西北植物学报，2024，44(8)：1201-1207
Acta Bot. Boreal.-Occident. Sin.
http://xbzwxb.alljournal.net/xbzwxb/home

引用格式：杨钰，闫松涛，付鸿博，等. 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 Y，YAN S T，FU H B，et al. 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.] **DOI**：10.7606/j.issn.1000-4025.20230757

套袋遮光对欧李果实糖、酸和类黄酮含量的影响

杨　钰[1]，闫松涛[1]，付鸿博[1,2]，王鹏飞[1]，杜俊杰[1]，穆霄鹏[1*]

(1 山西农业大学 园艺学院，山西太谷 030801；2 红河学院 生物科学与农学学院，云南蒙自 661199)

摘　要　**【目的】**考察不同光照强度及时间对欧李果实糖、酸和类黄酮含量的影响，为后期深入探讨光照影响果实品质的分子机制提供参考依据。**【方法】**以欧李品种‘农大 6 号’和‘农大 7 号’为试验材料，采用 3 种不同遮光率(30%、55%和 100%)的果袋分别在果实膨大期和转色期进行套袋处理，测定其果实单果质量、可滴定酸含量、可溶性固形物含量和类黄酮含量。**【结果】**(1)两品种单果质量和果实可溶性固形物含量均表现为果实膨大期处理低于果实转色期处理，且均随果袋遮光率升高而逐渐降低。(2)‘农大 6 号’可滴定酸含量在套袋处理下均明显降低，且果袋遮光率越高、套袋时间越长，降酸效果越明显，而‘农大 7 号’可滴定酸含量受影响较小。(3)套袋‘农大 6 号’类黄酮含量均高于对照，并随果袋遮光率的增加先升后降，且膨大期处理高于转色期处理。套袋‘农大 7 号’类黄酮含量仅在果袋遮光率 30%时显著高于对照，且膨大期处理显著低于转色期处理。**【结论】**套袋能有效改善欧李果实糖、酸和类黄酮含量，‘农大 6 号’以膨大期套袋为宜，‘农大 7 号’则以转色期套袋效果更好，且均以 55%遮光率果袋对两品种糖、酸和类黄酮含量综合改善效果最佳。

关键词　欧李；套袋；糖、酸含量；类黄酮含量

中图分类号　Q945.79；S662.9　　**文献标志码**　A

Effects of bagging and shading on the content of sugar，acid and flavonoids in fruit of *Cerasus humilis*

YANG Yu[1]，YAN Songtao[1]，FU Hongbo[1,2]，WANG Pengfei[1]，DU Junjie[1]，MU Xiaopeng[1*]

(1 College of Horticulture，Shanxi Agricultural University，Taigu，Shanxi 030801，China；2 College of Biological and Agricultural Sciences，Honghe University，Mengzi，Yunnan 661199，China)

Abstract　[**Objective**] The study aims to investigate the effects of different light exposure durations and intensities on the sugar，acid，and flavonoid contents of *Cerasus humilis* fruits，and to provide a reference for further exploration of the molecular mechanisms underlying the influence of light exposure on fruit quality. [**Methods**] The *C. humilis* varieties ‘Nongda 6’ and ‘Nongda 7’ were used as experimental materials. Fruit bags with three different light transmission rates (30%，55%，and 100%) were applied during fruit enlargement period and color conversion period，respectively，and measured the fruit mass and titratable acid，soluble solid，and flavonoid content. [**Results**] (1) The single fruit mass and soluble solid content of both varieties were lower during fruit enlargement period than during color conversion period，and both were decreased gradually with increasing light-blocking rate of fruit bags. (2) The titratable acid content of ‘Nongda 6’ was significantly reduced under bagging treatment，and the higher the light-blocking

收稿日期：2023-11-22；**修改稿收到日期**：2024-04-10
基金项目：山西农业大学科技创新基金项目(2018YJ06)
作者简介：杨　钰(1999—)，女，在读硕士研究生，主要从事园艺植物功能物质挖掘与产品开发研究。E-mail：15513999787@163.com
*通信作者：穆霄鹏，副教授，硕士生导师，主要从事果树种质资源创新研究。E-mail：15110671026@163.com

rate of the fruit bag and the longer the bagging time, the more pronounced the reduction in acidity. In contrast, the titratable acid content of 'Nongda 7' was less affected. (3) The flavonoid content of bagged 'Nongda 6' was higher than the control, increasing first and then decreasing with the increase in light-blocking rate of the fruit bag, and the content during fruit enlargement period was higher than that during color conversion period. The flavonoid content of bagged 'Nongda 7' was significantly higher than the control only at a 30% light-blocking rate, and the content during fruit enlargement period was significantly lower than during color conversion period. [**Conclusion**] Bagging can effectively improve the sugar, acid, and flavonoid content of *C. humilis* fruits. Furthermore, bagging during fruit enlargement period is suitable for 'Nongda 6', while bagging during color conversion period is more effective for 'Nongda 7'. Both varieties show the best overall improvement in sugar, acid, and flavonoid content with a 55% light-blocking rate of the fruit bag.

