果 树 学 报 2025，42（7）：1502-1517
Journal of Fruit Science

DOI:10.13925/j.cnki.gsxb.20250238

不同类型果袋对紫金红2号桃果皮色泽和果实品质的影响

游双红，史文景，陈元平，魏召新，周广文，刘家红，晏重西，韩国辉*

（重庆市农业科学院果树研究所，重庆 401329）

摘 要：【目的】探究不同类型果袋对生长发育后期桃果皮色素和桃果实品质的影响，筛选适宜重庆地区早熟油桃的果袋类型。**【方法】**以紫金红2号桃为研究对象，花后30 d进行不同类型果袋处理：单层白色（Ⅰ）、黄色（Ⅱ）纸袋，双层外黄内白（Ⅲ）和外黄内黑纸袋（Ⅳ），测定桃果皮色差、色素和果实品质等指标；利用相关性、主成分分析及热图分析等多元统计方法开展不同果袋处理桃果实品质的综合评价。**【结果】**套袋处理对提高桃单果质量有一定作用，对改善果形影响不显著；套袋可有效改善桃果外观色泽，与对照（CK）相比，套袋处理普遍降低了*a**值，提高了*b**、*L**、*H*和*C*值；处理Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ和Ⅳ显著抑制了成熟期果皮叶绿素、花青素的合成，处理Ⅰ、Ⅱ使得果皮类胡萝卜素含量显著提高；套袋对桃果糖、酸组分相对比例影响不明显，处理Ⅰ提高了果实糖含量，降低了酸含量，其他3种套袋结果与处理Ⅰ结果相反。经PCA分析，得到2个主成分，累计贡献率87.459%，基于此分析处理Ⅰ的成熟期的桃果实品质综合得分最高。**【结论】**白色单层纸袋是紫金红2号的适宜果袋，研究结果为重庆地区早熟油桃果袋的选择和正确使用提供了数据支撑和参考。

关键词：油桃；果袋；果实品质；主成分分析；综合评价

中图分类号：S662.1 **文献标志码：**A **文章编号：**1009-9980(2025)07-1502-16

Effects of different types of fruit bags on peel color and fruit quality in Zijinhong No. 2 peach

YOU Shuanghong, SHI Wenjing, CHEN Yuanping, WEI Zhaoxin, ZHOU Guangwen, LIU Jiahong, YAN Chongxi, HAN Guohui*

(Fruit Research Institute, Chongqing Academy of Agricultural Sciences, Chongqing 401329, China)

Abstract:【Objective】In recent years, nectarines have become increasingly popular among consumers due to their bright color, smooth skin without fuzz, and convenient consumption. A large number of nectarine varieties have been introduced to Chongqing. Zijinhong No. 2 is an excellent variety cultivated by the Jiangsu Academy of Agricultural Sciences. This cultivar is characterized by smooth glabrous skin with a yellow ground color and vibrant red blush, and the flesh is firm and melting, with minimal fiber, a sweet flavor and aromatic quality. In 2017, this nectarine variety was introduced and planted in the Bishan district by Chongqing Academy of Agricultural Sciences. Through years of continuous observation and trials, it was found that this variety performed well in Chongqing and was suitable for local cultivation. However, the growing period of Zijinhong No. 2 nectarine lasts from April to June, which coincides with the rainy season or heavy rainfall periods, leading to severe disease occurance and significantly affecting the fruit quality. So this study investigated the effects of different types of fruit bags on the peel pigments and fruit quality, aiming to identify the suitable fruit bag type for early-ripening nectarines in the Chongqing region.【Methods】Using Zijinhong No. 2 nectarine as the subjects for the

收稿日期：2025-04-30 **接受日期：**2025-06-03

基金项目：重庆市科技局绩效激励引导专项（cqaas2021jxjl137，cstc2021jxjlX0007）

作者简介：游双红，女，助理研究员，博士，研究方向为果树遗传育种及栽培生理。E-mail：youshuang722@163.com

***通信作者** Author for correspondence. E-mail：hghui2007@126.com

study, nectarine fruits were bagged approximately 30 days after flowering with the following treatments: white single-layer bags (Treatment Ⅰ), yellow single-layer paper bags (Treatment Ⅱ), Double-layer paper bags with a yellow outer layer and white inner layer (Treatment Ⅲ), and double-layer paper bags with a yellow outer layer and black inner layer (Treatment Ⅳ), with an unbagged group serving as the control (CK). The light transmittance rates with different treatments ranked as follows: CK＞Ⅰ＞Ⅱ＞Ⅲ＞Ⅳ. Fruit samples were collected at 60 (S1), 70 (S2) and 80 (S3) d after flowering (DAF), respectively. After sampling, the single fruit mass was measured using an electronic balance, the longitudinal, transverse, and lateral diameters of the fruit were measured using a vernier caliper, and the red-green color difference *a** value, yellow-blue color difference *b** value and light *L** value were detected by the color difference meter. The physiological indicators including the chlorophyll, carotenoid and anthocyanin contents, the total and each types of soluble sugar contents, and total and each types of organic acids contents were measured following the corresponding physiological experimental method, respectively. Correlation analysis, principal component analysis (PCA) and heat map cluster analysis were employed to comprehensively evaluate the fruit quality at each time point with various bagging treatments. 【Results】Under bagging conditions, the single fruit mass showed no significant difference at S1 and S2 stages compared to CK. However, at the stage of fruit maturity (S3 stage), Treatment Ⅰ significantly increased the single fruit mass by 26.10% compared to CK, while treatments Ⅱ and Ⅲ increased by 4.72% and 3.64%, respectively, though these differences were not statistically significant. In contrast, treatment Ⅳ led to a 3.30% reduction in single fruit mass, but the difference was still not significant. Bagging treatments had no significant effect on improving fruit shape. The effects of different bagging treatments on longitudinal and transverse diameters were different. Treatment Ⅳ significantly increased the fruit shape index by 11.24%, while the other three bagging treatments showed no significant difference compared to the control. Bagging improved the appearance and coloration of fruits, effectively. Compared with CK (control) at S3 stage, except for treatment Ⅰ, the other three bagging treatments significantly reduced the red-green color difference *a** value (by 5.75%, 10.76% and 32.74%, respectively), increased the light *L** value (by 23.03%, 33.99% and 36.27%, respectively), and enhanced the hue angle *H* value (by 11.59%, 16.53% and 38.08%, respectively). All four bagging treatments significantly increased the yellow-blue color difference *b** value (ranged from 6.90% to 31.64%) and color saturation *C* value (ranged from 4.36% to 6.02%) at the fruit ripening stage. Bagging generally and significantly inhibited the synthesis of chlorophyll and anthocyanins in fruit peels during the ripening stage (S3). Under the four bagging treatments conditions, chlorophyll contents decreased by 29.20%, 37.55%, 71.36% and 91.08%, respectively; while anthocyanin contents declined by 40.55%, 48.72%, 64.31% and 75.45%, respectively. Different types of fruit bags showed varying effects on carotenoid contents: treatments Ⅰ and Ⅱ significantly increased carotenoid contents in the fruit peel by 37.18% and 22.68%, respectively; whereas treatments Ⅲ and Ⅳ resulted in reductions of 1.08% and 8.05% in carotenoid contents in peels during the ripening stage, though these differences were not statistically significant. Treatment Ⅰ significantly increased the total sugar content by 7.04% and reduced the organic acid content by 6.40%. The other three bagging treatments significantly decreased the total sugar contents by 8.07%, 14.62% and 22.92%, respectively; while they increased the organic acid contents by 0.62%, 27.69% and 32.44%, respectively. Bagging had no significant effect on the relative proportion of sugar and acid components in fruits. Among the sugar components, sucrose content was the highest, followed by fructose, and then fructose and glucose, with sorbitol content being the lowest. Among the acid components, quinic acid content was the highest, followed by isocitric acid and malic acid, with citric acid

content being the lowest. The correlation analysis showed that the appearance quality indicators such as fruit mass, longitudinal diameter, transverse diameter, lateral diameter, fruit shape index, red-green color difference, yellow-blue color difference, color saturation and hue angle were generally positively and/or negatively correlated with the internal quality indicators such as chlorophyll, carotenoids, anthocyanins, soluble solids, soluble sugars, sucrose, glucose, fructose, sorbitol and titratable acid contents. This indicated that there was a certain correlation between the appearance quality and the internal quality of fruits. Two principal components were obtained using PCA analysis with a cumulative variance contribution rate of 87.459%. The color saturation C value, the content of chlorophyll, the longitudinal diameter, the transverse diameter and the lateral diameter were the key indicators for the comprehensive quality evaluation for nectarine fruit. The comprehensive evaluation model was established: F=0.506 $F1$+0.494 $F2$. Based on this analysis, the comprehensive scores of nectarine fruit quality with different bagging treatments at various developmental stages were calculated and ranked as follows:Treatment Ⅰ at S3 stage＞CK at S3 stage＞Treatment Ⅱ at S3 stage.【Conclusion】The white single-layer paper bag is suitable for the Zijinhong No. 2. The results provide a support and reference for the selection and proper use of fruit bags for early-ripening nectarine in Chongqing.

Key words: Nectarine; Bagging; Fruit quality; Principal component analysis; Comprehensive evaluation

桃（*Prunus persica* L.）是蔷薇科（Rosaceae）李属（*Prunus* L.）桃亚属（*Amygdalus* L.）多年生落叶果树[1]，原产于我国[2]。我国桃种植面积和产量均居全球第一[3]。近年来，我国南方地区桃产业发展迅速，栽培面积大幅增长[4]，截至2023年，重庆市桃种植面积2.46万hm^2，总产量28万t，是重庆市重要的经济果树（重庆市统计年鉴）。油桃因外观艳丽、果皮光滑无毛、食用方便而深受消费者喜爱，重庆地区已引入多个油桃品种。紫金红2号是江苏农科院培育的优良品种，果皮光滑无毛，底色黄色，着色艳丽，硬溶质，纤维少，风味甜，有香气。重庆市农业科学院于2017年引入紫金红2号油桃，定植于重庆市璧山区，通过连续多年的观察、试验，发现该品种在重庆表现良好，适于重庆市发展。但紫金红桃生长期4—6月，此时正值梅雨或暴雨季节，病害发生严重并影响桃果实品质。

套袋作为生产优质果品的一项技术措施[5]，在桃[6-7]、李[8]、葡萄[9]、梨[10]、猕猴桃[11]、枇杷[12]、荔枝[13]、石榴[14]、杧果[15]等多种果树上广泛使用。套袋对桃果实可起到保护作用，可有效减轻病虫对桃果的伤害，防止果面锈斑，提升果面光洁度、色泽，改善果实外观[5-6,16]。

