

采前套袋微环境变化对桃果实品质的影响

张斌斌^{1,2}, 马瑞娟^{1,2,*}, 蔡志翔^{1,2}, 张春华^{1,2}, 颜志梅^{1,2}

¹江苏省农业科学院园艺研究所, 南京210014; ²江苏省高效园艺作物遗传改良重点实验室, 南京210014

摘要: 为明确套袋微环境变化对桃果实品质的影响机制, 筛选适合晚熟桃套袋的无纺布果袋, 以晚熟桃品种‘夕空’为材料, 以不套袋为对照, 研究了采前白、黑、蓝、紫色无纺布袋内微环境(温度和湿度)的日变化特征及其对果实品质的影响。结果表明: 温度与湿度日变化曲线呈相反的趋势。白天不同处理的温度变化呈先升高后降低的趋势, 峰值出现在中午12:00之后; 湿度变化则呈“V”型。套袋微环境中的平均温度和湿度均较对照升高。采前不同处理袋内微环境变化存在差异, 对桃果实品质形成的影响各异。套袋果实的亮度值(L)均较对照显著提高, 而果皮中花色苷(Ant)含量显著降低, 可溶性固形物含量(SSC)、带皮果实硬度和去皮果实硬度均与对照差异不显著。套黑色无纺布袋并在采前拆袋的果实红色饱和度(a)、色饱和度(C)、a/b比值(b为黄色饱和度)和果皮中Ant含量较对照显著降低, 采前拆袋并未显著改善‘夕空’桃的外观品质。紫色无纺布套袋处理的果实a值和a/b比值、果皮中Ant含量、果肉中总糖含量及糖酸比都较低。白色与蓝色无纺布套袋处理的果实相比较, 单果重、果皮中Ant含量、C值、果肉中总糖含量及糖酸比差异不显著, 但具有较高的a值和a/b比值。研究表明, 在长江中下游地区, 白色无纺布果袋对晚熟桃套袋较为适合。

关键词: 桃; 套袋; 聚丙烯无纺布; 微环境; 果实品质

Effects of Preharvest Micro-Environment Inside Bags on Peach Fruit Quality

ZHANG Bin-Bin^{1,2}, MA Rui-Juan^{1,2,*}, CAI Zhi-Xiang^{1,2}, ZHANG Chun-Hua^{1,2}, YAN Zhi-Mei^{1,2}

¹Institute of Horticulture, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing 210014, China; ²Jiangsu Key Laboratory for Horticultural Crop Genetic Improvement, Nanjing 210014, China

Abstract: This study explored the effects of preharvest bagging on fruit quality of peach (*Prunus persica*) in order to select suitable polypropylene nonwoven fruit bag for late-ripening peach. We researched the micro-environment inside (temperature and humidity) of peach cultivar ‘Xikong’ with different bagging treatments, i.e. white, black, blue and purple polypropylene nonwoven bags, and the relationship between micro-environment inside and fruit quality was analyzed, while the non-bagged fruit was used as control. The results showed that diurnal variation trends between temperature and humidity were contrary. The temperature trends of all the different treatments increased at first and then decreased in daytime, which had peak values after 12:00. However, “V” types were observed on humidity. Both average temperature and humidity in bags were higher than the control during the experiment. Micro-environment varied in different treatments, having important effects on quality formation of peach. In details, the skin brightness (L) of bagged fruits was higher than the control but anthocyanin (Ant) content in the peel was contrary. Meanwhile, soluble solid content (SSC), as well as fruit firmness with and without skin had no obvious differences with the control. The external quality of black polypropylene nonwoven bagging treatment was not significantly developed after preharvest bag removal because red saturation scale (a), chroma (C), a/b (b is yellow saturation scale) value and Ant content in the peel were significantly lower than the control. No higher a value, a/b value, Ant content in the peel, total soluble sugar content and sugar/acid ratio in the flesh were observed on purple polypropylene nonwoven bagging treatment. Compared to fruits in blue polypropylene nonwoven bags, the fruits in white polypropylene nonwoven bags had no significantly higher fruit weight, Ant content in the peel, C value, total soluble sugar content and sugar/acid ratio in the flesh, but had higher a and a/b value. From the results, we can conclude that white polypropylene nonwoven bags are suitable for late-ripening peach in the lower reaches of the Yangtze River.

