

香梨冠内光照分布及其果实品质的测定

陈江¹, 张凯丽¹, 张琦^{1,2}

(1. 塔里木大学 植物科学学院, 新疆 阿拉尔 843300; 2. 新疆生产建设兵团 塔里木盆地生物资源保护利用重点实验室, 新疆 阿拉尔 843300)

摘要:以长势一致正常结果的疏散分层树形香梨树为试材,以树干为中心,将树冠在不同层次、方位分成 $1.0\text{ m}\times 1.0\text{ m}\times 1.0\text{ m}$ 立方体,测量不同部位的相对光照强度,成熟期测定不同部位的果实品质,探讨了香梨冠内光照垂直分布和水平分布下果实外观和内在品质差异。结果表明:疏散分层树形的香梨树冠内光强分布从上到下,从外到内光照强度递减;不同垂直层次与其相对光强呈显著正相关;果实质量在冠内分布与光强分布相吻合,光照强度越大的部位果实质量越好;在香梨光饱和点内,单果重、可溶性固形物、可溶性糖、花青苷含量随光照强度增大而升高,有机酸随光照强度增大而降低;下层果实光照较上中层弱,果实成熟度低,因此下层果实叶绿素含量较上中层高。

关键词:香梨;疏散分层形;冠内;相对光照强度;果实品质

中图分类号:S 661.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)21-0011-04

光照是果树的生存因素之一,是果树光合作用的能量来源。光照不仅影响果树生长发育,还与果实外在品质和内在品质密切相关^[1-3]。树冠内光照的分布是影响果实生长发育的主要因子之一,树冠内的光照强度分布有其空间变化的规律。空间变化包括树冠的东、西、南、北多个方位;树冠内、中、外,上、中、下多个层次的变化;树冠不同部位的果实具有明显差异。该试验研究了香梨冠内光照条件下果实品质的差异,以期为库尔勒香梨合理的整形修剪和制定与完善优质栽培管理技术标准提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验点设置在阿拉尔十二团十四连香梨园,地处北纬 $40^{\circ}28'$,东经 $81^{\circ}11'$ 。海拔 $1\,005\text{ m}$,面积 1.33 hm^2 ,树势健壮,栽培管理水平较好。

1.2 试验材料

供试材料为长势一致正常结果的香梨树,南北行向,株行距为 $4\text{ m}\times 5\text{ m}$,疏散分层树形,树高 3.07 m ,干高 1.08 m ,冠径 $5.3\text{ m}\times 4.6\text{ m}$,单株小区,3次重复。

第一作者简介:陈江(1989-),男,四川达州人,硕士研究生,现主要从事果树栽培生理生态等研究工作。E-mail:1256308133@qq.com.

责任作者:张琦(1964-),男,云南昆明人,硕士,教授,现主要从事果树栽培生理生态等研究工作。E-mail:zqzkytd@163.com.

基金项目:中国气象局公益性行业(气象)科研专项资助项目(GYHY201106025)。

收稿日期:2015-07-23

1.3 试验方法

1.3.1 不同层次光照分布 在试树东西两侧行的正中间各确定一点,作为自然光测定点,分别从东西、南北两侧距树干 1.0 、 2.0 、 3.0 m 定点,代表树冠中心、内膛、外层光照观测点。每株确定3个观测层,各层分别距地面 1.0 、 2.0 、 3.0 m ,分别代表树冠下、中、上层光照观测点。测定各层各点的光照值,根据试验要求求其均值,统计分析。

1.3.2 果实取样调查 2014年8月29日,果园采收前,在垂直方向,按照上、中、下3个层次,而在水平方向,依照树冠内膛、中部、外围3个部位,用 $1/6$ 立方体于各层光照和生长结果具有代表性的部位,在立方体内随机采集10个中等大小果实。

1.4 项目测定

1.4.1 光照强度的测定 用Q2-C2型缩微照度计测定树冠各部位的光分布。以正午测定时的自然光强为标准,计算相对光强。

1.4.2 果实的外观品质测定 单果重用天平称量果实重量,果形指数的果实纵、横径、果柄长、粗采用游标卡尺测定。

1.4.3 果实的内在品质测定 可溶性固形物每区果实去皮榨汁,用手持折光仪于果实采收时测定;用硬度计测定果实硬度;可溶性总糖含量的测定采用蒽酮比色法;可滴定酸含量的测定采用NaOH中和滴定法;果皮叶绿素用80%丙酮和95%乙醇1:1混合浸提法测定;花青素含量用比色法以1%盐酸甲醇提取花青素测定。