果实套袋后，由于袋内微环境的改变，致使果实的生长发育及品质形成受到一定影响[17]。

桃套袋处理文献虽多，但套袋对桃品质影响的观点尚不一致[18]。Jia等[19]开展了白凤桃套袋试验，发现与对照相比，桃果经橘黄色纸袋处理后，果皮的花色素苷合成受到抑制，但在单果质量以及酸、固形物含量方面与对照差异不明显。李桂祥等[20]通过对霞晖6号开展4种套袋试验，发现经套袋处理后，桃果皮的叶绿素、花青苷和类胡萝卜素含量均表现为下降的趋势，但套袋显著提高了果皮亮度值（L*），且经双层袋处理后的果皮亮度（L*）值高于单层袋处理下的该值，而桃果的色饱和度（C）、红绿色差（a*）经单层白色纸袋处理后均有提高，综合比较不同果袋对桃果皮色素和色差的影响，发现霞晖6号选择单层白色纸袋较为适宜。李桂祥等[21]还开展了不同类型果袋对肥城桃风味物质（香气和糖酸组分）的影响试验，发现外黄内黑单层纸袋处理后的果实品质最佳。马瑞娟等[22]研究发现黄色果袋会提高晚湖景桃果实的L*值，降低a*值；而白色单层袋可使金陵黄露果皮类胡萝卜素含量降低，增加果皮红色色泽，黄色单层袋将减少果皮红色色泽，从而使果皮呈现黄色色泽，增加光洁度。因此，白色单层袋较黄色单层袋而言，能显著提高金陵黄露桃葡萄糖、果糖含量，显著降低果皮类胡萝卜素、果实可溶性固形物含量[23]。张彬彬等研究发现套袋使霞晖8号果实外观着色改变，糖酸比提高，风味改善，综合品质分析外黄内黑双层袋效果最佳[24]。郭东花等[25]以瑞光19号为试材开展不同时期套袋处理，发现盛花40 d是套袋的最佳时间，此时套袋处理后的桃果香味浓郁，着

色较好。洪莉等[26]通过比较套袋对南方中晚熟桃果实内外品质的影响，发现套袋能在不明显影响果实食用品质的情况下，显著提高水蜜桃、蟠桃和黄桃的果面光洁度，从而提高果实的商品性。杜纪红等[18]通过分析比较9种果袋处理新凤蜜露后的可溶性固形物含量、单果质量和果肉硬度，筛选出小林果袋是上海地区该品种适宜的果袋类型。王小红等[27]研究发现套袋不利于镇远1号桃果实维生素C含量累积。牛茹萱等[28]研究发现白色、黄色单层袋降低了陇蜜9号桃果实可溶性固形物含量。王娜[17]对4个品种（金陵黄露、霞晖8号、紫金红2号、紫金红3号）进行了6种颜色单层纸袋套袋处理，通过研究套袋微环境对品质的影响，发现单层白袋处理的桃果实品质较好。

我国南北产区套袋类型和方式存在一定差异[18]，重庆地区早熟油桃套袋试验开展不多，相关技术研究还有待完善。鉴于此，笔者在本研究中选择了单层白色、黄色纸袋，双层外黄内白、外黄内黑纸袋对紫金红2号套袋，研究不同类型果袋对桃果皮色泽、果实品质形成的影响，并开展了相关性、主成分等多元统计分析，旨在综合评价各指标含量的差异，研究结果以期为确定重庆早熟桃适宜果袋种类提供数据支撑，并为科学评价套袋对长江中上游地区早熟油桃果实生长发育和品质形成的影响，进而为长江中上游地区油桃提质增效提供理论依据。

1　材料和方法

1.1　试验材料

试验于2023年在重庆市璧山区大兴镇船形村都市果园[29]开展，试验材料为长势一致的紫金红2号，2017年引自江苏省农业科学院。供试果袋均为河北石家庄的信泉牌果袋。

1.2　试验设计

果实套袋前需先进行疏果处理，留果数量基本保持一致。紫金红2号盛花期在3月15日左右，于花后30 d左右（2023年4月中旬）选取长势一致的桃果套袋：单层白色（Ⅰ）、黄色（Ⅱ）纸袋处理，双层外黄内白（Ⅲ）、外黄内黑（Ⅳ）纸袋处理，以不套袋果实作为对照（CK），不同处理透光率为对照＞Ⅰ＞Ⅱ＞Ⅲ＞Ⅳ。套袋后的果实于花后60 d（采前20 d，阶段S1）、70 d（采前10 d，阶段S2）、80 d（成熟期，阶段S3）定期采样，每处理取东、南、西、北4个方位成熟度一致的果实12个。采样当天完成果实大小、色泽等外观品质测定，随后取样果皮（约1 mm）、果肉，分别切碎混匀分装，液氮速冻，-70 ℃保存备用。

1.3　果实品质测定

取各阶段桃果实，使用游标卡尺测量果实的纵、横侧、径，取其平均值，利用电子天平进行单果质量称取，每指标3次重复，取其平均值；果形指数为果实纵横径比值。

果皮色差相应指标参考马瑞娟等[23]的报道，利用Color Quest XE 色差计“Hunter Lab”表色系统测定红黄色差a^*，蓝绿色差b^*和亮度L^*值，色饱和度（C）=$\sqrt{a^{*2}+b^{*2}}$，色调角（H）=arctan（b^*/a^*）；选取果实纵、横、侧径端点的6个点进行测量，每指标取6个点均值。

果皮叶绿素和类胡萝卜素的提取与测定参照胡湘明[30]的方法。称取果实赤道部位果皮2 g，加入液氮研磨，再加入5 mL 80%的丙酮室温避光提取24 h，至溶液绿组织变白，8000 r·min^{-1}离心10 min，取上清液抽滤后定容至50 mL。测定663、645和470 nm处的吸光值，根据吸光度值计算叶绿素、类胡萝卜素的含量，单位为mg·g^{-1}。桃果皮花色苷提取与测定参照胡湘明[30]的方法：取3~5个桃果，称取赤道部位果皮1.00 g，用1.5 mol·L^{-1} HCl/95%乙醇（V/V=15/85）配成的混合液研磨，黑暗条件下浸提至无色后，过滤去残渣定容至25 mL。取滤液1 mL，分别用pH 4.5的NaAc缓冲液和pH 1.0的缓冲液稀释至5 mL。混匀后静置，用蒸馏水作对照，用GBC紫外可见分光光度计测定520、700 nm处吸光度。每处理3次重复，研究结果取其均值。

可溶性固形物、总糖、可滴定酸含量等指标测定参考《植物生理实验指导》[31]。糖酸组分测定参照陈俊伟等[32]方法略有改动。每个指标3次重复，取其均值。

1.4　数据处理

使用WPS，SPSS27.0处理数据，表格数据显示为均值±标准误差，采用Duncan法进行差异显著性分析，采用SPSS 27.0进行主成分分析，采用Origin 2024绘制相关性热图。

2　结果与分析

2.1　不同类型果袋对桃果实外观品质的影响

2.1.1　不同类型果袋对桃果实大小的影响　由表1

可知，从S1到S3，随着桃果实逐渐发育成熟，对照和套袋处理下桃单果质量逐渐增大，且同一处理下不同时期的单果质量间差异显著。不同类型果袋对桃单果质量影响不一，对照、4种处理下的桃单果质量在S1、S2时期均无显著差异，但在果实成熟（S3时期）时，与对照相比，处理Ⅰ显著提高了桃单果质量26.10%，处理Ⅱ、Ⅲ下的桃单果质量略有提高，分别为4.72%和3.64%，但差异不显著，处理Ⅳ下的桃单果质量略有降低，为3.30%，但差异不显著。

由表1看出，在S1、S2时期，套袋对果实纵、横、侧径影响不一，S1时期，处理Ⅰ略微增加了果实纵径，其他套袋处理下的果实纵径略有减小；4种套袋处理均减小了果实横径；处理Ⅰ、Ⅲ略微增加了桃果实侧径，另外两种套袋处理下的桃果实侧径略有降低。S2时期，处理Ⅰ、Ⅲ下的桃果实横径略有增加，处理Ⅱ、Ⅳ则略微减小了桃果实侧径；4种套袋处理下的桃果实横径和侧径都表现出减小的趋势，其中，与对照相比，处理Ⅰ、Ⅱ和Ⅳ下的桃果实侧径差异显著。在果实成熟期（S3），套袋处理下的桃果实纵、横、侧径生长量普遍表现出上升的趋势（除处理Ⅲ下的桃果实横径和处理Ⅳ下的桃果实侧径表现减小外），且处理Ⅰ、Ⅳ下的桃果实纵径和处理Ⅰ下的桃果实横径与对照表现出显著差异。不同类型果袋对果实纵横径生长的影响不同，使得套袋处理对果形指数影响也表现不一，除处理Ⅳ显著提高果形指数11.24%外，其余3种套袋处理下的果形指数与对照相差不大。综上，研究表明，套袋对提高紫金红2号单果质量具有一定的作用，且处理Ⅰ显著提高桃果实成熟期的单果质量，其他处理对单果质量影响效应不显著；套袋对改善紫金红2号桃果形作用不明显。

表1 不同类型果袋对紫金红2号桃果实大小的影响

Table 1 Effect of different bags on fruit size of Zijinhong No. 2 peach

处理 Treatment	采样时期 Sampling period	单果质量 Fruit mass/g	纵径 Longitudinal diameter/mm	横径 Transverse diameter/mm	侧径 Lateral diameter/mm	果形指数 Fruit shape index
对照 Control	S1	54.36±3.12 d	47.24±1.55 e	47.16±0.96 d	44.28±1.36 e	1.00±0.03 abc
	S2	96.60±13.14 c	55.21±1.65 cd	55.95±2.52 c	56.89±4.45 c	0.99±0.02 bc
	S3	134.62±21.77 b	54.97±3.27 cd	62.00±3.1 b	65.40±3.15 ab	0.89±0.03 d
Ⅰ	S1	55.22±11.07 d	47.62±3.51 e	47.10±3.09 d	46.40±3.41 e	1.01±0.03 abc
	S2	82.84±8.13 c	55.88±2.11 c	53.97±1.91 c	51.72±2.09 d	1.04±0.03 ab
	S3	163.70±26.08 a	59.29±3.20 ab	66.34±3.97 a	67.99±3.61 a	0.89±0.04 d
Ⅱ	S1	49.14±5.46 d	44.88±1.80 e	45.92±1.77 d	43.26±1.47 e	1.04±0.03 ab
	S2	85.62±7.13 c	54.18±1.41 cd	54.77±1.19 c	52.88±1.51 d	0.99±0.02 bc
	S3	140.98±22.98 b	55.30±4.37 cd	62.39±3.87 b	66.12±4.80 ab	0.89±0.04 d
Ⅲ	S1	53.20±10.21 d	47.22±2.05 e	45.64±2.90 d	46.36±4.92 e	1.04±0.07 ab
	S2	92.34±13.32 c	55.63±1.37 cd	54.93±2.90 c	55.07±3.22 cd	1.01±0.06 abc
	S3	139.52±19.55 b	56.32±4.43 bc	61.42±3.60 b	66.85±3.28 a	0.92±0.07 d
Ⅳ	S1	47.52±7.42 d	46.76±3.05 e	44.42±2.98 d	43.14±4.18 e	1.05±0.04 a
	S2	80.34± 10.88 c	52.40±2.13 d	53.62±2.59 c	51.82±3.67 d	0.98±0.05 c
	S3	130.18±22.41 b	62.32±3.92 a	62.64±2.86 b	62.56±4.05 b	0.99±0.04 bc

注：同列数据后不同小写字母表示差异显著（$p<0.05$）。下同。

Note: Different small letters in the same column represents significant difference ($p<0.05$). The same below.