Key words: peach; bagging; polypropylene nonwoven; micro-environment; fruit quality

桃是我国第四大水果, 产量和面积均居世界首位, 且近年来呈逐年增加的趋势, 但我国的鲜桃及桃加工品贸易比重却较低。据联合国粮农组织

收稿 2014-10-27 修定 2015-02-02
资助 现代农业(桃)产业技术体系建设专项资金(CARS-31)。
* 通讯作者(E-mail: rjmajaas@aliyun.com; Tel: 025-84390220)。

(FAO)统计资料, 2011年我国鲜桃出口量仅为3.9万t, 出口额2 749.8万美元, 分别占世界出口量和出口额的2.18%和1.32%。提高桃果实的商品性是增加贸易比重的途径之一。长江中下游地区夏季高温多湿, 中晚熟桃品种存在病虫害严重、着色不良、外观品质差等问题, 降低了果实的商品性。桃果实套袋可改变果实生长发育的微环境, 使果面洁净, 有效防止病虫害对果实的侵害, 改善外观品质和内在品质, 提高商品价值(马瑞娟等2012; Lima等2013)。果实品质的形成与环境因子密切相关, 而套袋由于使果实处于一个相对密闭的环境中, 袋内微环境变化、波动幅度均会对果实品质产生影响。Jia等(2005)对套袋的‘白凤’桃果实品质进行了研究, 发现套袋并未影响单果重、可溶性固形物含量(soluble solid content, SSC)和可滴定酸含量, 套橘黄色果袋的果皮中花色素苷(anthocyanin, Ant)含量低于不套袋果实, 采前拆袋能增大果实的着色面积。王磊等(2007, 2013)的研究表明, 套袋可通过降低光强、提高温度、增加湿度来改善番茄果实发育的微环境, 促进果实生长。厉恩茂等(2008)对苹果进行套袋试验, 发现烟台地区高温往往伴随极度干燥, 当袋内温度超过35℃时, 微域湿度一般低于40%, 不同袋型对苹果果实外观品质的影响各异。滕玉柱等(2011)的研究表明, 聚丙烯无纺布果袋可有效改善葡萄果穗生长的微环境, 果袋内部温度和湿度变化较温和, 极端情况持续时间较短, 显著改善了综合品质。聚丙烯无纺布果袋具有防水、透气、透光、可降解等优良性能, 价格低廉, 在果实套袋上有较好的应用前景, 但目前在高质量桃果品生产上的应用尚处于起步阶段, 基于果袋内微环境变化与果实品质形成关系的研究也鲜见报道。夏季梅雨季节过后, 长江中下游地区往往长时间处于高温天气条件下, 此时恰逢中晚熟桃的成熟期。本试验以8月上中旬成熟的‘夕空’桃为材料, 采用白、黑、蓝、紫色无纺布果袋进行套袋处理, 研究了果实成熟前期袋内微环境的变化, 并对果实品质进行测定分析, 以期探讨套袋对桃果实品质的影响机制提供依据, 为生产上无纺布果袋的应用提供参考。

材料与方 法

1 试验材料与设 计

试验于2013年在江苏省农业科学院桃试验园

进行。选用树体健壮、长势基本一致的八年生晚熟桃[*Prunus persica* (L.) Batsch]品种‘夕空’为材料, 行株距5 m×3.5 m, 树形为自然开心形。试验植株均按常规栽培措施管理。供试果袋为19 cm×17 cm (长×宽)的聚丙烯白色(透光率为82.97%)、黑色(透光率为11.15%)、蓝色(透光率为72.48%)、紫色(透光率为45.51%)无纺布袋, 均购自青岛沃农现代农业有限公司, 以不套袋为对照, 共5个处理。

于2013年5月下旬, 选取大小和发育相对一致的正常果实进行套袋处理。套袋前疏果, 留果量基本一致, 并喷施一次杀虫、杀菌剂。每种处理的果实 在 树 体 上 均 匀 分 布, 单 株 小 区, 3 次 重 复。在长江中下游地区, 由于晚熟桃成熟时梨小食心虫等易危害果实, 为保证较好的果实着色和防病虫害侵染, 于果实成熟前6 d的下午16:00后对套黑色无纺布袋的处理进行拆袋。果实成熟后, 每树每处理按东、西、南、北4个方位随机采取果实, 迅速带回实验室。每处理随机选取20个果实, 用于相关指标的分析测定, 3次重复。

2 测定内容与方 法

于8月初将HOBO U12温湿度记录仪(美国Onset公司)置于树体外围果实的果袋内, 对袋内温度和湿度进行不间断实时监测, 对于不套袋的果实则将温湿度记录仪固定于果实旁侧。设定温湿度记录仪为每5 min记录一次数据, 试验测定期间以晴好天气为主。分别选择黑色无纺布拆袋前6和1 d及拆袋后5 d(即采收前1 d)3个典型时期的温度和湿度数据进行分析。套黑色无纺布袋的果实拆袋后果实暴露于空气中, 与不套袋果实周围温湿度变化一致, 因此, 本研究选取对照的温度和湿度数据为二者共用。根据日变化数据分别求得不同时期温度和湿度的最大值、最小值、日均值, 最大值与最小值之差即为极差。

用TES-1339R型数字记录照度计(台湾泰仕公司)测定不同无纺布袋的透光率。每种无纺布袋分别取10只, 将照度计光照探头置于稳定全光照条件下, 测定光照强度, 然后将光照探头伸入果袋内, 探头朝向光源方向, 在果袋袋口、中部和底部各选3个点测定光照强度, 求平均值并计算透光率, 3次重复。

