 内部树冠收获的梨更黄, 外部果实相对更红; 本研究中, 树体外围受光照良好的果实与内膛受到遮荫的果实色泽表现出明显的不同, 外围受到良好的光照的果实着色更红, 其中新梨7号表现更为突出; 外部果实  $b^*$  值均比内部果实小, 表现为外部果实黄色程度更低。

光不仅会影响果实外观品质, 还会显著影响果实内含物含量<sup>[5]</sup>。本研究中发现树冠外围果实的可溶性固形物和可溶性总糖显著高于遮荫果实, 这与 Rudell 等<sup>[22]</sup>对欧洲梨不同结果部位果实品质测定时发现外部受到光照好的果实蔗糖和山梨糖醇含量高于内部遮荫果实的结果相似; 李芳芳等<sup>[23]</sup>研究套袋对库尔勒香梨果实品质的影响, 发现套袋降低了果实可溶性糖含量, 增加了总酸含量, 进而证明良好的光照能一定程度上改善果实糖酸品质。Peavey 等<sup>[24]</sup>对澳大利亚红梨使用防护网遮荫, 得出增加遮荫系数, 不利于果实单果重和可溶性固形物含量, 但不影响果肉硬度, 在本研究中库尔勒香梨获得相似的结果, 外部受光照良好的果实单果重及可溶性固形物均显著高于内膛遮荫的果实。

果实质地是衡量果实品质的最重要内部指标

之一, 不同品种梨果肉质地特点不同, 难以通过人口腔的主观评价量化差异, 而采用质构仪测定果实的质构参数可以很好地量化差异, 客观地反映果实的组织状态、口感和风味<sup>[25-26]</sup>。李永红等<sup>[27]</sup>研究发现在主干形桃树受光照好的南侧上层果实的粘性、胶着性和咀嚼性均比下层低, 而果实硬度则相反, 表现为下层高于上层。本研究也获得类似的结果, 在光照条件下库尔勒香梨、新梨7号、玉露香梨成熟果实的硬度低于遮荫果实, 而脆度和咀嚼性均大于遮荫果实。

### 4 结论

在库尔勒香梨、新梨7号和玉露香梨成熟期对树冠外部及内部果实品质测定, 发现库尔勒香梨、玉露香梨和新梨7号在外部光照充足果实均表现出果面色泽好, 颜色更红。与树冠内膛遮荫果实相比, 外部光照良好的果实可溶性总糖、可溶性固形物及咀嚼性均显著提高, 果实的蔗糖、果糖、VC、硬度和有机酸等品质指标有一定改善, 但不存在显著性差异。综上, 主干形梨树体外部光照良好果实的外观及内在品质优于内膛遮荫果实。

#### 参考文献:

- [1] 李秀根, 张绍玲. 中国梨树志[M]. 北京: 中国农业出版社, 2020.
- [2] 张绍铃. 梨学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2013.
- [3] 蒋媛, 王勇, 谢宏江, 等. 库尔勒香梨性状遗传规律及新品种选育进展[J]. 农业与技术, 2022, 42(7): 15-18.
- [4] 位杰, 林彩霞, 蒋媛, 等. 库尔勒香梨新品种选育及系谱的分析[J]. 石河子大学学报(自然科学版), 2021, 39(3): 313-317.
- [5] ANTHONY B M, CHAPARRO J M, STERLE D G, et al. Metabolic signatures of the true physiological impact of canopy light environment on peach fruit quality[J]. Environmental and Experimental Botany, 2021, 191: 104630.
- [6] LU Y F, SI Y Y, ZHAN L Y, et al. Effects of canopy position