2.1.2 不同类型果袋对桃果皮色泽的影响 从表2可以看出，随着果实后期（S1-S3）的生长发育，对照中紫金红2号桃果皮红绿色差a^*值直线上升且3个时期表现出显著差异；色饱和度C值呈逐渐升高的趋势，S1与S3时期的C值差异显著；黄蓝色差b^*值和色调角H值呈逐渐降低的趋势，且3个时期差异明显；亮度L^*值呈先升高后降低的趋势，且S2时期分别与S1、S3时期的值差异显著。套袋处理后的桃果皮a^*、L^*和H值在果实发育期表现出的趋势与对照相同，而b^*、C值则表现出先升高后降低的趋势。与S3时期对照相比，除处理Ⅰ外其他3种处理普遍显著降低了红绿色差a^*值（分别为5.75%、10.76%、32.74%），提高了亮度L^*值（分别为23.03%、33.99%、36.27%），提高了色调角H值（分别为11.59%、16.53%、38.08%），4种套袋处理显著提高了成熟期黄蓝色差b^*值（6.90%~31.64%）和色饱和度C值

表2　不同类型果袋对紫金红2号桃果皮色泽的影响

Table 2　Effects of different bags on the color and luster of Zijinhong No. 2 peel

处理 Treatment	采样时期 Sampling period	红绿色差 a^* Red-green color difference a^* value	黄蓝色差 b^* Yellow-blue color difference b^*value	亮度 L^* Light L^* value	色调角 H Hue angle H value/(°)	色饱和度 C Color saturation C value
对照 Control	S1	4.25±0.48 f	37.45±1.56 e	47.75±0.87 ij	83.53±3.23 c	37.69±0.98 g
	S2	18.67±0.74 c	33.26±1.23 f	52.63±1.93 h	60.67±2.11 h	38.14±1.21 fg
	S3	28.16±0.92 a	29.58±1.18 h	44.42±1.24 j	46.40±1.76 k	40.84±1.34 ef
Ⅰ	S1	4.74±0.41 f	37.88±1.45 e	48.32±0.92 i	82.87±2.87 c	38.17±0.89 f
	S2	18.82±0.75 c	40.57±2.03 cd	52.94±1.88 gh	65.12±2.09 g	44.72±1.56 c
	S3	28.58±0.89 a	31.62±1.32 g	45.82±1.23 j	47.89±1.89 k	42.62±1.24 d
Ⅱ	S1	4.08±0.38 f	39.96±1.82 d	52.85±1.84 gh	84.17±3.65 b	40.17±1.22 e
	S2	17.85±0.69 d	42.85±2.04 bc	58.43±1.78 d	67.38±2.32 f	46.42±2.13 b
	S3	26.54±0.83 b	33.68±1.32 f	54.65±2.13 fg	51.78±1.84 j	42.88±1.96 d
Ⅲ	S1	3.58±0.41 fg	41.75±0.94 c	56.48±0.98 ef	85.09±3.24 b	41.90±1.32 de
	S2	16.43±0.65 de	43.43±1.05 b	62.72±2.56 b	69.25±2.25 e	46.43±2.37 b
	S3	25.13±0.77 b	34.78±0.87 f	59.52±2.17 cd	54.07±1.43 i	42.91±1.86 d
Ⅳ	S1	2.87±0.28 g	43.75±1.99 b	61.47±3.04 bc	86.24±3.21 a	43.84±1.65 cd
	S2	14.75±0.66 e	47.64±2.32 a	67.78±3.11 a	72.80±2.76 d	49.87±2.14 a
	S3	18.94±0.84 c	38.94±0.95de	60.53±2.54 bc	64.07±1.57 g	43.30±1.83 d

(4.36%~6.02%)。从表2可知，套袋处理提高了果面 b^*、L^*、H和C值，且随着果袋透光率的降低，套袋处理下的b^*、L^*、H和C值分别在S1、S2、S3时期表现出逐渐提高的趋势，处理Ⅳ的b^*、L^*、H和C值在对应阶段表现最高。综上说明套袋可改善紫金红2号油桃外观色泽，且果袋透光率越低，对桃果实外观色泽影响越明显。

2.1.3　不同类型果袋对桃果皮色素的影响　如表3所示，从S1时期到S3时期，对照和套袋处理下的桃果皮叶绿素含量表现为下降趋势，同一时期的套袋处理较对照 而言果皮具有较少的叶绿素含量，而不同果袋处理间果皮叶绿素含量差异明显，这表明桃果实发育中，套袋处理抑制了果皮叶绿素合成。套袋处理Ⅳ的桃果皮叶绿素含量最低，与同时期的对照差异显著，表明低透光率的果袋抑制叶绿素积累明显，能显著降低果皮叶绿素含量。而经Ⅰ处理后的桃果皮叶绿素含量与对照相比较，S1时期差异不显著，但在S2、S3时期则差异显著，在S3时期，4种套袋处理下叶绿素含量分别下降29.20%、37.55%、71.36%、91.08%，这表明经透光性高的果袋长时间处理也能抑制桃果皮叶绿素的合成，从而降低其叶绿素含量。

桃果实成熟前20 d(S1时期)，套袋提高了果皮类胡萝卜素含量，处理Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ与对照间差异显著。随着桃果实成熟度的增加，套袋与对照桃果皮的类胡萝卜素含量表现出降低的趋势，但在S2时期，套袋处理下的类胡萝卜素含量仍略高于对照，在果实成熟时期(S3时期)，处理Ⅰ、Ⅱ使得果皮类胡萝卜素含量分别显著提高37.18%、22.68%，处理Ⅲ、Ⅳ的成熟期桃果皮类胡萝卜素含量分别降低1.08%、8.05%，但差异不明显。研究表明透光性高的果袋可显著提高桃果皮类胡萝卜素含量。

由表3可知，在S1~S3时期，桃果皮花青素含量大幅度提高，这表明桃果皮花青素合成在果实发育期变化明显。处理Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ下的果皮花青素含量在S1时期都略低于对照，与对照间无显著差异；随着套袋处理时间的延长，在S2~S3时期，处理Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ下的果皮花青素含量显著低于对照，S3时期，4种套袋处理花青素含量下降分别为40.55%、48.72%、64.31%、75.45%。综上说明不同透光率的果袋不同程度地抑制了紫金红2号桃果皮花青素的积累，透光率低的环境对桃果皮花青素合成抑制较明显。

2.2　不同类型果袋对桃果实内在品质的影响

从表4可知，无论是在套袋还是对照处理下，蔗糖在糖组分中占有最高比例，果糖和葡萄糖次之，山梨醇含量最低，这表明套袋处理对桃果实糖组分相对比例无明显影响。由表4可知，对照的桃果实蔗糖、总糖含量在S1~S2期间上升，在S2~S3期间呈下降趋势，而山梨醇含量在S1~S3期间呈现出先降低后上升的趋势；另外，葡萄糖和果糖含量在S1~S3期

表3 不同类型果袋对紫金红2号桃果皮色素的影响

Table 3 Effects of different bags on the pigment of Zijinhong No. 2 peel

处理 Treatment	采样时期 Sampling period	w(叶绿素) Chlorophyll content/(μg·g-1)	w(类胡罗素) Carotenoid content/(μg·g-1)	w(花青素) Anthocyanin content/(μg·g-1)
对照 Control	S1	75.67±1.51 a	19.35±0.78 e	14.25±0.76 j
	S2	59.32±1.47 c	15.73±0.65 h	59.54±0.31 d
	S3	26.47±0.44 g	7.45±0.56 k	132.47±0.63 a
Ⅰ	S1	74.76±2.44 a	27.38±1.39 a	13.88±0.29 j
	S2	52.84±0.96 d	21.57±0.86 d	47.78±0.50 e
	S3	18.74±0.52 h	10.22±0.78 i	78.75±0.75 b
Ⅱ	S1	71.87±1.53 b	24.66±1.06 b	13.67±0.30 j
	S2	48.45±0.83 e	19.53±0.81 e	38.85±0.55 f
	S3	16.53±0.12 hi	9.14±0.65 j	67.93±0.18 c
Ⅲ	S1	63.14±1.21 c	23.26±0.95 c	13.42±0.28 j
	S2	39.72±0.74 f	18.85±0.73 f	27.52±0.47 h
	S3	7.58±0.11 j	7.37±0.57 k	47.28±0.98 e
Ⅳ	S1	49.65±0.55 e	21.17±0.84 de	13.21±0.65 j
	S2	15.67±1.06 i	16.68±0.42 g	21.43±0.60 i
	S3	2.36±0.16 k	6.85±0.35 k	32.52±0.23 g

间变化趋势相同，呈下降趋势。在不同类型果袋处理下，与S3时期的对照相比，处理Ⅰ显著提高果实总糖含量7.04%，其他3种套袋显著降低总糖含量分别为8.07%，14.62%，22.92%。这说明不同套袋处理对桃果总糖及糖组分含量影响不同，透光率较高的处理Ⅰ具有提高成熟期桃果总糖及糖组分含量的作用，而透光率低的果袋具有降低总糖及糖组分含量的作用。综上研究结果表明，套袋处理对桃果糖组分相对比例影响不明显，果袋透光率在影响桃果总糖及糖组分含量中起着重要作用。

如表5所示，在果实发育的S1-S3时期，对照处理的总有机酸含量呈降低的趋势；与对照相比，经Ⅰ处理的桃果总有机酸含量在S1、S3时期与对照处理差异不显著，处理Ⅱ下的桃果总有机酸含量在S1、S2时期较对照有显著提高；而处理Ⅲ、Ⅳ的桃果总有机酸含量在S1、S2、S3时期则较对照有显著提高，S3时期，处理Ⅰ显著降低有机酸含量6.40%，其他3种套袋显著提高有机酸含量0.62%、27.69%、32.44%。这说明不同类型果袋对桃果实总有机酸含量的影响作用不一，透光率较低的果袋对桃果有机酸含量作用较明显。在酸的组分中，桃果的奎尼酸含量最高，异柠檬酸、苹果酸含量次之，柠檬酸含量最低，由表5可知，处理Ⅰ显著降低了S3时期的奎尼酸、苹果酸含量；显著提高了S1时期的柠檬酸含量；处理Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ普遍显著提高了桃果奎尼酸、异柠檬酸和柠檬酸含量，降低了苹果酸含量。综上所述，套袋处理对桃果酸组分相对比例影响不明显，透光率低的果袋在提高桃果有机酸及酸组分含量方面具有较明显的作用。