单果重用电子天平称量。用ATAGO(日本)便携数显折光仪PAL-1测定果肉中SSC。在果实缝合

线两侧中部取中心点用TA. XT Plus型质构仪(英国Stable Micro System公司)测定带皮果实硬度和去皮果实硬度, 探头直径8 mm, 测试深度5 mm, 贯入速度 $1 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$ 。取果实的横径和侧径的端点共4个点以Color Quest XE色差计(美国Hunter Lab公司)采用Hunter Lab表色系统测定亮度值(L)、红色饱和度(a)和黄色饱和度(b), 并计算色饱和度(C)和色调角(h), $C = \sqrt{a^2 + b^2}$, $h = \arctan(b/a)$, 每个指标取4个点的平均值作为1个果实的相应指标值。果皮中叶绿素(chlorophyll, Chl)含量测定参照李合生(2000)的方法, 以95%的乙醇提取, 测定665和649 nm下的吸光度; 果皮中Ant含量测定参照马志本和程玉娥(1984)的方法。果皮中类黄酮和总酚含量的测定参照曹建康等(2007)的方法, 以不同浓度的芦丁制作标准曲线计算类黄酮含量, 以不同浓度的没食子酸制作标准曲线计算总酚含量。用高效液相色谱仪(Agilent 1100, 美国Agilent公司), 参照沈志军等(2007)的方法测定果肉中蔗糖、葡萄糖、果糖、山梨醇、奎尼酸、苹果酸和柠檬酸含量; 总糖=蔗糖+葡萄糖+果糖+山梨醇, 总酸=奎尼酸+苹果酸+柠檬酸, 并计算糖酸比。

3 数据分析

试验设3次重复, 采用Excel进行数据处理、作图, 用SPSS 16.0软件进行数据统计与分析, 不同处理品质指标数据均经邓肯氏新复极差测验。

实验结果

1 果实采收前期袋内外温度和湿度比较

1.1 不同时期袋内外温度日变化特征及极值分析

由图1可见, 最低温度在一天中一般都出现在5:00~6:00。不同处理在0:00~8:00和18:00~24:00的变化趋势基本一致。各处理在8:00~18:00间的不同时刻存在较明显的差异, 在3个典型时期表现也不同: 在拆袋前6和1 d, 温度均呈先升高后降低的趋势, 且对照的温度较其他处理低, 不同颜色的无纺布套袋处理中, 紫色处于较低水平, 白色和蓝色波动幅度较大, 尤其在午间(图1-A、B); 在拆袋后5 d, 白色无纺布袋内的温度在12:50之前始终最低, 而紫色无纺布袋处理最高, 其次是蓝色无纺布袋, 此后, 以对照最低, 紫色无纺布袋内的温度仍较高(图1-C)。

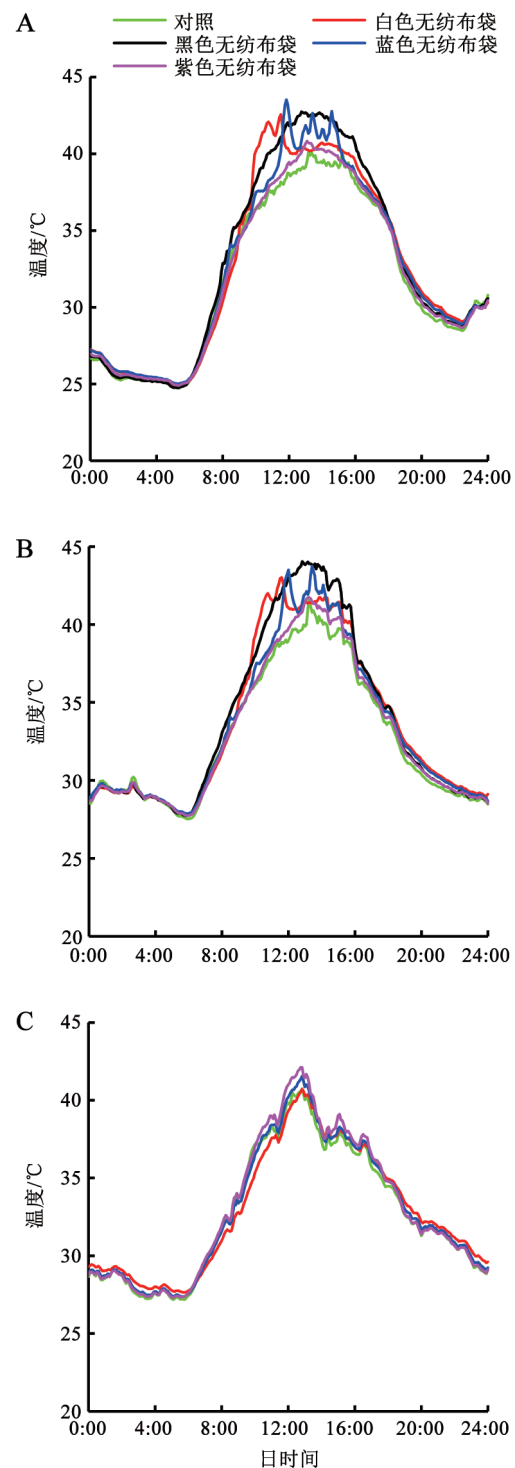


图1 不同时期果袋内温度日变化

Fig.1 Changes in diurnal variation of temperature in bags during different experiment stages