Key words *Cerasus humilis*; bagging; sugar and acid content; flavonoid content

欧李(*Cerasus humilis*)为蔷薇科樱桃属植物,是中国特有的灌木果树树种之一。欧李果实色泽艳丽、香味浓郁、风味独特,有机酸及黄酮类物质含量丰富,既可鲜食,也可用于加工果汁、果酒、果脯等产品[1-2],是一种具有较高营养价值的水果。随着人民生活水平的不断提高,人们对于果品的要求不仅仅局限于口感等方面,果实的总体品质日益受到关注。在果实生长发育过程中对果实进行套袋是一种重要的栽培技术,它已在苹果[3]、梨[4]、葡萄[5]、黄桃[6]、荔枝[7]、芒果[8]、香蕉[9]等果树上广泛使用,不仅可以改善果实外观品质、防治病虫鸟害,而且对果实发育的微环境有巨大的影响,进而影响果实的内在品质,此外套袋还能降低农药残留和裂果等[10-13]。李德友等[14]发现 3 种材质果袋套袋处理均可显著促进油梨果实的生长发育,改善油梨果实外观品质及内在品质;张绍铃等[15]报道,以盛花后第 28—35 天对'幸水梨'进行套袋效果最好。欧李果实虽营养价值丰富但口感偏酸,在很大程度上影响着消费者的选择,如何通过栽培措施进行品质调控有待深入研究。因此,本研究通过选用 3 种不同遮光率的果袋,在果实不同发育阶段进行套袋处理,并测定相关果实品质指标,分析套袋后果实品质的变化规律,研究结果将为后期欧李果实品质调控及欧李果实品质光响应分子机制等研究提供一定的参考依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料

试验以山西农业大学巨鑫示范园栽植的'农大 6 号'和'农大 7 号'2 个欧李品种为材料,树龄 4 年,定植行株距为 0.6 m×0.6 m,田间管理按常规水肥方法进行,管理措施一致。其中,'农大 6 号'果实扁圆形,红色果皮,黄色果肉,平均单果重 12.63 g;'农大 7 号'是由山西农业大学从欧李自然杂交实生后代选育,果实为扁圆形,果皮颜色为黄底红晕,果肉淡黄色,平均单果重 14.38 g,可食率 94.4%,香味浓郁,酸甜适口,为晚熟鲜食品种。

选取不同厚度且内里为黑色的蜡纸果袋对果实进行套袋处理,蜡纸果袋采用特殊的蜡纸材料制成,具有一定的透气性和吸湿性,且遮光性能较好,可以有效减少水分蒸发,保护果实免受日光直射和雨淋,有利于果实的生长发育。

1.2 试验设计

试验共选择 3 种遮光率(30%、55% 和 100%)蜡纸果袋,分为果实膨大期和转色期 2 个套袋时期,以不套袋、不遮光的果实为对照,共计组成 7 个处理(3×2+1),分别为对照(CK)、膨大期套袋处理(FS_{30}、FS_{55}、FS_{100})、转色期套袋处理(CT_{30}、CT_{55}、CT_{100})。'农大 6 号'较'农大 7 号'成熟期早 1 周左右,分别于 2023 年 7 月 14 日、7 月 24 日进行膨大期套袋处理,分别于 2023 年 8 月 7 日、8 月 17 日进行转色期套袋处理。每个处理均选择 9 株树,每 3 株树作为 1 个重复,共 3 次重复,每株树选择 15 个果实进行单个套袋,并于 2023 年 8 月 17 日和 2023 年 8 月 29 日分别采集'农大 6 号'和'农大 7 号'成熟期果实,用于各项指标的测定。

1.3 测定指标与方法

用电子天平测定单果质量,每 10 个果实称重后算得平均数作为 1 次重复,重复 3 次。用 NaOH 滴定法[17]测定可滴定酸含量。用手持式折光仪测定[17]可溶性固形物含量,在折光仪玻璃面上滴 2 滴欧李果肉汁液,盖上盖板后观测数据,读取视野中明暗交界线上的刻度,即为可溶性固形物含量。测定 6 个果实的平均数作为 1 次重复,重复 3 次。

类黄酮含量采用 $NaNO_2$-$Al(NO_3)_3$-NaOH 比

色法测定[18]。采用超声辅助提取法[16]，取 5 个欧李果实，去果柄和果核，每个果实取 1/4 量，切碎，液氮研磨成粉末，称取 0.60 g 鲜样粉末，重复 3 次。用 40%的酸化甲醇作提取液，料液比 1∶10(m∶V)，漩涡振荡混匀，超声提取 30 min(40 kHz)后在 10 000 r/min 下离心 15 min，重复提取 3 次，合并滤液后经旋转蒸发仪于 40 ℃下将提取液蒸干，之后将提取物用甲醇溶解，置换到离心管中，10 000 r/min 下离心 10 min，取上清液用甲醇定容至 10 mL，用于测定果实类黄酮含量。