表4 不同类型果袋对紫金红2号桃果实总糖含量及糖组分含量的影响

Table 4 Effects of different bags on total sugar content and each soluble sugar of Zijinhong No. 2 peach fruit

处理 Treatment	采样时期 Sampling period	w(总糖) Total sugar content/(mg·g-1)	w(蔗糖) Sucrose content/(mg·g-1)	w(葡萄糖) Glucose content/(mg·g-1)	w(果糖) Fructose content/(mg·g-1)	w(山梨醇) Sorbitol content/(mg·g-1)
对照 Control	S1	70.75 ±0.26 c	31.43 ±0.66 ef	15.57±0.10 b	18.32±0.23 b	4.24±0.03 b
	S2	76.32 ±0.65 c	47.37±0.46 a	11.14±0.41 g	15.38±0.45 de	2.25±0.10 h
	S3	73.27± 0.90 b	43.52±0.74 b	10.47±0.51 f	15.04±0.19 ef	2.75±0.10 f
Ⅰ	S1	72.46±0.60 b	29.51±0.23 f	16.42 ±0.03 a	21.86±0.38 a	4.45±0.13 a
	S2	72.42±0.80 b	46.53±0.24 a	7.73±0.24 ij	14.74±0.57 ef	3.06±0.09 e
	S3	78.43±0.44 a	46.64±0.57 a	11.86±0.10 e	16.42±0.50 cd	2.12±0.18 hi
Ⅱ	S1	64.56±0.57 e	24.36±0.52 g	14.73±0.41 c	18.08±0.14 b	3.53±0.12 c
	S2	67.37±0.93 d	41.54±0.71 bc	8.87±0.37 gh	13.96±0.35 fg	2.48±0.19 g
	S3	67.35±1.11 d	38.52±0.58 d	10.72±0.10 f	14.55±0.87 ef	1.87±0.13 j
Ⅲ	S1	58.42±0.67 h	24.63±0.25 g	13.25±0.24 d	16.74±0.29 c	3.27±0.18 d
	S2	64.28±0.70 e	40.58±0.57 cd	8.46±0.38 gh	12.53±0.82 h	2.18±0.20 hi
	S3	62.56±0.41 f	39.28±0.61 d	8.87±0.15 gh	12.26±0.25 hi	1.38±0.06 k
Ⅳ	S1	53.35±0.34 j	22.82±0.29 g	10.22±0.11 f	17.35±0.34 bc	2.28±0.04 h
	S2	60.71±0.14 g	39.81±0.31 cd	7.35±0.16 j	11.25±0.35 i	2.04±0.09 ij
	S3	56.48±0.10 i	33.47±0.26 e	8.21±0.19 hi	12.95±0.52 gh	1.13±0.04 l

如表6所示，在S1~S3时期，果实可溶性固形物、可溶性总糖含量表现为上升的趋势，可滴定酸含

表5　不同类型果袋对紫金红2号桃果实总酸含量及酸组分含量的影响

Table 5　Effects of different bags on total organic acids content and each soluble organic acid of Zijinhong No. 2 peach fruit

处理 Treatment	采样时期 Sampling period	w(总有机酸) Total organic acids content/(mg·g⁻¹)	w(奎尼酸) Quinic acid content/(mg·g⁻¹)	w(异柠檬酸) Isocitric acid content/(mg·g⁻¹)	w(柠檬酸) Citric acid content/(mg·g⁻¹)	w(苹果酸) Malic acid content/(mg·g⁻¹)
对照 Control	S1	6.12±0.35 c	2.14±0.09 h	1.96±0.11 ef	0.48±0.04 def	1.41±0.01 a
	S2	5.73±0.21 d	2.21±0.03 fgh	1.77±0.06 g	0.43±0.04 f	1.20±0.03 bc
	S3	4.84±0.35 ef	1.95±0.08 i	0.84±0.12 i	0.52±0.05 bcd	1.16±0.01 cd
Ⅰ	S1	6.17±0.45 c	2.25±0.09 efgh	1.93±0.05 f	0.54±0.04 bc	1.29±0.03 b
	S2	6.16±0.54 c	2.17±0.07 gh	1.86±0.08 fg	0.45±0.02 f	1.21±0.04 bc
	S3	4.53±0.48 f	1.78±0.08 j	0.78±0.03 i	0.57±0.05 b	0.94±0.01 fg
Ⅱ	S1	6.57±0.58 b	2.32±0.05 def	2.24±0.04 bc	0.67±0.05 a	1.22±0.04 b
	S2	6.12±0.58 c	2.29±0.03 defg	2.07±0.14 de	0.56±0.03 b	1.08±0.04 de
	S3	4.87±0.26 e	1.94±0.04 i	1.32±0.05 h	0.54±0.04 bc	0.87±0.02 g
Ⅲ	S1	7.24±0.55 a	2.65±0.08 ab	2.35±0.07 ab	0.73±0.04 a	1.18±0.04 bc
	S2	6.28±0.54 b	2.42±0.19 cd	2.26±0.23 bc	0.52±-0.04 bcd	0.97±0.06 f
	S3	6.18±0.48 c	2.27±0.05 efgh	2.18±0.05 cd	0.47±0.04 ef	0.73±0.03 h
Ⅳ	S1	7.32±0.54 a	2.77±0.10 a	2.46±0.07 a	0.72±0.03 a	1.06±0.06 e
	S2	6.22±0.30 bc	2.54±0.08 bc	2.28±0.02 bc	0.54±0.06 bc	0.82±0.01 g
	S3	6.41±0.52 b	2.38±0.12 de	2.21±0.03 c	0.54±0.04 bc	0.75±0.01 h

量呈下降的趋势，除处理Ⅰ外不同类型果袋处理普遍具有降低果实成熟期(S3)果实可溶性固形物、可溶性糖含量，提高可滴定酸含量的作用，且果袋遮光性越强，对其影响效果越明显。

2.3　不同类型果袋对桃果实品质的综合评价

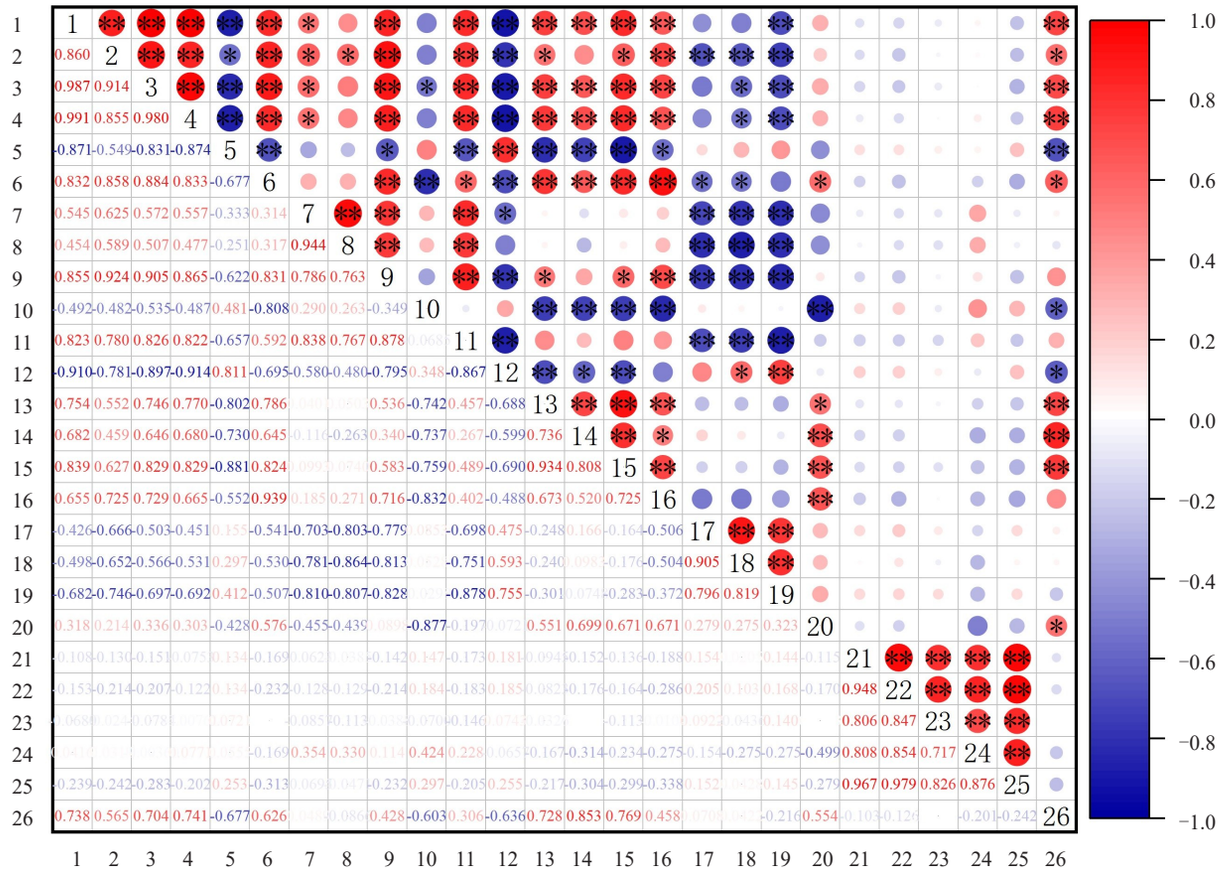
2.3.1　相关性分析　通过对不同类型果袋处理下桃果实品质指标的综合分析，筛选出了26项桃果实品质性状指标进行相关性分析，从图1可知道，26项指标间呈现出不同程度的正负相关性。果形指数、色调角H、类胡萝卜素含量、奎尼酸含量、异柠檬酸含量、柠檬酸含量、总有机酸含量与其他品质指标普遍呈负相关，其余果实品质指标间普遍呈正相关；其中，亮度L^*、总糖含量、奎尼酸含量、异柠檬酸含量、柠檬酸含量、苹果酸含量、总有机酸含量与其他指标间相关性普遍不显著。单果质量与果形指数、类胡萝卜素含量、山梨醇含量呈极显著负相关($p<0.01$)，且与类胡萝卜素含量呈最高的负相关，相关系数为−0.953；与黄色饱和度呈显著正相关($p<0.05$)；与亮度L^*正相关但相关性不显著；而与其他指标普遍呈极显著正相关，且与侧径呈最高程度的正相关，相关系数0.991。综上，4种果袋处理下的各项果实品质指标间并非完全独立，而是存在一定的相关性，并且有些指标间高度相关。鉴于此，可以依据品质指标间相关性的高低筛选出高度相关的指标，从而简化评价指标体系。此外，表中显示单果质量、纵径、横径、侧径、果形指数、红绿色差a^*、黄蓝色差b^*、色饱和度C、色调角H这些外观品质指标与叶绿素、类胡萝卜素、花青素、可溶性固形物、可溶性糖、蔗糖、葡萄糖、果糖、山梨醇、可滴定酸含量这些果实内在品质指标普遍呈不同程度的正负相关，这表明桃果外观品质与其内在品质间也存在一定的关联性。