A、B、C分别为黑色无纺布袋拆袋前6、1 d和拆袋后5 d。

表1显示了3个时期不同处理温度的极值和平均值。温度的最小值、最大值、平均值和极差在

表1 不同时期果袋内温度极值的变化

Table 1 Changes in extremum of temperature in bags during different experiment stages

时期		对照	白色无纺布袋	黑色无纺布袋	蓝色无纺布袋	紫色无纺布袋
拆袋前6 d	最小值	24.73	24.87	24.75	25.02	24.90
	最大值	40.17	42.56	42.74	43.53	40.83
	平均值	31.86	32.61	32.88	32.53	32.05
	极差	15.44	17.69	17.99	18.51	15.93
拆袋前1 d	最小值	27.53	27.83	27.73	27.88	27.73
	最大值	41.62	43.01	44.04	43.74	41.74
	平均值	32.78	33.63	33.85	33.42	33.02
	极差	14.09	15.18	16.31	15.86	14.01
拆袋后5 d	最小值	27.19	27.65		27.38	27.31
	最大值	40.75	40.72		41.56	42.12
	平均值	32.68	32.84		32.89	33.02
	极差	13.56	13.07		14.18	14.81

拆袋前6和1 d均以对照最低;蓝色无纺布套袋处理在拆袋前6 d具有最高的温度最小值和最大值,蓝色无纺布袋在拆袋前1 d具有最高的温度最小值,而此时一天中的最高温度出现在黑色无纺布袋内(为44.04 °C);从平均值看,温度由大到小依次为黑、白、蓝、紫色无纺布袋。拆袋后5 d的温度与前2个时期存在差异,平均值由大到小为紫、蓝、白色无纺布袋及对照。

1.2 不同时期袋内外湿度日变化特征及极值分析

从图2可以看出,不同处理湿度与温度日变化(图1)呈相反的趋势,不同时期的白天都表现为“V”型。3个典型时期相比,一天中湿度最大值均出现在上午5:00~6:40,其中拆袋前6 d为5:00左右(图2-A),拆袋前1 d为6:40左右(图2-B),拆袋后5 d为5:40左右(图2-C);在8:00~18:00之间,所有处理均在不同时刻出现较大程度的波动,表明白天时无论果实套袋与否,湿度变化幅度均较大。

由表2可知,在3个典型时期,各处理湿度日变化中的最小值、最大值、平均值和极差大小排序都不尽相同。在拆袋前6 d,白色无纺布袋内湿度的最小值最高,其次是紫色无纺布袋,黑色无纺布袋处理最低;而最大值则出现在蓝色无纺布袋内,其次是黑色无纺布袋、对照和白色无纺布袋;不同处理湿度平均值由大到小排序为蓝、紫、白色无纺布袋、对照、黑色无纺布袋。拆袋前1 d,湿度最小和最大值分别出现在黑色和蓝色无纺布袋内,平均值以蓝色无纺布袋处理最高,黑色无纺

布袋最低。在拆袋后5 d,不同处理湿度最小值和平均值由大到小为白色无纺布袋、紫色无纺布袋、对照、蓝色无纺布袋,最大值由大到小则为对照,蓝、白、紫色无纺布袋处理。

2 不同颜色无纺布套袋对‘夕空’桃果实品质的影响

2.1 对单果重和内在品质的影响

表3表明,单果重以对照的最高,蓝、紫色无纺布袋处理与对照差异不显著,白、黑色无纺布袋处理则显著低于对照。白、蓝色无纺布袋处理与对照的果肉中总糖含量差异不显著,但均显著高于紫色无纺布袋。蓝、紫色无纺布袋处理的果肉中总酸含量差异不显著,但均显著高于白、黑色无纺布袋。紫色无纺布袋处理的果肉中糖酸比处于最低水平,其他处理差异不显著。不同处理的SSC、带皮果实硬度和去皮果实硬度均无显著差异。表明‘夕空’桃套无纺布袋对食用品质和硬度影响程度较小。

2.2 对果皮色泽的影响

表4显示,白色无纺布袋处理果皮的 a 、 b 、 C 、 h 和 a/b 值均与对照差异不显著,而 L 值显著高于对照;黑色无纺布袋处理果皮的 a 、 C 和 a/b 值均显著低于对照,而 L 和 h 值则相反;蓝、紫色无纺布袋处理的 a 和 a/b 值显著低于对照,而 b 和 h 值则相反。不同套袋处理间相比较,白色无纺布袋处理的 L 值最低,其他3个处理差异不显著,而 a/b 值恰相反,以白色的最高; a 值以白色无纺布袋处理最高,黑、蓝色次之。表明套袋能显著提高桃