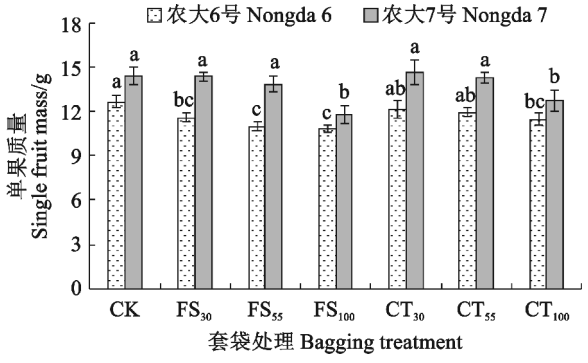
1.4　数据统计分析

采用 Excel 2007、IBM SPSS Statistics 26、Origin Pro 9.0 软件进行数据分析和作图。

2　结果与分析

2.1　不同遮光率套袋处理对欧李果实单果质量的影响

图 1 表明，‘农大 6 号’和‘农大 7 号’欧李单果质量在两时期不同遮光率套袋处理下均比相应对照不同程度下降，且两品种均在 FS_{100} 和 CT_{100} 处理下降幅达到显著水平($P<0.05$)，此时‘农大 6 号’降幅分别为 14.17%和 9.18%，‘农大 7 号’降幅分别为 18.22%和 11.75%。



CK 为不套袋对照，FS_{30}(CT_{30})、FS_{55}(CT_{55})、FS_{100}(CT_{100})表示果实膨大期(转色期)分别套遮光率 30%、55%、100%的蜡纸果袋处理。图中品种内不同小写字母表示处理间在 0.05 水平上有显著差异。下同。

图 1　不同套袋处理下欧李单果质量

CK is control without bagging. FS_{30}(CT_{30}), FS_{55}(CT_{55}), and FS_{100}(CT_{100}) stand for bagging treatments at fruit swelling stage (color turning stage) by covering with fruit bags with 30%, 55%, and 100% shading rates, respectively. Different lowercase letters within the same variety indicate significant differences among treatments at 0.05 level. The same as below.

Fig. 1　The single fruit mass of *C. humilis* under different bagging treatments

在相同遮光率果袋处理下，两品种单果质量表现为果实膨大期低于果实转色期，但仅‘农大 6 号’FS_{55} 处理与 CT_{55} 处理差异显著，两品种其余套袋处理在膨大期与转色期间均无显著性差异。在相同套袋时期，两品种欧李单果质量均随果袋遮光率升高而逐渐降低，且果实膨大期套袋处理降幅度更大，但‘农大 6 号’单果质量在两时期各遮光率套袋处理间均无显著差异，‘农大 7 号’单果质量也仅 FS_{100} 和 CT_{100} 套袋处理显著低于同期其余处理。以上结果说明遮光率越高、套袋时间越长对欧李果实单果质量影响越大。

2.2　不同遮光率套袋处理对欧李果实可滴定酸含量的影响

图 2 表明，‘农大 6 号’欧李果实可滴定酸含量在两时期套袋处理下均比 CK 不同程度下降，且除 CT_{30} 处理外降幅均达到显著水平($P<0.05$)；‘农大 7 号’欧李果实可滴定酸含量在套袋处理下变化较小，仅在 CT_{55} 处理下降幅达到显著水平。在相同遮光率下，‘农大 6 号’欧李果实可滴定酸含量均表现为果实膨大期低于果实转色期，‘农大 7 号’则表现为果实膨大期高于果实转色期，但两时期间差异均未达到显著水平，套袋的降酸效果在‘农大 6 号’中以果实膨大期较好，在‘农大 7 号’中以果实转色期较好。

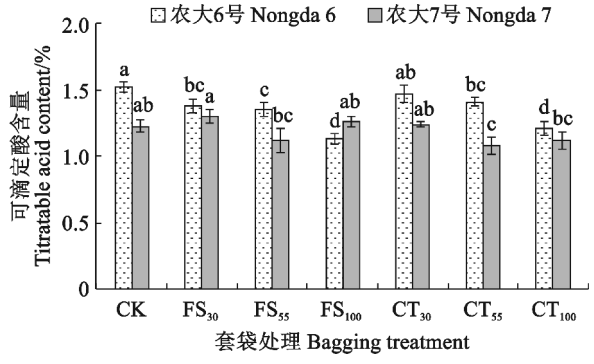


图 2　不同套袋处理下欧李果实可滴定酸含量

Fig. 2　The titratable acid content in fruits of *C. humilis* under different bagging treatments

在相同套袋时期，‘农大 6 号’欧李可滴定酸含量均随着果袋遮光率升高而逐渐下降，且 FS_{100}(CT_{100})处理均显著低于同期其余套袋处理，两者分别比对照显著降低 25.66%(20.39%)；‘农大 7 号’欧李果实的可滴定酸含量在 FS_{55}(CT_{55})处理下最低，分别比对照降低 8.94%(12.20%)，并与同期 FS_{30}(CT_{30})处理差异显著，而其余同期处理间均无显著差异。以上结果说明套袋有助于降低果实的酸