表6　不同类型果袋对紫金红2号桃果实内在品质的影响

Table 6　Effects of different bags on the internal quality of Zijinhong No. 2 peach fruit

处理 Treatment	采样时期 Sampling period	w(可溶性固形物) Soluble solids content/%	w(可溶性总糖) Total soluble sugar content/%	w(可滴定酸) Titratable acid content/%
对照 Control	S1	9.46±0.17 c	5.13±0.17 de	0.53±0.02 def
	S2	9.85±0.23 b	5.52±0.16 bc	0.37±0.03 g
	S3	10.14±0.21 ab	6.27±0.13 a	0.28±0.04 h
Ⅰ	S1	9.37±0.13 cd	5.23±0.11 d	0.48±0.02 f
	S2	9.23±0.25 d	5.37±0.20 cd	0.51±0.03 ef
	S3	10.27±0.10 a	6.38±0.20 a	0.22±0.03 h
Ⅱ	S1	8.74±0.12 e	4.94±0.30 e	0.57±0.08 cde
	S2	8.27±0.24 g	5.38±0.15 cd	0.52±0.04 def
	S3	9.88±0.17 b	5.86±0.06 b	0.34±0.02 gh
Ⅲ	S1	8.48±0.21 ef	4.85±0.16 e	0.63±0.08 bc
	S2	8.84±0.17 e	5.27±0.14 cd	0.58±0.03 cd
	S3	9.53±0.06 c	5.42±0.05 c	0.36±0.02 g
Ⅳ	S1	8.36±0.21 fg	4.87±0.27 e	0.68±0.06 b
	S2	8.45±0.11 f	5.14±0.13 de	0.84±0.05 a
	S3	9.25±0.05 d	5.28±0.08 cd	0.38±0.05 g

2.3.2　主成分分析　依据前面的分析结果，剔除变异程度小和相关性较低的12项桃果实品质指标：黄



1. 单果质量；2. 纵径；3. 横径；4. 侧径；5. 果形指数；6. 红绿色差 *a**；7. 黄蓝色差 *b**；8. 亮度 *L**；9. 色饱和度 *C*；10. 色调角 *H*；11. 叶绿素含量；12. 类胡萝卜素含量；13. 花青素含量；14. 可溶性固形物含量；15. 可溶性总糖含量；16. 蔗糖含量；17. 葡萄糖含量；18. 果糖含量；19. 山梨醇含量；20. 总糖含量；21. 奎尼酸含量；22. 异柠檬酸含量；23. 柠檬酸含量；24. 苹果酸含量；25. 总有机酸含量；26. 可滴定酸含量。**代表在 0.01 级别（双尾），相关性显著，*代表在 0.05 级别（双尾），相关性显著。

1. Fruit weight; 2. Longitudinal diameter 3. Transversel diameter; 4. Lateral diameter; 5. Fruit shape index; 6. Red-green color difference; 7. Yellow-blue color difference; 8. Light; 9. Color saturation; 10. Hue angle; 11. Chlorophyll content; 12. Carotenoid content; 13. Anthocyanin content; 14. Soluble solid content; 15. Total soluble sugar content; 16. Sucrose content; 17. Glucose content; 18. Fructose content; 19. Sorbitol content; 20. Total sugar content; 21. Quinic acid content; 22. Isocitric content; 23. Citric acid content; 24. Malic acid content; 25. Total organic acids content; 26. Titratable acid content. ** indicates extremely significant correlation at 0.01 level (two tails), and * indicates significant correlation at 0.05 level (two tails).

图1 不同类型果袋处理下紫金红2号桃不同品质指标相关性分析

Fig. 1 Correlation analysis of different quality indicators of Zijinhong No. 2 fruit under different types of fruit bag treatments

蓝色差 *b**，亮度 *L**，色调角 *H*，以及葡萄糖、果糖、总糖、山梨醇、奎尼酸、异柠檬酸、柠檬酸、苹果酸、总有机酸含量，对其余14项果实品质指标进行数据标准化（表7）和主成分（PCA）分析（表8）。PCA结果见表8，2个主成分的累计方差贡献率为87.45%。第1主成分特征值为6.194，其主成分因子主要包括色饱和度 *C*、叶绿素含量、纵径、横径、侧径、单果质量和红绿色差 *a**等重要指标，贡献率为44.241%，反映了桃果实大小、色泽等外观品质；第2主成分特征值为6.051，其主成分因子主要包括可溶性固形物、可滴定酸、可溶性糖含量等重要指标，贡献率为43.218%，反映了桃果实的口感、风味等内在品质。

2.3.3 综合评价 分别用2个主成分的特征值除以他们的和，得到综合评价函数：$F=0.506\ F1+0.494\ F2$，得到不同类型果袋处理后的桃果实在不同时期的品质综合得分及排名，得分高低反映桃果实综合品质的高低。由表9可知，综合得分排名前三的分别为套袋Ⅰ处理第S3时期采样的桃果、对照（CK）处理S3时期的桃果、套袋Ⅱ处理S3时期的桃果，表明这3种处理下的成熟桃果实具有较高的

表7　14项紫金红2号桃果实品质指标标准化结果

Table 7　Data normalization of 14 fruit quality indicators in Zijinhong No. 2 nectarine

处理 Treatment	采样时间 Sampling period	单果质量 Fruit mass	纵径 Cheek diameter	横径 Veritical diameter	侧径 Lateral diameter	果形指数 Fruit shape index	红绿色差 a^* Red-green color difference	色饱和度 C Color saturation	叶绿素含量 Chlorophyll content	类胡萝卜素含量 Carotenoid content	花青素含量 Anthocyanin content	可溶性固形物含量 Soluble solid content	可溶性总糖含量 Total soluble sugar content	蔗糖含量 Sucrose content	可滴定酸含量 Titratable acid content
对照 Control	S1	0.06	0.14	0.12	0.05	0.69	0.25	0.00	0.00	0.61	0.01	0.64	0.20	0.35	0.55
	S2	0.42	0.59	0.53	0.55	0.61	0.81	0.55	0.22	0.43	0.39	0.84	0.47	1.00	0.84
	S3	0.75	0.58	0.80	0.90	0.00	0.90	0.66	0.67	0.03	1.00	1.00	1.00	0.84	1.00
Ⅰ	S1	0.07	0.16	0.12	0.13	0.75	0.16	0.01	0.01	1.00	0.01	0.59	0.27	0.27	0.64
	S2	0.30	0.63	0.44	0.35	0.89	0.92	0.74	0.31	0.72	0.29	0.51	0.37	0.97	0.59
	S3	1.00	0.83	1.00	1.00	0.05	1.00	0.84	0.78	0.16	0.55	0.96	0.94	0.97	0.93
Ⅱ	S1	0.01	0.00	0.07	0.00	0.90	0.11	0.08	0.05	0.87	0.00	0.25	0.06	0.19	0.48
	S2	0.33	0.53	0.47	0.39	0.62	0.57	0.67	0.37	0.62	0.21	0.00	0.37	0.76	0.57
	S3	0.80	0.60	0.82	0.92	0.00	0.71	0.93	0.81	0.11	0.46	0.86	0.71	0.64	0.89
Ⅲ	S1	0.05	0.13	0.06	0.13	0.90	0.09	0.14	0.17	0.80	0.00	0.11	0.00	0.07	0.38
	S2	0.39	0.62	0.48	0.48	0.77	0.55	0.69	0.49	0.58	0.12	0.30	0.30	0.72	0.46
	S3	0.79	0.66	0.78	0.95	0.19	0.69	0.95	0.93	0.03	0.29	0.67	0.40	0.67	0.86
Ⅳ	S1	0.00	0.11	0.00	0.00	1.00	0.00	0.07	0.35	0.70	0.00	0.05	0.01	0.00	0.29
	S2	0.28	0.43	0.42	0.35	0.55	0.52	0.75	0.82	0.48	0.07	0.10	0.20	0.69	0.00
	S3	0.71	1.00	0.83	0.78	0.65	0.64	1.00	1.00	0.00	0.16	0.52	0.30	0.43	0.82

表8 旋转后的主成分载荷矩阵、特征值及贡献率

Table 8 Rotated factor loading, coefficient eigenvalues and variance contribution rate of principal component

指标 Index	主成分1 PC1	主成分2 PC2
色饱和度 *C* Color saturation *C* value	0.962	0.226
叶绿素含量 Chlorophyll content	0.911	0.132
纵径 Cheek diameter	0.884	0.329
横径 Veritical diameter	0.814	0.572
侧径 Lateral diameter	0.762	0.616
单果质量 Fruit mass	0.761	0.616
红绿色差 *a** Red-green color difference *a** value	0.701	0.592
蔗糖含量 Sucrose content	0.593	0.496
可溶性固形物含量 Soluble solids content	0.138	0.930
可滴定酸含量 Titratable acid content	0.226	0.874
可溶性总糖含量 Total soluble sugar content	0.417	0.864
花青素含量 Anthocyanin content	0.363	0.831
类胡萝卜素含量 Carotenoid content	−0.614	−0.755
果形指数 Fruit shape index	−0.491	−0.745
特征值 Eigenvalue	6.194	6.051
方差贡献率 Variance contribution rate	44.241	43.218
累计方差贡献率 Cumulative variance contribution	44.241	87.459

表9 不同套袋处理下紫金红2号桃果实品质主成分得分及排名

Table 9 Principal component score and ranking of Zijinhong No. 2 fruit quality with different bagging treatments

处理 Treatment	采样时期 Sampling period	*F*1	排名 Ranking	*F*2	排名 Ranking	*F*	排名 Ranking
对照 Control	S1	−1.491	14	0.269	6	−0.621	11
	S2	−0.268	10	0.845	4	0.282	6
	S3	−0.070	9	2.069	1	0.987	2
Ⅰ	S1	−1.518	15	0.276	5	−0.631	12
	S2	0.295	8	−0.134	8	0.083	7
	S3	0.851	4	1.357	2	1.101	1
Ⅱ	S1	−1.304	13	−0.440	9	−0.877	13
	S2	0.418	7	−0.596	11	−0.083	9
	S3	0.615	5	0.989	3	0.800	3
Ⅲ	S1	−0.888	12	−0.876	13	−0.882	14
	S2	0.583	6	−0.733	12	−0.067	8
	S3	1.056	2	0.245	7	0.655	4
Ⅳ	S1	−0.841	11	−1.18	14	−1.007	15
	S2	1.052	3	−1.56	15	−0.238	10
	S3	1.510	1	−0.54	10	0.498	5

品质。

3 讨 论

桃果第二次快速生长期，不仅果实的外观会发生明显的变化，也是果实内含物（糖类和有机酸类等物质）的积累和转化的高峰期，是果实风味和品质形成的关键时期[33]。套袋改变了果实的生长环境，因此对桃果品质也会产生一定影响[34]。