1.5 数据分析

试验数据采用 Excel 2003 和 DPS 7.05 统计软件进行处理分析。

2 结果与分析

2.1 香梨树冠内不同层次的光照分布

树冠内光照的分布是影响果实生长发育的主要因子之一。由图 1 可以看出,在 14:00 香梨树冠内从上到下、从里到外,光强变化与自然光光照强度变化相吻合。香梨冠内光照强度在垂直方向,树冠内的光照自下而上依次增强,从下层到树冠上层,平均相对光照分别为自然光的 46.6%、61.4%、85.7%。由图 2 可知,在水平方向,树冠内的光照由外向内依次减弱,从外层到树冠中心,平均相对光照分别为 73.3%、64.9%、61.8%。不同垂直层次与其相对光强呈显著正相关($r=0.96^*$, $\alpha=0.05$)。

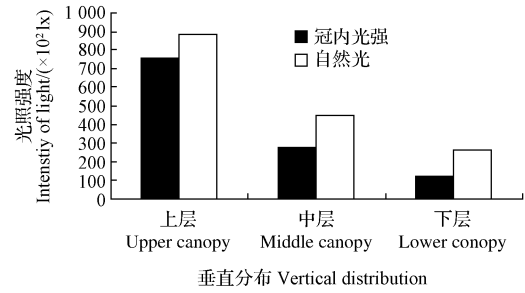


图 1 香梨树冠上、中、下层的光强变化

Fig. 1 The change of light intensity in the upper, middle and lower canopy of fragrant pear

2.2 香梨树冠内光照强度对果实品质的影响

由表 1 可知,在同一冠内,随结果部位上移,单果重

表 1 香梨树冠内光照分布下果实品质

Table 1 Fruit quality under different distribution of light in the canopy of fragrant pear

果实品质 Fruit quality	垂直分布 Vertical distribution			水平分布 Horizontal distribution		
	距地面 1 m	距地面 2 m	距地面 3 m	树冠内膛 1 m	树冠中部 2 m	树冠外围 3 m
单果重 Fruit weight/g	85.58	93.54	95.67	91.67	91.41	95.73
果形指数 Fruit shape index	1.02	1.11	1.09	0.98	1.07	1.04
果柄长 Peduncle long/mm	38.97	36.92	33.32	35.11	34.78	34.99
果柄粗 Peduncle thick/mm	4.80	4.70	4.75	4.73	4.78	4.67
果心纵径 Core longitudinal diameter/mm	32.99	31.60	30.96	31.25	31.47	31.22
果心横径 Core diameter/mm	31.74	29.85	30.27	31.15	30.06	29.97
去皮硬度 Peeled hardness/(kg·cm ⁻²)	8.11	7.69	7.06	7.21	7.26	7.51
不去皮硬度 Unpeeled hardness/(kg·cm ⁻²)	11.19	10.40	9.73	10.14	10.05	10.23
果点密度 Fruit dots density/(个·cm ⁻²)	33.76	32.45	31.78	31.26	29.67	30.57

2.3 香梨果实可溶性糖、可滴定酸及可溶性固形物含量的变化

如表 2 所示,在香梨冠内光照强度垂直分布上,可溶性固形物含量、可溶性糖含量自上而下递减,且上、中层果实极显著高于下层果实;可滴定酸含量自上而下递增,且上层果实极显著低于中、下层果实。上层比下层果实中的固酸比和糖酸比分别高 35.82%、43.59%。在香梨冠内光照强度水平分布上,可溶性固形物含量、可溶性糖含量由内到外递增且外层果实显著高于下层果

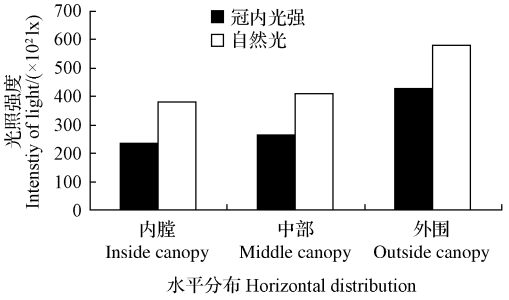


图 2 香梨树冠内、中、外的光强变化

Fig. 2 The change of light intensity inside, middle and outside canopy of fragrant pear