- and microclimate on fruit developmen and quality of *Camellia oleifera*[J]. *Agronomy*,2022,12(9):2158.
- [7] 殷晨,田路明,曹玉芬,等. 梨果实糖酸研究进展[J/OL]. 果树学报: 1-21(2023-11-06)[2023-11-27]. <https://doi.org/10.13925/j.cnki.gsxb.20230398>.
- [8] 张学英,贾浩,邸葆,等. 不同树形对燕红桃树体冠层光照分布及生长结果的影响[J]. 中国果树,2023(3):91-95.
- [9] 丁紫薇. 主干形树体结构对香梨冠层微域环境因子和叶片、果实性状的影响[D]. 阿拉尔:塔里木大学,2023.
- [10] 张晓东,陈丽梅,舒群,等. 光照对云南红梨着色及果实品质影响的研究[J]. 中国南方果树,2009,38(5):1-6.
- [11] 田海青,赵艳艳,梁振旭,等. 京白梨郁闭园树体结构改造对冠层光照分布、枝类组成与果实品质的影响[J]. 西北农业学报,2020,29(10):1576-1582.
- [12] 木合塔尔·扎热,李疆,罗淑萍,等. 全光和遮光下库尔勒香梨果实品质的比较分析[J]. 经济林研究,2012,30(4):27-31.
- [13] 马建江,陈久红,王小兵. “库尔勒香梨”主干结果模式优质高效栽培技术[J]. 北方园艺,2019(23):178-180.
- [14] 王学奎. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2006.
- [15] 侯福林. 植物生理学实验教程[M]. 北京:科学出版社,2015.
- [16] 贾聚金,陈香玲,孙权,等. 沃柑树冠不同结果部位光照条件对果实品质的影响[J]. 华中农业大学学报,2021,40(6):112-118.
- [17] 陈久红,马建江,李永丰,等. 香梨不同树形冠层结构、光合特性及产量品质的比较[J]. 河南农业科学,2021,50(8):113-123.
- [18] 白金月,曲柏宏,杜昱彤,等. 光处理对套袋苹果梨果实着色相关调节基因的影响[J]. 东北农业科学,2021,46(6):70-73,82.
- [19] 张秀美,王宏,刘志,等. ‘岳帅’苹果不同负载量光照分布与果实品质的关系[J]. 果树学报,2017,34(11):1408-1414.
- [20] WANG H F, YUAN J W, LIU T, et al. Fruit canopy position and harvest period affect watercore development and quality of the ‘Fuji’ apple cultivar fruit[J]. *Scientia Horticulturae*,2023,311:111793.
- [21] JAJO A, RAHIM M A, SERRA S, et al. Impact of tree training system, branch type and position in the canopy on the ripening homogeneity of ‘Abbé Fétel’ pear fruit[J]. *Tree Genetics & Genomes*,2014,10(5):1477-1488.
- [22] RUDELL D R, SERRA S, SULLIVAN N, et al. Survey of ‘d’ Anjou’ pear metabolic profile following harvest from different canopy positions and fruit tissues[J]. *HortScience*,2017,52(11):1501-1510.
- [23] 李芳芳,张虎平,何子顺,等. 套袋对‘库尔勒香梨’果实糖酸组分与香气成分的影响[J]. 园艺学报,2014,41(7):1443-1450.
- [24] PEAVEY M, McCLYMON T L, SCALISI A, et al. Netting of different shade factors affect light penetration, fruit and vegetative growth, yield and fruit quality in an Australian blush pear[J]. *Scientia Horticulturae*,2022,299:111001.
- [25] 徐钰清,田路明,曹玉芬,等. 梨果肉质地及香气研究进展[J]. 果树学报,2023,40(4):757-770.
- [26] 阚超楠,刘善军,陈明,等. 不同采收期对‘翠冠’梨常温货架期果实色泽和质地的影响[J]. 江西农业大学学报,2018,40(1):49-55.
- [27] 李永红,常瑞丰,王召元,等. 桃树不同方位叶片光合能力与果实质地关系的研究[J]. 西北农业学报,2017,26(10):1477-1483.

## Effects of Different Light Conditions on Pear Fruit Quality

WANG Zhendong, YAN Pan, DENG Yonghui, CHEN Qiling, ZHENG Qiangqing

(Institute of Forestry and Horticulture, Xinjiang Academy of Agricultural Reclamation Sciences / Xinjiang Production & Construction Crop Key Laboratory of Korla Fragrant Pear Germplasm Innovation and Improve Quality and Effectiveness, Shihezi 832000, China)

**Abstract:** In order to promote the popularization and application of the main stem-shaped pear tree in Xinjiang, the impact of different light conditions on fruit quality was comparatively analyzed by using the inner canopy shade fruits of Kurla fragrant pear, Yuluxiang pear and Xinli 7 pear and the external fruits with good light as the materials. The results showed that, compared with the canopy inner shade fruits, the external light of good Kurla fragrant pear, Yuluxiang pear and Xinli 7 pear fruit brightness value ( $L^*$ ) were significantly increased by 12.87%, 7.24% and 6.02%. And the reddish greenness value ( $a^*$ ) value were significantly increased by 62.88%, 46.02% and 18.88%, respectively, indicating better color and redder color on the fruit surface. The weight and diameter of single fruit increased, but there was no significant difference. The total soluble sugar, soluble solid and chewability of fruit were significantly improved, and the quality indexes of sucrose, fructose, VC, hardness and organic acid were improved to some extent, but there was no significant difference. It can be seen that the fruit quality in the outer circumference of the tree is better than that in the inner chamber, so pruning should be strengthened to improve the light conditions of the fruit during production.

**Keywords:** light; shading; pear; fruit quality