果实大小是重要的育种目标和重要的商品性状[35]。目前，关于套袋对果实大小的影响研究其结果尚不一致[36]。张斌斌等[37]、沈玉英等[38]、郭宝林等[39]发现套袋后的桃单果质量下降。陈海江等[40]开展了设施桃不同品种套袋试验，发现早红桃和早凤王单果质量增加；而安农水蜜、早露蟠桃、北京早艳单果质量降低。王安柱等[41]、张斌斌等[42]、张安宁等[43]、马瑞娟等[44]和李桂祥等[45]研究发现套袋提高了桃单果质量，本研究结果类似，发现套袋对提高单果质量具有一定作用（其中处理Ⅰ效果最为明显），但对改善桃果形作用不显著。果皮色泽对决定果实外观品质有着重要作用[17]。桃果皮颜色主要由叶绿素、花青素类和胡萝卜素含量决定，果实发育初期具有较多的叶绿素，故果皮呈绿色，成熟期花青素含量升高，果面表现为红色[17]。有研究显示套袋后，袋内光线变弱，果皮叶绿素[44]和花青素[46]合成受阻，本研究也得到类似结论，但不同类型果袋对桃果皮叶绿素和花青素抑制程度不同，其中经Ⅰ处理的桃果皮叶绿素和花青素含量高于其他类型果袋，该研究结果与Kim等[47]，沈玉英等[38]结论一致。叶绿素和花青素合成受到抑制使得套袋后果实表面呈现黄花乳白色。本研究结果类似，即套袋处理后，果皮红绿色差 *a**值减小（与对照相比，处理Ⅰ后的 *a**值略有提高），黄蓝色差 *b**增加，亮度 *L* 增加，色调角 *H* 增加，色饱和度 *C* 增加，表明套袋处理提高了桃果皮色彩鲜艳度和光泽度，研究结果与颜少宾等[48-49]、陈巍等[5]和马瑞娟等[23]的结论一致。冯明祥等[50]研究发现套袋会降低果实可溶性糖、有机酸、维生素C、可溶性固形物含量，对果实风味产生一定程度的影响。杨桦等[51]采用塑料膜袋、牛皮纸袋、单层遮光袋、报纸袋对瑞光油桃开展试验，发现套袋后的果实可溶性固形物含量低于对照。郭宝林等[39]在燕红桃上、陈建军[52]在桃9个品种上以及冯明祥等[50]在寒露蜜桃上的套袋试验也得到类似结论。丁勤等[53]研究了套袋对油桃果实内在品质的影响，研究结果显示套袋处理后的果实可溶性固形物、可溶性糖含量低

于对照；套袋果实的有机酸含量与对照无显著差异。龚林忠等[54]通过开展不同套袋试验发现经外黄内黑单层袋、外黄内白双层蜡纸袋处理后果实可溶性固形物含量增加，有机酸含量降低，而经外灰内黑单层袋处理后的果实可溶性固形物、有机酸含量则与之相反[55]。本研究也显示不同类型果袋对桃果品质影响不一，处理Ⅰ提高了成熟期果实总糖、可溶性固形物含量、降低了总有机酸、可滴定酸含量；而其他套袋处理则是提高了果实的有机酸含量，降低了果实的可溶性固形物、总糖含量，这可能是因为套袋减弱了光照强度，果实光合作用能力下降，从而使得果肉光合产物降低[17]。

桃果实品质指标较多，各指标量程、单位不一致，且各指标间既独立又相互关联，难以开展标准化评价。通常用来评价果实的方法包括感官评价[56]和方差分析[57]，但这些方法受多因素制约，其结果往往具有一定的片面性[58]。主成分分析是一种将多个指标进行线性变换从而筛选出较少的综合因子来代表众多因子的方法[59]，近年来，在越来越多的园艺作物研究中选择主成分分析法来进行果实品质评价[57,60-61]。目前酿酒柑橘[62]、葡萄[63-64]、枸杞[65]、梨[66]、沙枣[58]等作物已应用该方法开展了资源评价。本试验测定了4种套袋处理的26项果实品质指标，各项指标变异系数在0.099%~30.147%；变异系数最高的是黄蓝色差*b**值（30.147%），最低值是叶绿素含量（0.099%）。因不同指标单位不一致，标准化处理需在主成分分析前进行，然后进行不同品质指标的相关性分析[67]。在这些数据基础上，删去相关性较低、变异系数＜5%的品质指标后得到14个果实品质指标，通过主成分分析将这14个指标简化为代表果实品质的2个主成分，累计方差贡献率达87.459%，因此，利用2个主成分进行不同类型果袋处理对桃果实后期品质的综合评价的研究结果客观合理。

4　结　论

本研究对紫金红2号进行不同类型果袋处理，测定果实发育期的26项品质指标，研究了套袋对果实发育过程中桃果皮色泽和内在果实品质的影响。采用相关性、主成分分析、综合得分模型筛选出套白色单层果袋桃果实综合品质最高。研究结果为当地果袋的选择和正确使用提供了参考依据。

参考文献 References：

[1] 中华人民共和国农业部. 桃种质资源描述规范：NY/T 2923—2016[S]. 北京：中国农业出版社，2005.
Ministry of Agriculture of the People's Republic of China. Standard description of peach germplasm resources：NY/T 2923—2016[S]. Beijing：China Agriculture Press，2005.

[2] 俞明亮. 中国桃新品种选育研究进展[J]. 落叶果树，2024，56(3)：1-5.
YU Mingliang. Progress of peach breeding in China[J]. Deciduous Fruits，2024，56(3)：1-5.

[3] 张红欢，杨兴旺，冀晓昊，王莹莹，时梦，王小龙，王志强，张丽霞，王孝娣. 树形对促早栽培桃冠层结构、光合特性及果实品质的影响[J]. 果树学报，2024，41(3)：470-480.
ZHANG Honghuan，YANG Xingwang，JI Xiaohao，WANG Yingying，SHI Meng，WANG Xiaolong，WANG Zhiqiang，ZHANG Lixia，WANG Xiaodi. Effects of tree shape on canopy structure，photosynthetic characteristics and fruit quality of early cultivated nectarine[J]. Journal of Fruit Science，2024，41(3)：470-480.

[4] 陆泰良，阳爱民，李海炎，梁瑞郑，万保雄. 南方寡日照条件下铺设反光膜对避雨栽培早熟油桃品质的影响[J]. 西南农业学报，2021，34(6)：1188-1194.
LU Tailiang，YANG Aimin，LI Haiyan，LIANG Ruizheng，WAN Baoxiong. Effect of laying reflective film on quality of early nectarine cultivated in rain- sheltered cultivation in South China with few sunshine[J]. Southwest China Journal of Agricultural Sciences，2021，34(6)：1188-1194.

[5] 陈巍，黄品湖，郭秀珠，徐文荣，林绍生. 套袋对油桃果皮色素和果实品质的影响[J]. 浙江农业科学，2014，55(11)：1705-1706.
CHEN Wei，HUANG Pinhu，GUO Xiuzhu，XU Wenrong，LIN Shaosheng. Effect of bagging on pigment ad quality of nectarine fruit[J]. Journal of Zhejiang Agricultural Sciences，2014，55(11)：1705-1706.

[6] 杜纪红，叶正文，张学英，苏明申，高清华，张绍铃. 遮光对沪油018油桃果皮花色苷含量及果实着色的影响[J]. 果树学报，2008，25(6)：928-931.
DU Jihong，YE Zhengwen，ZHANG Xueying，SU Mingshen，GAO Qinghua，ZHANG Shaoling. Effects of bagging on the content of anthocyanin in the fruit skin and the coloration of nectarine fruit[J]. Journal of Fruit Science，2008，25(6)：928-931.

[7] 王涛，陈丹霞，冯先桔，林媚，黄雪燕，王燕斌. 套袋对大棚油桃果实着色与品质影响[J]. 浙江农业科学，2011，52(3)：501-503.
WANG Tao，CHEN Danxia，FENG Xianju，LIN Mei，HUANG Xueyan，WANG Yanbin. The influence of bagging on fruitcoloration and quality of greenhouse- grown peaches[J]. Journal of Zhejiang Agricultural Sciences，2011，52(3)：501-503.

[8] 杨钰，闫松涛，付鸿博，王鹏飞，杜俊杰，穆霄鹏. 套袋遮光对欧李果实糖、酸和类黄酮含量的影响[J]. 西北植物学报，2024，44(8)：1201-1207.

YANG Yu，YAN Songtao，FU Hongbo，WANG Pengfei，DU Junjie，MU Xiaopeng. Effects of bagging and shading on the content of sugar，acid and flavonoids in fruit of *Cerasus humilis*[J]. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica，2024，44(8)：1201-1207.

[9] GUIRAO A，VALVERDE J M，DÍAZ-MULA H M，VALERO D，SERRANO M，MARTÍNEZ-ROMERO D. Role of pre-harvest sorbitol-calcium treatments in controlling berry drop in bagged table grapes of the "Doña María" variety[J]. Horticulturae，2024，10(7)：698.

[10] GUAN Y Q，QIN X L，WEI C Q，FENG Y X，CHENG Y D，ZHANG Y，GUAN J F. Influence of bagging on fruit quality，incidence of peel browning spots，and lignin content of 'Huangguan' pears[J]. Plants，2024，13(4)：516.

[11] YU M，XIONG J Y，DONG K，QUAN X，GUO H，HUO J W，QIN D，WANG Y C，LU X M，ZHU C Q. AcMYB10 involved in anthocyanin regulation of 'Hongyang' kiwifruit induced *via* fruit bagging and high-postharvest-temperature treatments[J]. Genes，2024，15(1)：97.

[12] 李学斌，王林云，项秋，陈正满 . 白沙枇杷栽培的九项提质增效技术[J]. 中国南方果树，2024，53(4)：111-114.
LI Xuebin，WANG Linyun，XIANG Qiu，CHEN Zhengman. Nine techniques for improving the quality and efficiency of white flesh loquat cultivation[J]. South China Fruits，2024，53(4)：111-114.

[13] BARMAN D，CHOUDHURY S，CHAMUAH S. Research on the effect of pre-harvest bagging on lychee yield and quality[J]. Journal of Applied Science and Engineering，2024，6(6)：38-41.

[14] WANG Y Y，HU Y P，REN H F，ZHAO X Q，YUAN Z H. Integrated transcriptomic，metabolomic，and functional analyses unravel the mechanism of bagging delaying fruit cracking of pomegranate (*Punica granatum* L.)[J]. Food Chemistry，2024，451：139384.

[15] BEGUM M L，AHMED M，RAHMAN M A，ISLAM M T. Preharvest bagging and ambient storage influenced fruit quality and post-harvest physiology of mango (cv. Gopalbhog)[J]. Plant Physiology Reports，2023，28(4)：607-619.