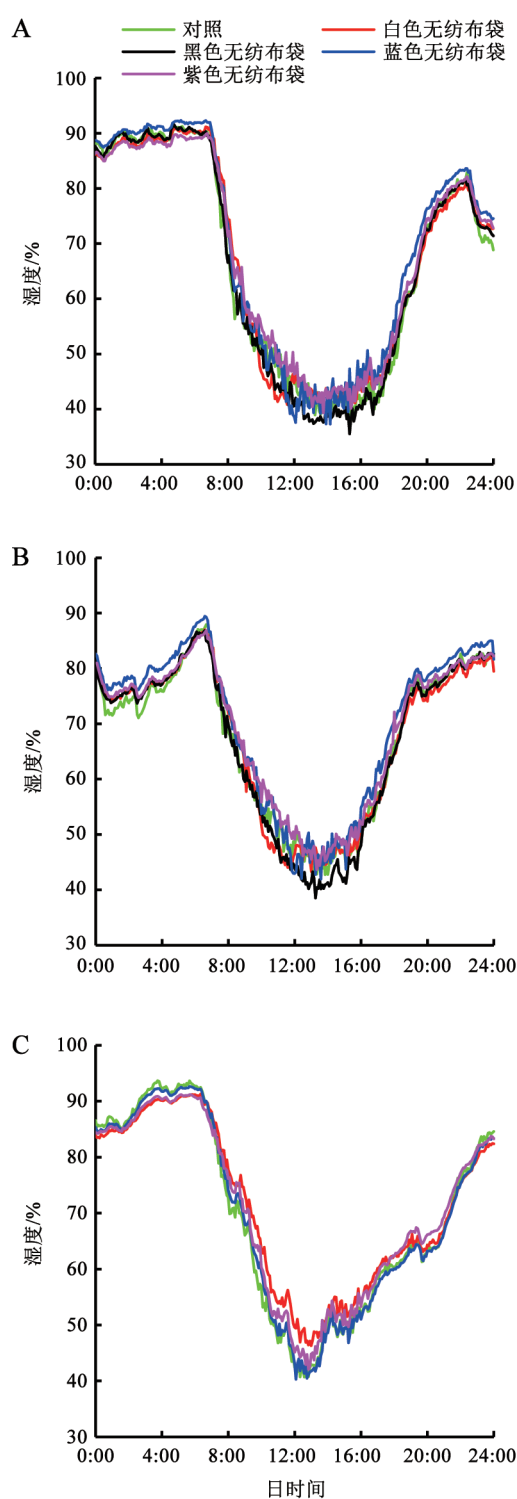


图2 不同时期果袋内湿度日变化

Fig.2 Changes in diurnal variation of humidity in bags during different experiment stages

A、B、C分别为黑色无纺布袋拆袋前6、1 d和拆袋后5 d。

果实的光洁度,但一定程度上不利于外观红色色

泽的显现,其中以透光率较高的白色无纺布套袋的着色较好,具有与对照相近的外观红色色泽。

2.3 对果皮中色素含量的影响

从果皮中色素含量看,黑色无纺布套袋处理的果皮中Ant、Chl、类黄酮和总酚含量均显著低于其他处理;果皮中Ant含量以对照最高,其次是白色无纺布套袋处理;对照,白、蓝、紫色无纺布套袋处理的果皮中Chl、类黄酮和总酚含量均无显著差异(表5)。可见,套袋不利于果皮中Ant的积累,套透光率很低的黑色无纺布袋使果皮中Chl积累能力较不套袋果实降低。

2.4 对果肉中糖、糖醇和有机酸含量的影响

由表6可见,不同处理的果肉中蔗糖含量均差异不显著,对照、白色和蓝色无纺布套袋处理的果肉中葡萄糖含量较高,蓝色无纺布套袋处理的果肉中果糖和山梨醇含量均最高。另外,黑色无纺布套袋处理的果肉中奎尼酸含量最低,对照最高;白色和黑色无纺布套袋处理的果肉中苹果酸含量处于最低水平,而紫色的最高;果肉中柠檬酸含量以蓝色无纺布套袋处理最高,对照、白色和黑色无纺布套袋处理较其显著降低,且三者差异不显著。

讨 论

1 不同颜色无纺布袋内温度和湿度变化与桃果实品质

本试验结果表明,套袋为桃果实生长发育提供了一个相对封闭的环境,使其在白天微环境中的温度较自然环境中提高,当夜间温度下降时,袋内温度下降幅度较外界小,温度最小值和日变化极差均比对照高,从而导致日均温也较高。套袋营造的增温作用和低光照环境有降低果肉中糖含量的趋势(表3),这可能是因为套袋提供的弱光环境和较高温度不仅降低了果皮进行光合作用的能力,提高了果实的呼吸消耗,还有可能影响果实中的糖类代谢(郝燕燕等2011)。