逐渐增大,在距地面 1 m 的下层树冠中,其单果重明显低于上、中层果实,说明下层光照不足,果实生长受到抑制。树冠外围的单果重大于树冠中部、内膛,且树冠中部和内膛单果重差异不明显,随结果部位上移,单果重增大。各层,各部位果实的果形指数变化不大,其纵横径都按同样的比例变化,所以对果形指数无明显影响。随结果部位上移,果柄的长度逐渐变小,果柄的粗度变化不明显;树冠内膛果柄长度大于树冠中部和外围,果柄粗变化不明显。从下层到上层,果心纵径逐渐变小,距地面 1 m 的下层树冠中,其果心横径大于上、中层果实;从里到外,果心纵径变化不明显,但树冠内膛的果实果心横径高于树冠中部、外围果实。同一冠内,随结果部位上移,果实去皮(不去皮)硬度逐渐减小,各部位果实的去皮(不去皮)硬度变化不明显。说明光照影响了果实生长,下层光线弱,果实生长较上、中层慢,表现为其硬度大于上、中层果实。下层和内膛果点密度高于其它部位,说明光照条件差的部位果实的果点较多,外观较差。

实。可滴定酸含量由内到外递减且外、中层果实极显著低于内膛果实。内膛比外围果实中的固酸比和糖酸比分别低 29.99%、36.49%。良好的光照能提高香梨果实中可溶性固形物含量、可溶性糖含量。可见果实可溶性固形物和可溶性糖含量与光照分布相吻合。根据试验数据,通过对果实可溶性固形物(N)和光照强度(H)得出,N 与 H 呈显著正相关,其表达式为 $N=10.56+0.001\ 1H(r=0.82^*, \alpha=0.05)$ 。在香梨光饱和点内,着生果实部位光照强度越大,此处光合作用就越强,制造

表 2 香梨树冠内光照分布下果实可溶性糖、可溶性酸及可溶性固形物含量

Table 2 Fragrant pear soluble sugar, soluble acid and soluble solids contents under different distribution of light in the canopy

不同部位	可溶性固形物含量	可溶性糖含量	可滴定酸含量	固酸比	糖酸比
Different part	Soluble solid content/%	Soluble sugar content/%	Titrateable acid content/%	Ratio of solid to acid	Ratio of sugar to acid
上层 Upper layer	11.26±0.09aA	8.51±0.61aA	0.058±0.004 5aA	195.19±16.90aA	147.61±22.41aA
中层 Middle layer	10.98±0.20aAB	7.72±0.075abAB	0.065±0.003 0bB	168.94±5.54aAB	118.84±4.44aAB
下层 Under layer	10.44±0.35bB	6.93±0.17bB	0.083±0.004 5bB	125.26±13.79bB	83.26±8.41bB
内膛 Inside canopy	10.82±0.30aA	7.27±0.58aA	0.078±0.002 1aA	137.59±5.02aA	92.49±8.10aA
中部 Middle canopy	10.93±0.06abA	7.97±0.007 8abA	0.065±0.001 5bB	167.13±4.29bAB	122.01±2.89aAB
外圈 Outside canopy	11.26±0.01bA	8.32±0.60bA	0.058±0.005 5cB	196.52±19.06cB	145.63±23.70bB

糖分和营养物质就越多,所以光照强度大的部位,果实含糖量高。

2.4 香梨果皮叶绿素、花青苷含量的变化

光对果实着色关系很大,其中叶绿素、花青苷是决定果实色泽的重要色素。在香梨冠内光照强度垂直分

布上,下层果实叶绿素含量比上层、中层略高,但差异均不显著。花青苷含量自上而下递减,且上层果实极显著高于中层和下层果实。在香梨冠内光照强度水平分布上,外围、内膛果实叶绿素略高于中部,但差异均不显著。花青苷含量外围果实显著高于内膛。