含量,其中'农大 6 号'在 FS_{100} 处理下降酸效果最好,'农大 7 号'在 CT_{55} 处理下降酸效果最好,且不同遮光率套袋处理对不同品种欧李果实可滴定酸含量有不同的影响。

2.3 不同遮光率套袋处理对欧李果实可溶性固形物含量的影响

从图 3 可知,'农大 6 号'欧李果实可溶性固形物含量在 2 个时期不同遮光率套袋处理下均比 CK 显著降低($P<0.05$),幅度在 15.01%～17.46%之间,但各套袋处理间均无显著性差异;'农大 7 号'可溶性固形物含量仅在果实膨大期套袋处理下比 CK 显著降低,幅度在 10.38%～12.11%之间,而在转色期套袋处理下均无显著变化。在相同遮光率套袋处理下,'农大 6 号'可溶性固形物含量在果实膨大期与转色期套袋处理间均无显著差异,而'农大 7 号'可溶性固形物含量均表现为果实膨大期显著低于与转色期,即在果实膨大期套袋受到的影响更大。在相同套袋时期下,'农大 6 号'和'农大 7 号'欧李可溶性固形物含量在 2 个时期均随果袋遮光率的升高而逐渐下降,但在不同遮光率套袋处理间均无显著差异,即其受果袋遮光率的影响不大。以上结果说明不同套袋处理会在不同程度上影响欧李果实的可溶性固形物含量,且遮光率越高、套袋时间越长对欧李果实的可溶性固形物含量影响越大。

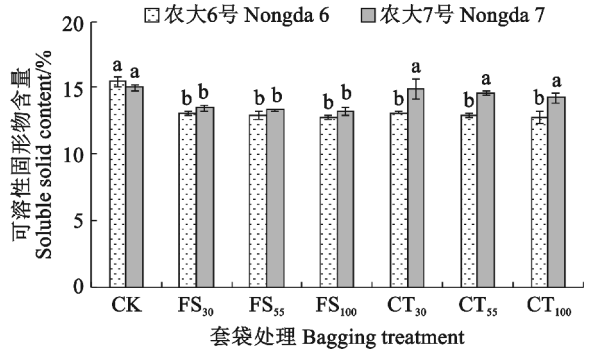


图 3 不同套袋处理下欧李果实可溶性固形物含量

Fig. 3 The soluble solid content in fruits of *C. humilis* under different bagging treatments

2.4 不同遮光率套袋处理对欧李果实固酸比的影响

图 4 表明,与 CK 相比,'农大 6 号'欧李果实固酸比在 2 个时期 30%和 55%遮光率套袋处理下均不同程度降低,且在果实转色期降幅显著,在 2 个时期 100%遮光率套袋处理下均不同程度提高,且在果实膨大期增加幅度达显著水平($P<0.05$);'农大 7 号'欧李果实固酸比在 CT_{100} 和 CT_{55} 套袋处理下均比 CK 不同程度升高,且在 CT_{55} 处理下增幅显著,而在其余套袋处理下均比 CK 不同程度降低,且在 FS_{30}、FS_{100} 处理降幅显著。在相同遮光率套袋处理下,'农大 6 号'固酸比均表现为果实转色期套袋处理低于相应果实膨大期套袋处理,且在 100%遮光率套袋处理下差异显著($P<0.05$),而'农大 7 号'固酸比则均表现为果实转色期套袋处理显著高于相应果实膨大期套袋处理。

在相同套袋时期下,'农大 6 号'果实固酸比在 2 个时期随遮光率升高均呈现逐渐升高的趋势,且 100%遮光率套袋处理显著高于其余两遮光率处理,而后两者之间无显著差异;'农大 7 号'欧李果实固酸比在两时期随着遮光率的升高均呈现先升后降趋势,均在 55%遮光率处理下达到最高,并均高于同期 30%遮光率处理。以上结果说明不同品种欧李果实在套袋处理时固酸比变化并不一致,'农大 6 号'在 FS_{100} 套袋处理下酸甜风味最佳,而'农大 7 号'在 CT_{55} 套袋处理下效果最佳。