果袋内微环境状况与果袋材质密切相关。有研究表明,在烟台地区对苹果套不同层数的纸袋,当大气温度达到30℃以上时纸袋内的温度急剧升高,湿度急剧降低,甚至处于极度干燥状态(厉恩茂等2008)。这是因为纸袋透气性相对较差,导致袋内湿度剧烈变化,并有可能影响果皮细胞的发育

表2 不同时期果袋内湿度极值的变化

Table 2 Changes in extremum of humidity in bags during different experiment stages

时期		对照	白色无纺布袋	黑色无纺布袋	蓝色无纺布袋	紫色无纺布袋
拆袋前6 d	最小值	38.48	40.62	35.52	37.27	39.30
	最大值	91.24	91.16	91.56	92.33	89.97
	平均值	66.46	67.02	65.99	68.63	67.82
	极差	52.76	50.54	56.04	55.06	50.67
拆袋前1 d	最小值	42.74	43.29	38.51	41.92	43.66
	最大值	87.93	87.00	86.86	89.42	86.87
	平均值	67.15	67.21	66.50	69.77	68.89
	极差	45.19	43.71	48.35	47.50	43.21
拆袋后5 d	最小值	40.69	46.31		40.30	42.07
	最大值	93.68	91.31		92.66	91.18
	平均值	69.46	70.98		69.36	70.48
	极差	52.99	45.00		52.36	49.11

表3 不同无纺布袋对‘夕空’桃果实单果重和内在品质的影响

Table 3 Effects of different polypropylene nonwoven bags on fruit weight and internal quality of ‘Xikong’ peach

处理	单果重/g	SSC/%	总糖含量/ g·kg ⁻¹ (FW)	总酸含量/ g·kg ⁻¹ (FW)	糖酸比	带皮果实硬度/ kg·cm ⁻²	去皮果实硬度/ kg·cm ⁻²
对照	224.34 ^a	15.25 ^a	110.03 ^{ab}	4.45 ^{ab}	24.84 ^a	7.09 ^a	3.00 ^a
白色无纺布袋	206.43 ^b	15.36 ^a	111.69 ^a	4.23 ^b	26.80 ^a	7.08 ^a	3.26 ^a
黑色无纺布袋	205.93 ^b	14.83 ^a	101.53 ^{bc}	4.13 ^b	24.60 ^a	6.48 ^a	2.88 ^a
蓝色无纺布袋	214.72 ^{ab}	15.29 ^a	115.46 ^a	4.60 ^a	25.08 ^a	6.91 ^a	2.83 ^a
紫色无纺布袋	212.44 ^{ab}	14.96 ^a	94.35 ^c	4.56 ^a	20.68 ^b	6.87 ^a	3.01 ^a

同列不同小写字母表示处理间差异显著($P < 0.05$); 表4-6同此。

表4 不同无纺布袋对‘夕空’桃果皮色泽的影响

Table 4 Effects of different polypropylene nonwoven bags on peel color of ‘Xikong’ peach

处理	<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>C</i>	<i>h</i>	<i>a/b</i>
对照	64.42 ^c	17.03 ^a	25.70 ^b	32.82 ^a	57.30 ^c	0.76 ^a
白色无纺布袋	67.75 ^b	15.98 ^a	25.53 ^b	31.53 ^{ab}	59.00 ^{bc}	0.68 ^a
黑色无纺布袋	71.80 ^a	12.84 ^b	25.21 ^b	29.59 ^c	64.07 ^b	0.55 ^b
蓝色无纺布袋	72.27 ^a	10.64 ^{bc}	28.75 ^a	31.57 ^{ab}	70.12 ^a	0.44 ^b
紫色无纺布袋	72.41 ^a	9.30 ^c	28.08 ^a	30.76 ^{bc}	72.17 ^a	0.47 ^b

表5 不同无纺布袋对‘夕空’桃果皮中色素含量的影响

Table 5 Effects of different polypropylene nonwoven bags on pigment contents in the peel of ‘Xikong’ peach

处理	Ant含量/nmol·g ⁻¹ (FW)	Chl含量/μg·g ⁻¹ (FW)	类黄酮含量/mg·g ⁻¹ (FW)	总酚含量/mg·g ⁻¹ (FW)
对照	23.36 ^a	2.06 ^a	0.36 ^{ab}	0.28 ^a
白色无纺布袋	16.73 ^b	2.21 ^a	0.35 ^{ab}	0.27 ^{ab}
黑色无纺布袋	7.61 ^d	1.34 ^b	0.29 ^b	0.22 ^b
蓝色无纺布袋	14.00 ^{bc}	2.40 ^a	0.41 ^a	0.30 ^a
紫色无纺布袋	11.56 ^{cd}	2.35 ^a	0.36 ^{ab}	0.26 ^{ab}

表6 不同无纺布袋对‘夕空’桃果肉中糖、糖醇和有机酸含量的影响
Table 6 Effects of different polypropylene nonwoven bags on sugar, sugar alcohol and organic acid contents in the flesh of ‘Xikong’ peach