[16] 马瑞娟，张斌斌，蔡志翔，倪林箭，李桂祥，丁辉 . 不同类型果袋对霞光油桃果实品质的影响[J]. 江苏农业学报，2012，28(3)：627-631.
MA Ruijuan，ZHANG Binbin，CAI Zhixiang，NI Linjian，LI Guixiang，DING Hui. Effect of different bags on fruit quality of Xiaguang nectarine[J]. Jiangsu Journal of Agricultural Sciences，2012，28(3)：627-631.

[17] 王娜 . 套袋桃袋内微环境差异与果实品质形成的关系研究[D]. 南京：南京农业大学，2020.
WANG Na. Relationship between microenvironment difference and fruit quality formation in bagged peach[D]. Nanjing：Nanjing Agricultural University，2020.

[18] 杜纪红，叶正文，周慧娟，李雄伟，苏明申，张夏南 . 不同类型果袋对'新凤蜜露'水蜜桃果实品质的影响[J]. 经济林研究，2018，36(1)：147-152.
DU Jihong，YE Zhengwen，ZHOU Huijuan，LI Xiongwei，SU Mingshen，ZHANG Xianan. Effects of different types of bags on fruit quality of 'Xinfengmilu' honey peach[J]. Nonwood Forest Research，2018，36(1)：147-152.

[19] JIA H J，ARAKI A，OKAMOTO G. Influence of fruit bagging on aroma volatiles and skin coloration of 'Hakuho' peach (*Prunus persica* Batsch)[J]. Postharvest Biology and Technology，2005，35(1)：61-68.

[20] 李桂祥，马瑞娟，张斌斌，俞明亮，倪林箭 . 套袋对霞晖 6 号桃果实发育过程中果皮色素含量和色差的影响[J]. 江苏农业学报，2012，28(6)：1418-1423.
LI Guixiang，MA Ruijuan，ZHANG Binbin，YU Mingliang，NI Linjian. Effect of bagging on peel pigment content and fruit chromatism of peach cultivar Xiahui 6[J]. Jiangsu Journal of Agricultural Sciences，2012，28(6)：1418-1423.

[21] 李桂祥，张安宁，王孝友，殷兴华，董晓民，刘伟，张毅，滕兴荣，张守民 . 纸袋和无纺布袋套袋处理对肥城桃风味物质的影响[J]. 山东农业科学，2017，49(4)：55-59.
LI Guixiang，ZHANG Anning，WANG Xiaoyou，YIN Xinghua，DONG Xiaomin，LIU Wei，ZHANG Yi，TENG Xingrong，ZHANG Shoumin. Effects of bagging with paper bags and nonwoven bags on flavor compounds of Feicheng peach[J]. Shandong Agricultural Sciences，2017，49(4)：55-59.

[22] 马瑞娟，张斌斌，蔡志翔，颜志梅 . 不同类型黄色果袋对'晚湖景'桃果实品质的影响[J]. 西南农业学报，2013，26(6)：2466-2470.
MA Ruijuan，ZHANG Binbin，CAI Zhixiang，YAN Zhimei. Effect of different yellow bags on fruit quality of 'Wanhujing' peach cultivar[J]. Southwest China Journal of Agricultural Sciences，2013，26(6)：2466-2470.

[23] 马瑞娟，张斌斌，张春华，蔡志翔，严娟 . 套袋对金陵黄露桃果实品质的影响[J]. 江苏农业学报，2014，30(5)：1127-1131.
MA Ruijuan，ZHANG Binbin，ZHANG Chunhua，CAI Zhixiang，YAN Juan. Effect of bagging on quality of Jinlinghuanglu peach[J]. Jiangsu Journal of Agricultural Sciences，2014，30(5)：1127-1131.

[24] 张斌斌，蔡志翔，马瑞娟，张春华，颜大华 . 套袋对晚熟桃霞晖 8 号果实品质的影响[J]. 江西农业学报，2014，26(12)：46-49.
ZHANG Binbin，CAI Zhixiang，MA Ruijuan，ZHANG Chunhua，YAN Dahua. Effect of bagging on fruit quality of late-ripening peach cultivar Xiahui 8[J]. Acta Agriculturae Jiangxi，2014，26(12)：46-49.

[25] 郭东花，白红，石佩，杨艳青，李高潮，范崇辉 . 不同时期套袋对"瑞光 19 号"油桃果实挥发性成分及着色的影响[J]. 食品科学，2016，37(8)：242-247.
GUO Donghua，BAI Hong，SHI Pei，YANG Yanqing，LI Gaochao，FAN Chonghui. Effects of bagging at different stages on volatiles and color of "Ruiguang No. 19" nectarine fruits[J].

Food Science，2016，37(8)：242-247.

[26] 洪莉，陈令会，曹锦萍，陈剑，何玲玲 . 套袋对南方暖地中晚熟桃果实品质的影响[J]. 浙江农业科学，2018，59(7)：1178-1181.
HONG Li，CHEN Linghui，CAO Jinping，CHEN Jian，HE Lingling. Influences of bagging treatment on fruit quality of late mature peach varieties in South China[J]. Journal of Zhejiang Agricultural Sciences，2018，59(7)：1178-1181.

[27] 王小红，宋雷，陈红，徐昌松，李建华 . 套袋及地表覆膜对镇远桃果实品质的影响[J]. 江苏农业科学，2018，46(16)：116-118.
WANG Xiaohong，SONG Lei，CHEN Hong，XU Changsong，LI Jianhua. Effects of bagging and surface covering on fruit quality of peach in Zhenyuan County，Guizhou Province[J]. Jiangsu Agricultural Sciences，2018，46(16)：116-118.

[28] 牛茹萱，赵秀梅，王晨冰，张译文，王发林 . 不同套袋处理对陇蜜 9 号桃果实品质的影响[J]. 甘肃农业科技，2020，51(11)：25-29.
NIU Ruxuan，ZHAO Xiumei，WANG Chenbing，ZHANG Yiwen，WANG Falin. Effects of different bagging treatments on peach fruit quality of Longmi 9[J]. Gansu Agricultural Science and Technology，2020，51(11)：25-29.

[29] 史文景，游双红，胡佳羽，伊洪伟，武峥，罗治平 . 紫金红 1 号油桃在重庆的引种试验初报[J]. 中国南方果树，2020，49(6)：164-167.
SHI Wenjing，YOU Shuanghong，HU Jiayu，YI Hongwei，WU Zheng，LUO Zhiping. Preliminary reports on the introduction test of the Zi Jin Hong 1 nedtarine in Chongqing[J]. South China Fruits，2020，49(6)：164-167.

[30] 胡湘明 . 新型反光膜覆盖对桃果实糖酸品质形成及果皮着色的影响[D]. 金华：浙江师范大学，2012.
HU Xiangming. The effects of reflective film covering on fruit quality and peel coloring of peach[D]. Jinhua：Zhejiang Normal University，2012.

[31] 高俊凤 . 植物生理学实验指导[M]. 北京：高等教育出版社，2006.
GAO Junfeng. Experimental guidance for plant physiology[M]. Beijing：Higher Education Press，2006.

[32] 陈俊伟，张上隆，张良诚，徐昌杰，陈昆松 . 温州蜜柑果实发育进程中光合产物运输分配及糖积累特性[J]. 植物生理学报，2001，27(2)：186-192.
CHEN Junwei，ZHANG Shanglong，ZHANG Liangcheng，XU Changjie，CHEN Kunsong. Characteristics of photosynthate translocation and partitioning and sugar accumulation in developing satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.) fruit[J]. Acta Photophysiologica Sinica，2001，27(2)：186-192.

[33] 张兰兰，任艳芳，何俊瑜，杨中喜 . 艳红桃果实发育阶段生理指标的变化[J]. 贵州农业科学，2012，40(2)：136-138.
ZHANG Lanlan，REN Yanfang，HE Junyu，YANG Zhongxi. Changes in physiological indexes of *Amygdalus persica* in fruit development stage[J]. Guizhou Agricultural Sciences，2012，40(2)：136-138.

[34] 李桂祥 . 套袋对‘霞晖 6 号’桃果实品质及蔗糖代谢相关酶活性的影响[D]. 南京：南京农业大学，2012.
LI Guixiang. Effect of bagging on fruit quality and sucrose metabolism-related enzymes of ‘Xiahui6’ peach[D]. Nanjing：Nanjing Agricultural University，2012.

[35] 韩明玉 . 桃主要性状遗传分析与再生体系的建立[D]. 杨凌：西北农林科技大学，2009.
HAN Mingyu. Genetic analysis of main traits and establishment of regeneration system of peach[D]. Yangling：Northwest A & F University，2009.

[36] 李桂祥，马瑞娟，俞明亮，张斌斌 . 套袋对桃果实品质影响的研究进展[J]. 江苏农业科学，2011，39(6)：265-267.
LI Guixiang，MA Ruijuan，YU Mingliang，ZHANG Binbin. Research progress on the effects of bagging on peach fruit quality[J]. Jiangsu Agricultural Sciences，2011，39(6)：265-267.

[37] 张斌斌，马瑞娟，蔡志翔，张春华，颜志梅 . 采前套袋微环境变化对桃果实品质的影响[J]. 植物生理学报，2015，51(2)：233-240.
ZHANG Binbin，MA Ruijuan，CAI Zhixiang，ZHANG Chunhua，YAN Zhimei. Effects of preharvest micro-environment inside baggs on peach fruit quality[J]. Plant Physiology Journal，2015，51(2)：233-240.

[38] 沈玉英，李斌，贾惠娟 . 不同纸质果袋对湖景蜜露桃果实品质的影响[J]. 果树学报，2006，23(2)：182-185.
SHEN Yuying，LI Bin，JIA Huijuan. Effect of bagging on fruit quality of Hujingmilu peach cultivar[J]. Journal of Fruit Science，2006，23(2)：182-185.

[39] 郭宝林，杨俊霞，鲁韧强，陈兆峰，刘丽林 . 套袋提高燕红桃果品质量的试验研究[J]. 中国果树，2000(3)：19-20.
GUO Baolin，YANG Junxia，LU Renqiang，CHEN Zhaofeng，LIU Lilin. Bagging to enhance fruit quality of Yanhong peach：An experimental study[J]. China Fruits，2000(3)：19-20.

[40] 陈海江，段红喜，徐继忠，皇甫中泗 . 提高设施桃果实品质试验[J]. 山西果树，2003(1)：4-5.
CHEN Haijiang，DUAN Hongxi，XU Jizhong，HUANGFU Zhongsi. Experiment on improving the quality of greenhouse-grown peach fruits[J]. Shanxi Fruits，2003(1)：4-5.

[41] 王安柱，韩明玉，丁勤，田玉命，张满让，王淑莉 . 不同类型果袋对秦光 2 号油桃品质的影响[J]. 果树学报，2006，23(4)：602-604.
WANG Anzhu，HAN Mingyu，DING Qin，TIAN Yuming，ZHANG Manrang，WANG Shuli. Effect of different bags on the quality of Qinguang 2 nectarine[J]. Journal of Fruit Science，2006，23(4)：602-604.