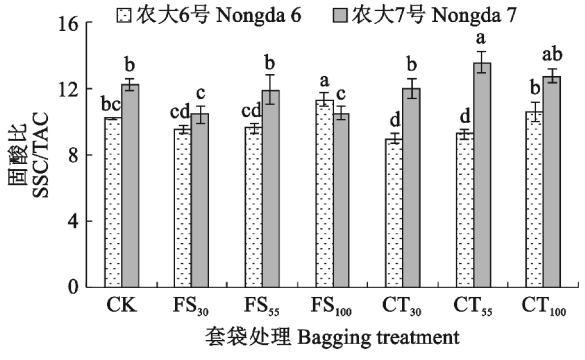


图 4 不同套袋处理下欧李果实固酸比

Fig. 4 The SSC/TAC in fruits of *C. humilis* under different bagging treatments

2.5 不同遮光率套袋处理对欧李果实类黄酮含量的影响

图 5 表明,'农大 6 号'欧李果实的类黄酮含量在 2 个时期不同遮光率套袋处理下均比对照显著提高,且以 FS_{55} 和 CT_{55} 套袋处理表现较佳,CT_{30} 较差,而'农大 7 号'的表现明显不同,仅在 FS_{100} 处理下比对照显著增加($P<0.05$),在 FS_{55} 处理下与对照相近,在其余处理下均比对照显著降低。在相同遮光率套袋处理下,'农大 6 号'果实类黄酮含量均表现为膨大期套袋处理高于相应果实转色期,但仅在遮光率为 30%时差异达到显著水平($P<0.05$);'农大 7 号'果实的类黄酮含量在 30%遮光率套袋处理下表现膨大期显著低于转色期,在其余两遮光率下均为膨大期显著高于转色期。在相同套袋时期下,随果袋遮光率增加,'农大 6 号'果实类黄酮含量

均表现为先增后减，且 55%遮光率果袋处理显著高于其余两遮光率处理，而‘农大 7 号’欧李果实的类黄酮含量在膨大期逐渐增加，在转色期先降后升，且在遮光率处理间均差异显著。以上结果说明不同欧李品种在套袋后果实类黄酮含量的变化规律相差较大，但 2 个品种欧李果实的黄酮含量均在遮光率为 55%时表现较佳。

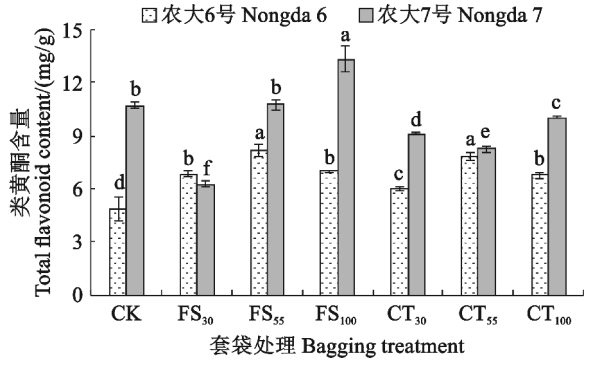


图 5　不同套袋处理下欧李果实类黄酮含量

Fig. 5　The total flavonoid content in fruits of *C. humilis* under different bagging treatments

3　讨　论

3.1　套袋影响欧李果实外观形态

果实大小和外观形态是消费者最先观察到的外部特征，也是果品非常重要的商业指标，因此这也成为育种工作者关注的重点。本研究中，‘农大 6 号’欧李果实单果质量在所有套袋处理下均表现出降低的趋势，且套袋时间越长、遮光率越高下降幅度越大，这与桃[19]、梨[20]、猕猴桃[21]和苹果[22-23]等的相关研究结果一致。‘农大 7 号’欧李果实单果质量在 30%遮光率套袋处理下有略微升高，这在黄桃[24]、石榴[25]的研究中也有类似结果，但随果袋遮光率逐渐升高，‘农大 7 号’欧李果实单果质量也呈现逐渐降低的趋势，这总体上说明欧李果实的生长发育受光照强度和光照时间的影响较大。

3.2　套袋影响欧李果实糖、酸含量

欧李有机酸含量较高，降低酸度是欧李育种中一个非常重要目标，同时酸度和甜度也是果实非常重要的内在品质。糖酸比一直被认为是衡量口感风味的重要指标，过甜或者过酸都不符合人们食用的标准[2]。前人研究发现，套袋桃果实的可溶性固形物和可溶性糖含量均低于不套袋果实，且套双层袋果实的可溶性固形物含量也比不套袋果低[26]；套袋可使贵州高海拔区苹果果实可溶性固形物和可滴定酸含量均显著下降[27]；套袋‘红阳’猕猴桃果实可溶性固形物含量，除红色单层袋处理以外，其他套袋处理在采摘期和软熟期均高于 CK，并以采摘期浅黄色单层袋处理的最高，比 CK 提高了 47.73%[28]；套袋‘金世纪’苹果可溶性固形物和可滴定酸含量均明显下降[29]。本研究中‘农大 6 号’和‘农大 7 号’欧李果实的可滴定酸含量受套袋的影响表现不同，‘农大 6 号’欧李果实的可滴定酸含量随果袋遮光率的升高而逐渐下降，且套袋时间越长可滴定酸含量越低，受光照强度和套袋时间的影响较明显；‘农大 7 号’欧李果实的可滴定酸含量随果袋遮光率的升高未表现出明显的规律性，且套袋时间越短可滴定酸含量越低。2 个品种欧李果实可滴定酸含量及成分存在一定的差异，不同组分在受到遮光时的表现不同，这可能是 2 个品种出现差异的原因。另外，本研究中‘农大 6 号’和‘农大 7 号’欧李果实的可溶性固形物含量在套袋后基本表现为相同的变化趋势，即随着果袋遮光率的升高而逐渐降低，果实膨大期套袋果实的可溶性固形物含量低于转色期套袋果实。