处理	g·kg ⁻¹ (FW)						
	蔗糖	葡萄糖	果糖	山梨醇	奎尼酸	苹果酸	柠檬酸
对照	75.71 ^a	18.59 ^a	7.74 ^b	7.99 ^b	1.33 ^a	2.54 ^{ab}	0.58 ^b
白色无纺布袋	76.42 ^a	19.31 ^a	8.00 ^b	7.96 ^b	1.20 ^{ab}	2.42 ^b	0.61 ^b
黑色无纺布袋	74.76 ^a	12.31 ^b	7.89 ^b	6.57 ^c	1.07 ^b	2.50 ^b	0.56 ^b
蓝色无纺布袋	76.74 ^a	18.74 ^a	8.94 ^a	11.04 ^a	1.19 ^{ab}	2.59 ^{ab}	0.83 ^a
紫色无纺布袋	68.89 ^a	9.98 ^b	7.94 ^b	7.55 ^{bc}	1.21 ^{ab}	2.69 ^a	0.67 ^{ab}

状态。本试验选用的无纺布袋具有防水透气特性,一定程度上可缓解袋内湿度的剧烈变化,有利于保护桃果皮表皮细胞免受伤害。滕玉柱等(2011)在青岛平度采用无纺布袋对葡萄进行套袋处理,发现湿度最大值较自然环境高,与本研究结果一致;而湿度平均值低于大气湿度,且降低幅度大,与本研究结果存在差异,这可能与不同纬度地区环境条件差异有关。

2 套无纺布袋影响桃果实内山梨醇代谢

山梨醇是桃叶片光合产物的主要形态,其次是蔗糖(Moing等2007),通过韧皮部运输进入果实,并可在果实内被迅速转化。相关研究表明,叶片和绿色果实均为含有Chl的光合器官(Robert等1999; Yen和Koch 1990),而山梨醇至少来源于叶片和果实两类光合器官的光合作用,但其形成主要依赖于外源叶片的光合作用供应(Hieke等2002)。有研究表明,套袋提供的弱光和高温环境可能影响了果实内同化物代谢与运转酶类的活性,降低了果实进行光合作用的能力,使套袋的果实库强降低,从而导致叶片光合速率下降,光合产物运输、果实中碳同化物的分配和积累受到影响(陈俊伟等2001; 周兴本和郭修武2005)。本研究结果表明,不同无纺布套袋处理的果肉中山梨醇含量存在差异,以套黑色无纺布袋的最低,蓝色最高,这可能是由于不同颜色无纺布袋造成的袋内光质差异影响了果实中山梨醇代谢相关酶的活性所致。

3 不同颜色无纺布袋处理后桃果实品质差异

光在植物生长发育过程中为光合作用、有机物质合成和生长发育提供能源(Rapparini等1999; Bastías和Corelli-Grappadelli 2012),影响果实着色,还能作为一种环境信号调控果实品质的形成(Ad-

ams-Phillips等2004)。王建武等(2003)用白色和蓝色无纺布袋对‘妃子笑’荔枝进行套袋处理,发现对增进果实着色、提高单果重有明显效果,尤其是白色无纺布袋的增重效果更明显。杨长青等(2006)研究了白、黑、绿、蓝色果袋对‘石硖’龙眼果实品质的影响,发现套袋对果实大小、单果重、SSC和可滴定酸含量影响不一,但可显著改善果实的外观颜色,增加L和C值,提高果皮中类黄酮和Ant含量,促进果皮中Chl的降解。王磊等(2007)发现,套白色无纺布袋的番茄果实硬度、SSC和糖酸比降低,维生素C和可溶性糖等物质含量减少,加速了果皮中Chl的降解,但增加了果实含水量和单果重。本试验结果表明,套袋桃果实的红色色泽、果皮中Ant含量均较不套袋果实的降低,紫色和黑色无纺布套袋处理的果皮中Ant含量降低最为明显,同时,套白、黑、蓝色无纺布袋果实的果肉中总糖含量与对照无显著差异,而套紫色无纺布袋的果实显著降低;此外,不同套袋处理的果肉中葡萄糖、果糖和山梨醇含量存在差异,有的甚至比不套袋果实显著提高。套袋环境下,果实一定程度上积累糖组分的能力并不弱,然而Ant含量却降低,说明糖不是Ant合成的限制因素,而是套袋提供的低光照环境(高华君等2006),不同处理糖含量存在差异的原因之一可能是套袋影响了蔗糖代谢相关酶基因的表达,进而影响糖积累酶活性的变化,并且这种影响的大小与果袋材质有关(杨绍兰等2013)。本研究中使用的无纺布袋由于颜色不同,透过光质种类、波长也不相同,果实生长发育所处的光照条件随之改变,从而影响了果实的着色,而光照诱导的Ant合成基因的表达还有待进一步研究。

