DOI: 10.3969/j.issn.0488-5368.2024.10.005

·耕作·栽培·

生物保护膜对'瑞阳'苹果果实品质的影响

张晨蕾,张康宁,孙鲁龙,姚　磊,马永涛,高　华

(西北农林科技大学 园艺学院,陕西 杨凌 712100)

摘　要:本试验探究生物保护膜对'瑞阳'苹果果实品质的影响,以有机保护膜"康露威"为例,设置喷施生物膜、套袋和免套袋3个处理,测定果实外观品质和内在品质,调查其商品率。结果表明,相较于套袋处理,喷施生物保护膜提高了果实的可溶性固形物含量、固酸比、Vc含量等内在品质,分别提高了6.88%、20.03%、3.56%,生产成本降低了54.27%;在果实外在品质方面,喷施生物保护膜较免套袋处理对果实亮度、果实着色指数以及果面光洁指数均有提高,分别提高了3.48%、14.86%、4.24%,并且减少了果锈指数、果点指数和病虫果率,分别降低了8.74%、16.44%、4.27%,果实商品率增加了30.90%。

关键词:苹果;生物保护膜;果实品质;商品率

中图分类号:S661.1　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:0488-5368(2024)12-0027-05

Effect of Bioprotective Film on Fruit Quality of ´Ruiyang´ Apple

ZHANG Chenlei, ZHANG Kangning, SUN Lulong, YAO Lei, MA Yongtao, GAO Hua

(*College of Horticulture, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi* 712100, *China*)

Abstract: This study aimed to investigate the effect of a bioprotective film on the fruit quality of ´Ruiyang´ apple. Using the organic protective film "Kangluwei" as an example, three treatments, including biofilm spraying, fruit bagging, and no bagging, were implemented. External parameters, including brightness, glossiness, and russeting, as well as internal parameters such as soluble solids content, vitamin C content, and soluble solid-to-acid ratio, were measured. Additionally, the fruit´s commercial rate was analyzed. The results indicated that compared to the bagging treatment, biofilm application increased soluble solids content, soluble solid-to-acid ratio, and vitamin C content by 6.88%, 20.03%, and 3.56%, respectively, while reducing production costs by 54.27%. In terms of external qualities, biofilm application improved surface brightness, coloring index, and glossiness by 3.48%, 14.86%, and 4.24%, respectively, compared to the no-bagging treatment. Furthermore, it significantly reduced the russeting index, fruit spot index, and the incidence of pest and disease damage by 8.74%, 16.44%, and 4.27%, respectively, resulting in a 30.90% increase in the fruit´s commercial rate.

Key words: Apple; Bioprotective film; Fruit quality; Commercial rate

苹果(*Malus domestica* Borkh.)属蔷薇科(Rosaceae)落叶果树,是我国主栽水果之一。据统计,2022年我国苹果种植面积为200万 hm^2,总产量4 757.18万t,位居世界第一[1]。苹果产业不仅是中国农村生产经济的主要产业之一,也关乎着乡村振兴政策的实施和农民经济收入[2],在农业产业结构调整等方面起到了关键作用。在果业结构转型升级的背景下,苹果要想走高质高效和省力省工

收稿日期:2024-03-14　**修回日期**:2024-04-16

基金项目:国家重点研发计划(2023YFD2301000);陕西省科技重大专项(2020zdzx03-06-02-02);国家苹果产业技术体系(CARS-27);渭南市科技专项(2024WNXNZX-1)。

第一作者简介:张晨蕾(1997-),女,硕士研究生,研究方向为苹果免套袋栽培。

通信作者:高 华。

发展道路,必须要压缩生产成本、提质增效。而苹果套袋栽培不仅会降低果实内在品质[3],所需的成本和人工在生产上也有着重大开销[4]。因此,为针对性地解决套袋栽培中出现的问题,2020 年 7 月农业农村部将苹果免套袋优质高效生产技术于列为十大引领性技术[5],以有效提升苹果内在品质,节约苹果生产成本,推动我国苹果产业的发展。