3.3　套袋影响欧李果实类黄酮含量

类黄酮物质广泛分布于各种植物中，在生物的许多生理活动中起重要作用，也是非常重要的功能性物质[30]。据报道，套袋处理后油桃[31]、菠萝[32]、苹果[33]果实的类黄酮含量均降低，而枇杷果肉的类黄酮含量升高[34]。本研究中套袋处理‘农大 6 号’欧李果实类黄酮含量均高于对照组，并随着果袋遮光率的增加先升高后降低，且果实膨大期套袋处理高于果实转色期套袋处理。与‘农大 6 号’的变化规律不同，套袋‘农大 7 号’欧李果实类黄酮含量仅在果袋遮光率为 30%时显著高于对照，在其余套袋处理下大多显著低于对照；其膨大期套袋果实的类黄酮含量在果袋遮光率为 30%时显著低于转色期，在其余遮光率下时均显著高于转色期；随着果袋遮光率的增加，其果实类黄酮含量在膨大期逐渐增加，在转色期先降后升。‘农大 6 号’和‘农大 7 号’欧李品种果实的类黄酮含量及其组成成分具有明显差异，套袋处理一方面降低了果实生长的光照强度，但另一方面可使袋内微环境的温度升高，而黄酮类物质合成又同时受到光照、温度等环境条件的综合影响，因此 2 个不同欧李品种在套袋后果实类黄酮含量的变化规律相差较大。

4　结　论

研究在果实发育的膨大期和转色期对‘农大 6

号’和‘农大 7 号’欧李品种的果实进行不同遮光率果袋的套袋处理，发现不同套袋时间及不同遮光率果袋对果实的单果质量以及可滴定酸、可溶性固形物和类黄酮含量的影响程度在 2 个品种间都存在差异。从改善欧李果实糖、酸角度考虑，建议‘农大 6 号’从果实膨大期套袋，‘农大 7 号’从果实转色期套袋为佳。从增加欧李果实黄酮类物质含量的角度来看，建议采用遮光率为 55% 的果袋进行套袋处理。但本研究只注重于套袋对欧李果实糖、酸含量和类黄酮含量影响方面，而没有深入探讨其影响的分子机制，后续工作中将着重研究其发生变化的内在机理，以期为欧李种植提供更准确的数据支持，而且还应在生产实践中进一步结合具体的目标和品种筛选适宜的套袋条件。

参考文献：

[1] 付鸿博. 欧李果实类黄酮组分特征及 *CHS* 和 *LDOX* 基因克隆和功能验证[D]. 太谷：山西农业大学，2020.

[2] 张瑜，王鹏飞，穆霄鹏，等. 喷施不同叶面肥对‘农大 4 号’欧李果实糖酸含量的影响[J]. 山东农业科学，2019，51(3)：77-80.
ZHANG Y，WANG P F，MU X P，*et al*. Effects of spraying different foliar fertilizers on sugar and acid contents of ‘Nongda 4’ *Cerasus humilis* fruit[J]. *Shandong Agricultural Sciences*，2019，51(3)：77-80.

[3] 韩杨，王颖达，孔晓红，等. 不同套袋处理对‘岳冠’苹果果实品质的影响[J]. 北方果树，2023(3)：4-8.`
HAN Y，WANG Y D，KONG X H，*et al*. The influence of different bagging treatments on fruit quality of ‘Yueguan’ apple[J]. *Northern Fruits*，2023(3)：4-8.

[4] 史梦琪，李慧，徐凯，等. 套袋对‘黄花’梨果实外观品质的影响[J]. 中国南方果树，2019，48(1)：100-106.
SHI M Q，LI H，XU K，*et al*. Effects of bagging on appearance quality of ‘Huanghua’ pear fruit[J]. *South China Fruits*，2019，48(1)：100-106.

[5] 王文，张柯楠，方莫扉，等. 果袋颜色对‘赤霞珠’葡萄果皮花色苷积累的影响[J]. 园艺学报，2023，50(8)：1723-1738.
WANG W，ZHANG K N，FANG M F，*et al*. Effects of different color bags on anthocyanin accumulation in ‘Cabernet Sauvignon’ grape skin[J]. *Acta Horticulturae Sinica*，2023，50(8)：1723-1738.

[6] 陈巍，孙兴民，郭正兵. 不同透光率纸袋对黄桃果实色泽和品质的影响[J]. 中国南方果树，2019，48(4)：104-106.
CHEN W，SUN X M，GUO Z B. Effects of paper bags with different light transmittance on color and quality of yellow peach fruit[J]. *South China Fruits*，2019，48(4)：104-106.