表 3 香梨树冠内光照分布下果皮叶绿素、花青苷含量

Table 3 Fragrant pear peel chlorophyll and anthocyanin contents under the distribution of light in the canopy

	垂直分布 Vertical distribution			水平分布 Horizontal distribution		
	上层	中层	下层	内膛	中部	外围
叶绿素 Chlorophyll	0.066 0±0.003 2aA	0.068 0±0.012 1aA	0.084 0±0.010 8aA	0.060 0±0.007 7aA	0.056 0±0.001 7aA	0.066 0±0.007 7aA
花青苷 Anthocyanin	0.132 0±0.003 1aA	0.074 3±0.003 3bB	0.074 0±0.001 4bB	0.068 0±0.020 6bA	0.120 0±0.034 1abA	0.898 0±0.004 1aA

3 结论与讨论

疏散分层树形的香梨冠内光强分布从上到下,从外到内光照强度递减。不同垂直层次与其相对光强呈显著正相关。在调节果实和环境关系中,最重要的是改善光照条件、增加光合作用。南疆香梨果园经常出现树体结构不合理,树冠内膛和下层光照条件恶化,结果部位外移,果实产量不高,品质不好等现象。因此果树的整形修剪工作尤其重要。

果实质量在冠内分布与光强分布相吻合,光照强度大的部位果实质量越好。在香梨光饱和点内,单果重、可溶性固形物、可溶性糖、花青苷含量随光照强度增大而升高;有机酸随光照强度增大而降低。这与何凤梨等^[4]在桃树,李青田^[5]在苹果,张琦等^[6]在香梨上的研究相一致。树冠小气候中,光强是影响果质产量的主要因子,在质量产量形成中有重要作用。着生果实部位光强越大果实越好,因此今后修剪要把“解决冠内光照”作为首要考虑因素。

果皮色泽是果皮内各种色素的综合表现。叶绿素、类胡萝卜素和酚类物质(主要有花青苷、黄酮和黄酮醇等)是决定果实色泽的三大类植物色素^[7]。绿色是叶绿素的颜色,果实接近成熟时绿色被降解,逐渐消失。下层果实光照较上中层弱,果实成熟度低,因此下层果实叶绿素含量较上中层高。花青苷是由花青素和糖组成,

花青素又是在糖代谢的基础上合成的。因此可溶性固形物含量的高低是影响花色苷合成的重要因素^[8]。光照好的部位可溶性固形物含量较高,利于花青素合成,果实色泽较其它部位好。果实色泽是果实质量重要指标之一,提高果实色泽的生产措施会对果实产量和其它质量指标产生不同的影响^[9],有些措施甚至会降低产量或某项质量水平,所以果实着色的研究必须与提高产量、可溶性固形物和糖酸比等相结合。

参考文献

[1] 孙建设,乔进春,张志华,等.光照与苹果果实品质及叶片营养状况[J].河北果树,1998(2):36.
[2] 王建新,牛自勉,李志强,等.乔砧富士苹果小同冠形相对光照强度的差异及对果实品质的影响[J].果树学报,2011,28(1):8-14.
[3] 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,2012,33(4):28-31.
[4] 何凤梨,王飞,魏钦平,等.桃树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.
[5] 李青田.光强与苹果质量产量的关系[J].农业气象,1982,3(1):37-43.
[6] 张琦,何天明,冯建菊,等.香梨树冠内的光照分布及其对果实品质的影响[J].落叶果树,2001(3):1-3.
[7] 张玉星.果树栽培学总论[M].北京:中国农业出版社,2011:96-97.
[8] 黄卫东,原永兵,彭宜本.温带果树结实生理[M].北京:农业大学出版社,1994:121.
[9] 顾曼如,束怀瑞,曲佳敏,等.红星苹果果实的矿质元素含量与品质关系[J].园艺学报,1992,19(4):301-306.