综上所述,套不同颜色无纺布果袋均能提高‘夕空’桃果面光洁度,改善外观品质,其中,套白色无纺布袋的果实外观红色明显,内在品质与不套袋果实无明显差异,对长江中下游地区晚熟桃的套袋较为适合。

参考文献

- 曹建康,姜微波,赵玉梅(2007). 果蔬采后生理生化实验指导. 北京: 中国轻工业出版社
- 陈俊伟,张上隆,张良诚,徐昌杰,陈昆松(2001). 柑橘果实遮光处理对发育中的果实光合产物分配、糖代谢与积累的影响. 植物生理学报, 27 (6): 499~504
- 高华君,王少敏,王江勇(2006). 套袋对苹果果皮花青苷合成及着色的影响. 果树学报, 23 (5): 750~755
- 郝燕燕,任宏伟,郭平毅(2011). 苹果果实套袋对光合同化物积累与转化的影响. 园艺学报, 38 (2): 233~239
- 厉恩茂,史大川,徐月华,陈锋,翟衡(2008). 套袋苹果不同类型果袋内温、湿度变化特征及其对果实外观品质的影响. 应用生态学报, 19 (1): 208~212
- 李合生(2000). 植物生理生化实验原理和技术. 北京: 高等教育出版社
- 马瑞娟,张斌斌,蔡志翔,倪林箭,李桂祥,丁辉(2012). 不同类型果袋对霞光油桃果实品质的影响. 江苏农业学报, 28 (3): 627~631
- 马志本,程玉娥(1984). 关于苹果果实表面花青素含量的化学测定方法. 中国果树, (4): 49~51
- 沈志军,马瑞娟,俞明亮,蔡志翔,宋宏峰,李晓(2007). 桃果实发育过程中主要糖及有机酸含量的变化分析. 华北农学报, 22 (6): 130~134
- 滕玉柱,樊连梅,沈俊岭,刘成连,王永章,原永兵(2011). 无纺布果袋(PP果袋)对红地球和玫瑰香葡萄果实品质的影响. 果树学报, 28 (5): 787~791
- 王建武,陈厚彬,周强,张新明(2003). 套袋对荔枝果实质量和农药残留的影响. 应用生态学报, 14 (5): 710~712
- 王磊,高方胜,徐坤,徐宁(2013). 果袋颜色对番茄果实微环境及产量和品质的影响. 应用生态学报, 24 (8): 2229~2234
- 王磊,徐坤,高方胜,徐宁(2007). 套袋对越冬番茄果实特性及品质的影响. 中国农业科学, 40 (2): 345~351
- 杨长青,李建光,韩冬梅,吴振先,潘学文,李荣(2006). 套袋对石硖龙眼果实品质及贮藏生理的影响. 华南农业大学学报, 27 (4): 5~9
- 杨绍兰,王玫,张晓菲,王成荣,王然(2013). 套袋对‘荏梨’果实蔗糖代谢及相关酶基因表达的影响. 园艺学报, 40 (10): 1887~1897
- 周兴本,郭修武(2005). 套袋对红地球葡萄果实发育过程中糖代谢及转化酶活性的影响. 果树学报, 22 (3): 207~210
- Adams-Phillips L, Barry C, Giovannoni J (2004). Signal transduction systems regulating fruit ripening. Trends Plant Sci, 9 (7): 331~338
- Bastias RM, Corelli-Grappadelli L (2012). Light quality management in fruit orchards: physiological and technological aspects. Chil J Agr Res, 72 (4): 574~581
- Hieke S, Menzel CM, Lüdders P (2002). Effects of leaf, shoot and fruit development on photosynthesis of lychee trees (*Litchi chinensis*). Tree Physiol, 22 (13): 955~961
- Jia HJ, Araki A, Okamoto G (2005). Influence of fruit bagging on aroma volatiles and skin coloration of ‘Hakuho’ peach (*Prunus persica* Batsch). Postharvest Bio Tec, 35 (1): 61~68
- Lima AJB, Alvarenga AA, Malta MR, Gebert D, Lima EB (2013). Chemical evaluation and effect of bagging new peach varieties introduced in southern Minas Gerais-Brazil. Food Sci Technol, 33 (3): 434~440
- Moing A, Langlois N, Svanella L, Zanetto A, Gaudillère J-P (1997). Variability in sorbitol:sucrose ratio in mature leaves of different *Prunus* species. J Am Soc Hortic Sci, 122 (1): 83~90
- Rapparini F, Rotondi A, Baraldi R (1999). Blue light regulation of the growth of *Prunus persica* plants in a long term experiment: morphological and histological observations. Trees, 14 (3): 169~176
- Robert MS, Suzan EH, Davies WJ (1999). Photosynthetic activity of the calyx, green shoulder, pericarp and locular parenchyma of tomato fruit. J Exp Bot, 50 (344): 707~718
- Yen CR, Koch KE (1990). Developmental changes in translocation and localization of ¹⁴C-labeled assimilates in grapefruit: light and dark CO₂ fixation by leaves and fruit. J Am Soc Hortic Sci, 115 (5): 815~819