[7] 颜肇华. 不同果实套袋方式对荔枝生长及品质的影响分析[J]. 现代园艺，2022，45(17)：13-15.
YAN Z H. Effects of different fruit bagging methods on growth and quality of *Litchi*[J]. *Contemporary Horticulture*，2022，45(17)：13-15.

[8] 武竞超，林文忠，尤桂春，等. 芒果果实套袋技术[J]. 东南园艺，2021，9(3)：49-51.
WU J C，LIN W Z，YOU G C，*et al*. Bagging technology of mango fruits[J]. *Southeast Horticulture*，2021，9(3)：49-51.

[9] 李昀倩，李宝深，徐祥鑫. 套纸袋数量对香蕉果实品质和营养元素的影响[J]. 农业研究与应用，2019，32(增刊 1)：1-6.
LI Y Q，LI B S，XU X X. Effect of the number of paper bags on the quality and nutritional elements of banana fruit[J]. *Agricultural Research and Application*，2019，32(Suppl. 1)：1-6.

[10] SHARMA R R，PAL R K，SAGAR V R，*et al*. Impact of pre-harvest fruit-bagging with different coloured bags on peel colour and the incidence of insect pests，disease and storage disorders in ‘Royal Delicious’ apple[J]. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*，2014，89(6)：613-618.

[11] HOFMAN P J，SMITH L G，JOYCE D C，*et al*. Bagging of mango (*Mangifera indica* cv. ‘Keitt’) fruit influences fruit quality and mineral composition[J]. *Postharvest Biology and Technology*，1997，12(1)：83-91.

[12] SHORTER A J，BEASLEY D R，JOYCE D C. Effect of pre-harvest bagging on fruit calcium levels，and storage and ripening characteristics of ‘Sensation’ mangoes[J]. *Australian Journal of Experimental Agriculture*，1997，37(3)：383.

[13] AMARANTE C，BANKS N H，MAX S. Effect of pre-harvest bagging on fruit quality and post-harvest physiology of pears (*Pyrus communis*)[J]. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*，2002，30(2)：99-107.

[14] 李德友，张少峰，冯春莹，等. 套袋对油梨果实生长发育及品质动态变化的影响[J]. 西北植物学报，2018，38(1)：102-111.
LI D Y，ZHANG S F，FENG C Y，*et al*. Effect of bagging on growth and dynamic change in quality of avocado fruits[J]. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*，2018，38(1)：102-111.

[15] 张绍铃，张振铭，乔勇进，等. 不同时期套袋对幸水梨果实品质、石细胞发育及其相关酶活性变化的影响[J]. 西北植物学报，2006，26(7)：1369-1377.
ZHANG S L，ZHANG Z M，QIAO Y J，*et al*. Effects of fruit bagging at different stages on pear quality and sclereid development and the activities of their related enzymes in the pear variety Kousui[J]. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*，2006，26(7)：1369-1377.

[16] 乔羽佳. 欧李种质类黄酮和多酚含量分析及器官年动态变化研究[D]. 太谷：山西农业大学，2019.

[17] 张瑜，王鹏飞，穆霄鹏，等. 欧李 F_1 果实糖酸性状的遗传变异分析[J]. 山西农业科学，2019，47(4)：530-535.

ZHANG Y, WANG P F, MU X P, *et al*. Genetic variation analysis of sugar-acid characters in F_1 generation fruits of Chinese dwarf cherry[J]. *Journal of Shanxi Agricultural Sciences*, 2019, 47(4): 530-535.

[18] 郭晋鸣，付鸿博，张瑜，等. 喷施赤霉素对欧李果实抗氧化能力的影响[J]. 经济林研究，2019，37(2)：198-203.
GUO J M, FU H B, ZHANG Y, *et al*. Effects of GA_3 spraying on antioxidant capability in *Cerasus humilis*[J]. *Non-wood Forest Research*, 2019, 37(2): 198-203.

[19] 杜纪红，叶正文，周慧娟，等. 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 J H, YE Z W, ZHOU H J, *et al*. Effects of different types of bags on fruit quality of 'Xinfengmilu' honey peach [J]. *Non-wood Forest Research*, 2018, 36(1): 147-152.

[20] 冯静涵，徐泽帆，许建锋，等. 不同果袋对'翠冠'梨果实品质的影响[J]. 广东农业科学，2023，50(10)：110-119.
FENG J H, XU Z F, XU J F, *et al*. Effect of different fruit bags on fruit quality of 'Cuiguan' pear[J]. *Guangdong Agricultural Sciences*, 2023, 50(10): 110-119.

[21] 姜新，陈伯伦，张晋，等. 不同果袋对低纬度高海拔地区'红阳'猕猴桃果实着色及品质的影响[J]. 北方园艺，2022(13)：35-42.
JIANG X, CHEN B L, ZHANG J, *et al*. Effects of different types of fruit bags on fruit coloring and quality of 'Hongyang' kiwifruit in low latitude and high altitude areas[J]. *Northern Horticulture*, 2022(13): 35-42.