[42] 张斌斌，杜金华，陈鸿，王晓俊，张圆圆，陈政，丁辉，颜志梅，俞明亮，马瑞娟 . 不同类型果袋对霞晖 10 号桃果实品质的影响[J/OL]. 果树学报，2025，(2025-02-28). https://doi.org/10.13925/j.cnki.gsxb.20240565.
ZHANG Binbin，DU Jinhua，CHEN Hong，WANG Xiaojun，ZHANG Yuanyuan，CHEN Zheng，DING Hui，YAN Zhimei，

YU Mingliang，MA Ruijuan. Effects of different types of fruit bags on the quality of Xiahui 10 peach[J/OL]. Journal of Fruit Science，2025，(2025- 02- 28). https://doi.org/10.13925/j.cnki.gsxb.20240565.

[43] 张安宁，刘伟，李桂祥，张毅，王长君 . 8 种不同类型果袋对‘岱妃’桃果实品质的影响[J]. 山东农业科学，2014，46(3)：33-36.
ZHANG Anning，LIU Wei，LI Guixiang，ZHANG Yi，WANG Changjun. Effects of bagging with eight types of bags on fruit quality of Daifei peach[J]. Shandong Agricultural Sciences，2014，46(3)：33-36.

[44] 马瑞娟，张斌斌，严娟，蔡志翔，张春华 . 光质对‘Flavortop’油桃果实着色及品质的影响[J]. 经济林研究，2014，32(3)：109-113.
MA Ruijuan，ZHANG Binbin，YAN Juan，CAI Zhixiang，ZHANG Chunhua. Effects of light wave on coloration and quality in ‘Flavortop’ nectarine fruit[J]. Non-wood Forest Research，2014，32(3)：109-113.

[45] 李桂祥，王长君，刘伟，张毅，张安宁 . 七种果袋对‘红里’肥城桃果实品质的影响[J]. 山东农业科学，2015，47(2)：45-48.
LI Guixiang，WANG Changjun，LIU Wei，ZHANG Yi，ZHANG Anning. Effect of seven types of bags on fruit quality of Feicheng peach cultivar Hongli[J]. Shandong Agricultural Sciences，2015，47(2)：45-48.

[46] DELGADO C，CRISOSTO G M，HEYMANN H，CRISOSTO C H. Determining the primary drivers of liking to predict consumers’ acceptance of fresh nectarines and peaches[J]. Journal of Food Science，2013，78(4)：S605-S614.

[47] KIM Y H，KIM H H，YOUN C K，KWEON S J，JUNG H J，LEE C H. Effects of bagging material on fruit coloration and quality of ‘Janghowon Hwangdo’ peach[J]. Acta Horticulturae，2008(772)：81-86.

[48] 颜少宾，金光，张妤艳，马瑞娟，俞明亮 . 套袋对桃果实发育后期果皮类胡萝卜素的影响[J]. 福建农业学报，2019，34(7)：790-795.
YAN Shaobin，JIN Guang，ZHANG Yuyan，MA Ruijuan，YU Mingliang. Effect of bagging on carotenoids in peels of peaches at maturing stages[J]. Fujian Journal of Agricultural Sciences，2019，34(7)：790-795.

[49] 颜少宾，郭瑞，周平，周丹蓉，金光 . 不同套袋处理对桃果实品质的影响[J]. 食品安全质量检测学报，2024，15(21)：115-123.
YAN Shaobin，GUO Rui，ZHOU Ping，ZHOU Danrong，JIN Guang. Effects of different bagging treatments on *Prunus persica* fruit quality[J]. Journal of Food Safety & Quality，2024，15(21)：115-123.

[50] 冯明祥，宫象晖，姜瑞德，孙可波 . 寒露蜜桃套袋栽培对果实质量的影响[J]. 烟台果树，2002(1)：29.
FENG Mingxiang，GONG Xianghui，JIANG Ruide，SUN Kebo. Effect of bagging cultivation on Hanlu honey peach fruit quality[J]. Yantai Fruits，2002(1)：29.

[51] 杨桦，汤福义 . 瑞光油桃果实套袋的效应研究[J]. 西南园艺，2003(3)：7-8.
YANG Hua，TANG Fuyi. Study on the effects of bagging on Ruiguang nectarine fruits[J]. Southwest Horticulture，2003(3)：7-8.

[52] 陈建军 . 几个桃品种不同时期套袋试验结果简报[J]. 甘肃农业科技，2004，35(6)：26-27.
CHEN Jianjun. Brief reports on the results of bagging experiments at different periods for several peach varieties[J]. Gansu Agricultural Science and Technology，2004，35(6)：26-27.

[53] 丁勤，韩明玉，田玉命 . 套袋对油桃果实裂果及品质的影响[J]. 西北农林科技大学学报（自然科学版），2004，32(9)：81-83.
DING Qin，HAN Mingyu，TIAN Yuming. Effect of bagging on nectarine fruit quality and fruit cracking[J]. Journal of Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry (Natural Science Edition)，2004，32(9)：81-83.

[54] HUANG C H，YU B，TENG Y W，SU J，SHU Q，CHENG Z Q，ZENG L Q. Effects of fruit bagging on coloring and related physiology，and qualities of red Chinese sand pears during fruit maturation[J]. Scientia Horticulturae，2009，121(2)：149-158.

[55] 龚林忠，何华平，王富荣，顾霞 . 几种果袋对晚蜜桃果实品质的影响[J]. 广西园艺，2007，18(6)：17-19.
GONG Linzhong，HE Huaping，WANG Furong，GU Xia. The effects of different fruit bags on the fruit quality of late-ripenig honey peaches[J]. Guangxi Horticulture，2007，18(6)：17-19.

[56] 马庆华，续九如，王贵禧，姚立新，李颖岳 . 河北和山东冬枣果实品质评价及 AFLP 分子标记的研究[J]. 林业科学研究，2009，22(1)：48-54.
MA Qinghua，XU Jiuru，WANG Guixi，YAO Lixin，LI Yingyue. Studies on the fruit quality and AFLP markers of *Ziziphus jujuba* cv. Dongzao from Hebei and Shandong provenances[J]. Forest Research，2009，22(1)：48-54.

[57] 高文海，李新岗，王长柱 . 木枣优良株系的选择研究[J]. 果树学报，2009，26(4)：481-486.
GAO Wenhai，LI Xingang，WANG Changzhu. Superior clones selected from Muzao cultivar (*Ziziphus jujuba*) [J]. Journal of Fruit Science，2009，26(4)：481-486.

[58] 盛玮，刘巧玲，刘丽燕 . 基于因子分析的 6 个大果沙枣新品种果实性状综合评价[J]. 果树学报，2024，41(9)：1800-1810.
SHENG Wei，LIU Qiaoling，LIU Liyan. Comprehensive evaluation of fruit quality traits of six new *Elaeagnus moorcroftii* varieties based on factor analysis[J]. Journal of Fruit Science，2024，41(9)：1800-1810.

[59] 赵双，黄颖宏，郄红丽 . 30 个杨梅品种果实品质分析与综合评价[J]. 果树学报，2024，41(3)：392-402.
ZHAO Shuang，HUANG Yinghong，QIE Hongli. Fruit quality analysis and comprehensive evaluation of 30 bayberry varieties[J]. Journal of Fruit Science，2024，41(3)：392-402.

[60] 辜夕容，陈勇，李洪飞，李秀珍，彭秀，罗平，赵渝丽，罗会，李川 . 武隆猪腰枣优良单株果实品质的主成分分析及综合评选[J]. 食品科学，2012，33(15)：79-82.

GU Xirong，CHEN Yong，LI Hongfei，LI Xiuzhen，PENG Xiu，LUO Ping，ZHAO Yuli，LUO Hui，LI Chuan. Principal component analysis and comprehensive evaluation of fruit quality of Wulongzhuyao jujube[J]. Food Science，2012，33(15)：79-82.

[61] KEENAN D F，VALVERDE J，GORMLEY R，BUTLER F，BRUNTON N P. Selecting apple cultivars for use in ready-to-eat desserts based on multivariate analyses of physico-chemical properties[J]. LWT-Food Science and Technology，2012，48(2)：308-315.

[62] 张伟清，林媚，平新亮，王伟，冯先橘，姚周麟，王天玉 . 柑橘果实矿质元素、活性物质含量特征及综合评价[J]. 果树学报，2024，41(8)：1592-1603.
ZHANG Weiqing，LIN Mei，PING Xinliang，WANG Wei，FENG Xianju，YAO Zhoulin，WANG Tianyu. A comprehensive evaluation of mineral elements and active substances in citrus fruits[J]. Journal of Fruit Science，2024，41(8)：1592-1603.

[63] 翟文婷，张宗翊，陈红梅，刘子恒，赵宝龙，孙军利 . 4个葡萄品种改接的阳光玫瑰光合特性和果实品质的差异分析[J]. 果树学报，2024，41(9)：1789-1799.
ZHAI Wenting，ZHANG Zongyi，CHEN Hongmei，LIU Ziheng，ZHAO Baolong，SUN Junli. Analysis of photosynthetic characteristics and fruit quality of Shine Muscat grafted on 4 grape varieties[J]. Journal of Fruit Science，2024，41(9)：1789-1799.

[64] 魏烈权，卢世雄，马宗桓，郭锐，毛娟 . 基于主成分分析法的嘉峪关10种酿酒葡萄品种品质评价[J]. 甘肃农业大学学报，2020，55(3)：90-96.
WEI Liequan，LU Shixiong，MA Zonghuan，GUO Rui，MAO Juan. Quality evaluation of 10 wine grape varieties in Jiayuguan based on principal component analysis[J]. Journal of Gansu Agricultural University，2020，55(3)：90-96.

[65] 王益民，张珂，许飞华，王玉，任晓卫，张宝琳 . 不同品种枸杞子营养成分分析及评价[J]. 食品科学，2014，35(1)：34-38.
WANG Yimin，ZHANG Ke，XU Feihua，WANG Yu，REN Xiaowei，ZHANG Baolin. Chemical analysis and nutritional evaluation of different varieties of goji berries (*Lycium barbarum* L.)[J]. Food Science，2014，35(1)：34-38.

[66] 木合塔尔•扎热，阿卜杜许库尔•牙合甫，故丽米热•卡克什，马合木提•阿不来提，哈地尔•依沙克 . 新疆地方品种梨果实品质性状综合评价[J]. 农业工程学报，2021，37(7)：278-285.
Muhtar·Zari，Abduxukur·Yakup，Gulmira·Kakix，Mahmut·Ablat，Kadir·Esah. Comprehensive evaluation of fruit quality traits of local pear cultivars in Xinjiang Region of China[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering，2021，37(7)：278-285.

[67] 张海英，韩涛，王有年，李丽萍 . 桃果实品质评价因子的选择[J]. 农业工程学报，2006，22(8)：235-239.
ZHANG Haiying，HAN Tao，WANG Younian，LI Liping. Selection of factors for evaluating peach (*Prunus persica*) fruit quality[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering，2006，22(8)：235-239.