Light Distribution Inside Crown and Quality Determination of Fragrant Pear

CHEN Jiang¹,ZHANG Kaili¹,ZHANG Qi^{1,2}

(1.College of Plant Science,Tarim University,Alar,Xinjiang 843300;2.Key Laboratory of Protection and Utilization of Biological Resourcesin Tarim Basin,Xinjiang Production and Construction Corps,Alar,Xinjiang 843300)

弱光对干旱胁迫下大白菜幼苗抗氧化系统的影响

马晓丽

(晋中学院 生物科学与技术学院,山西 晋中 030600)

摘要:以大白菜(*Brassica campestris* L. ssp. *pekinensis*)品种“太原二青”幼苗为试材,采用聚乙二醇(PEG-6000)模拟干旱胁迫,研究了在干旱和弱光2种胁迫同时存在的条件下,白菜幼苗活性氧清除酶系统及其膜脂过氧化相关生理指标的变化及2种胁迫的相互作用。结果表明:白菜幼苗过氧化酶系统在单一弱光胁迫条件下超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)、抗坏血酸过氧化物酶(APX)活性随光强的减弱呈现明显上升趋势;在同时施加干旱胁迫后,白菜幼苗基本保持了原有的抗氧化酶系统变化趋势,但是由于干旱胁迫的存在,弱光胁迫没有使得 H_2O_2 和丙二醛(MDA)持续上升。

关键词:大白菜;弱光;干旱;过氧化

中图分类号:S 634.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)21-0014-04

大白菜(*Brassica campestris* L. ssp. *pekinensis*)属十字花科芸薹属蔬菜,是我国北方最主要的蔬菜作物之一。由于大白菜种植地区的跨度很广,各地栽培条件差异很大,对大白菜的抗逆性、产量以及品质等造成了很大影响。

目前就抗逆性而言,关于大白菜耐旱、耐盐、耐热、抗病性等方面已经有一些报道^[1-2]。随着干旱胁迫的增加,白菜含水量、叶绿素(chlorophyll, chl)含量和净光合速率都明显降低^[3];而丙二醛(MDA)含量、电导率、可溶性糖含量等指标显著上升^[4-7],PEG-6000模拟干旱胁迫

处理后白菜SOD、POD和CAT等活性均随着胁迫的增强呈现较大幅度的上升趋势^[8];关于弱光对白菜的生理生化影响,也有些报道,弱光对白菜光合特性与叶绿体超微结构都有明显的影响。弱光条件下,植株的光合速率、光补偿点、光饱和点等均呈现下降趋势^[9-10]。

植物在进化过程中,为了应对各种胁迫对细胞造成的氧化损伤,发展出酶保护系统和非酶保护系统。酶保护系统主要有超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)、过氧化氢酶(CAT)、谷胱甘肽过氧化物酶(GPX)、谷胱甘肽还原酶(GR)、抗坏血酸过氧化物酶(APX)、细胞色素C过氧化物酶(CPX)等。非酶保护系统主要包含一些天然的非酶抗氧化剂,如细胞色素、谷胱甘肽、甘露糖醇、抗坏血酸、泛醌、维生素E、类胡萝卜素等。

由于白菜栽培范围很广,植株所经受的胁迫往往不是某一种胁迫。以往的研究主要集中在某种单一的胁迫后对植株造成的生理影响,而研究大白菜生长过程中

作者简介:马晓丽(1972-),女,博士研究生,副教授,研究方向为植物细胞学。E-mail:mxl425@126.com

基金项目:国家自然科学基金资助项目(30870137);山西省高等学校科技创新基金资助项目(2013103);山西省高等学校科技创新资助项目(20101129)。

收稿日期:2015-07-27

Abstract: Using evacuation hierarchical pears trees as materials, which in the uniform growth of the normal fruits, divided trees crown into 1.0 m×1.0 m×1.0 m cube, whose center was the trunk, fruits quality in different parts was measured by testing the relative light intensity in the maturation period. The crown under the sunlight in vertical distribution and horizontal distribution of fragrant pear fruit appearance and inner quality difference were studied. The results showed that from top to bottom, from outside to inside the light intensity was decreasing, and the correlation of the relative light intensity and different vertical levels was significant. Specifically, when the distribution and light intensity was consistent, the fruit quality in the parts of lager lights strength was better. With the rising of the light intensity, single fruit weight, soluble solids, soluble sugars, anthocyanin content increased, however, organic acids decreased. So when the light intensity in the different position, the chlorophyll content of fruits in the low layer was higher than which in the middle and upper layer, and the fruits with low maturity.

Keywords: fragrant pear; delayed-open central leader system; inside crown; relative light intensity; fruit quality