[22] 王世明. 不套袋与套袋栽培的红富士苹果品质比较[J]. 中国果业信息，2021，38(6)：54.
WANG S M. Comparison of the quality of red Fuji apples cultivated with unbagging and bagging [J]. *China Fruit News*, 2021, 38(6): 54.

[23] 杨文悦，高美娜，尹宝颖，等. 不套袋栽培对红富士苹果果实品质的影响[J]. 北方园艺，2021(10)：41-47.
YANG W Y, GAO M N, YIN B Y, *et al*. Effects of unbagging cultivation on fruit quality of red Fuji apple[J]. *Northern Horticulture*, 2021(10): 41-47.

[24] 樊进补，钟思玲，宋贞富，等. 不同套袋处理对黔中地区'锦绣'黄桃果实品质及栽培的影响[J]. 北方果树，2023(5)：7-11.
FAN J B, ZHONG S L, SONG Z F, *et al*. Effects of different bagging treatments on fruit quality and cultivation of 'Jinxiu' yellow peach in central Guizhou [J]. *Northern Fruits*, 2023(5): 7-11.

[25] 王苗，张会玲，蒲靖，等. 不同套袋处理对青皮软籽石榴果实品质的影响[J]. 四川农业科技，2022(11)：36-38.
WANG M, ZHANG H L, PU J, *et al*. Effects of different bagging treatments on fruit quality of green peel soft seed pomegranate[J]. *Sichuan Agricultural Science and Technology*, 2022(11): 36-38.

[26] 宋利霞. 不同套袋技术对桃品质影响的对比试验[J]. 河北果树，2018(5)：7-8.
SONG L X. Influence of different bagging technologies on peach fruit quality[J]. *Hebei Fruits*, 2018(5): 7-8.

[27] 冯建文，韩秀梅，宋莎，等. 套袋对贵州高海拔区苹果果实品质的影响[J]. 贵州农业科学，2019，47(8)：108-111.
FENG J W, HAN X M, SONG S, *et al*. Effects of bagging on apple fruit quality in high altitude area of Guizhou Province [J]. *Guizhou Agricultural Sciences*, 2019, 47(8): 108-111.

[28] 王斯妤，陈东元，王璠，等. 套袋处理对'红阳'猕猴桃果实品质及贮藏性的影响[J]. 江西农业学报，2020，32(6)：41-46.
WANG S Y, CHEN D Y, WANG F, *et al*. Effects of different bagging treatments on quality and storage properties of 'Hongyang' kiwifruit [J]. *Acta Agriculturae Jiangxi*, 2020, 32(6): 41-46.

[29] 陶茹，樊淼淼，张天皓，等. 套袋对'金世纪'苹果果实香气品质的影响[J]. 果树资源学报，2021，2(1)：22-27.
TAO R, FAN M M, ZHANG T H, *et al*. Effect of bagging on the aroma quality of 'Jinshiji' apple fruit[J]. *Journal of Fruit Resources*, 2021, 2(1): 22-27.

[30] 赵婷，赵亚蒙，王雨婷，等. 磷酸二氢钾对酿酒葡萄'赤霞珠'果实类黄酮物质的影响[J]. 西北林学院学报，2020，35(1)：118-123.
ZHAO T, ZHAO Y M, WANG Y T, *et al*. Effect of potassium dihydrogen phosphate on flavonoids of 'Cabernet Sauvignon' grape (*Vitis vinifera*)[J]. *Journal of Northwest Forestry University*, 2020, 35(1): 118-123.

[31] 刘淑芳，李祥涛. 不同果袋对'中油 4 号'油桃品质的影响[J]. 黑龙江农业科学，2019(1)：72-74.
LIU S F, LI X T. Effect of different bags on the quality of 'Zhongyou 4' nectarine[J]. *Heilongjiang Agricultural Sciences*, 2019(1): 72-74.

[32] 赵维峰，张艳芳，刘胜辉，等. 不同套袋时间和果袋对菠萝产量和品质的影响[J]. 广东农业科学，2019，46(4)：27-33.
ZHAO W F, ZHANG Y F, LIU S H, *et al*. Effects of different bagging time and bag materials on yield and quality of pineapple[J]. *Guangdong Agricultural Sciences*, 2019, 46(4): 27-33.

[33] FENG F J, LI M J, MA F W, *et al*. The effects of bagging and debagging on external fruit quality, metabolites, and the expression of anthocyanin biosynthetic genes in 'Jonagold' apple (*Malus domestica* Borkh.)[J]. *Scientia Horticulturae*, 2014, 165: 123-131.

[34] 林玲，彭震宇，陈梦，等. 不同类型果袋对'大五星'枇杷果实品质的影响[J]. 中国果树，2022(10)：19-21.
LIN L, PENG Z Y, CHEN M, *et al*. Effects of different types of fruit bags on fruit quality of 'Dawuxing' loquat[J]. *China Fruits*, 2022(10): 19-21.