目前在新型苹果套袋替代技术中,大多数是通过把营养元素与成膜剂复配、微生物类果袋代替品、腐殖酸类果袋代替品、壳聚糖类果袋代替品等[6],通过对苹果的稀释雾化喷施,可在苹果表面均匀地形成一层透明的分子膜层,无毒、安全、环保、可降解,可以达到替代套袋的效果。瞿振芳试验表明[7],喷施有机保护膜“康露威”对于果实的外观和内在品质有显著的提升作用,而且相较于套纸袋节约了将近 2/3 的成本。

生物保护膜作为一种代替套袋的新型技术,虽渐渐走进大众的视野,诞生出多样化的产品,但未见在‘瑞阳’苹果上的相关文献。本试验以探究生物保护膜对‘瑞阳’苹果果实品质的影响,以有机保护膜“康露威”为例,探究其在‘瑞阳’苹果免套袋栽培的可行性,为苹果免套袋生产提供技术依据与经验。

1 材料与方法

1.1 试验地点及材料

本试验于 2022 年 4~10 月在陕西省渭南市西北农林科技大学白水苹果试验示范站(N 35°4′-35°27′,E109°16′-109°45′)进行试验处理、采样以及相关数据的测定,该地海拔 900 m 左右,年降雨量 450 mm 左右,年均气温 11.0 ℃左右。

试验材料为 11 a 生‘瑞阳’苹果,M26 矮化自根砧栽培,株行距 1 m×4 m,均长势一致,管理措施相同。选取同一田块中间位置相邻 3 株为一个处理,3 次重复,相邻处理间隔 1 株。

1.2 试验设计

本试验设置喷施生物膜、套袋和免套袋 3 个处理。套袋处理的果袋为群丰三色双层袋,花后 4 周套袋,采前 2~3 周除袋,先除外袋,隔 3 d 后除内袋。供试膜剂为日本进口“康露威”有机皮膜保护剂,主要成分为:水溶性有机酸钙 50%、轻微碳酸钙 42%、有机皮膜剂 8%。定果后,开始第一次喷施,按照比例稀释 500 倍喷施,每株约喷施 2 L,每隔 15~20 d 左右喷施一次,共喷施 6 次,期间田间肥水管理一致。苹果成熟期(10 月 17 日左右)各处理每株样本树均按照从树冠外围东、南、西、北 4 个方位随机进行果实采摘,每 3 株树作为一个处理混合取样,重复 3 次,免套袋处理及喷施生物保护膜处理均延后一周采摘,预冷后放 4 ℃冰箱冷藏备用。苹果成熟期各处理 3 株样本全部采收,调查并统计其着色指数、果锈指数、果点指数、光洁指数和病虫果率,分析其商品率损失原因。取样后冷藏 2 d 后测定果实外观品质及内在品质。分别统计各处理所花费的成本,包括果袋费用、套袋和摘袋的人工费用、生物保护膜费用以及喷施生物保护膜的人工费用。

1.3 测定项目及方法

1.3.1 果实外观指标测定 单果重:用精度为 0.1 g 电子天平测量。

果形指数:果形指数为果实纵径与横径的比值,用游标卡尺分别测量果实纵径和横径,求其比值。

果实色泽参数:用 Minolta CR-400 型色差计测定果面的 L^*、a^* 和 b^* 值。(L^* 代表果皮亮度,a^* 表示果皮红绿色度,b^* 表示果皮黄蓝色度)。

1.3.2 果实内在指标测定 硬度:用 FTA-GS-15 水果质地分析仪测定。

可溶性固形物含量:用日产 ATAGO(PAL-1)手持数显折光仪测定。

可滴定酸含量:用 FFRUIT ACIDZTY METER GMK-835 型酸度计测定。

维生素 C 含量:通过钼蓝比色法,利用紫外-可见分光光度计,在 760 nm 波长初测定吸光度值,并按照公式分别计算出 Vc 含量。

1.3.3 商品率调查

着色指数 = ∑(各级果数×相应级数)/(调查总果数×最高级数)×100%

果锈指数 = ∑(各级果数×相应级数)/(总果数×最高级数)×100%

果点指数 = ∑(各级果数×相应级数)/(总果数×最高级数)×100%

果面光洁指数 = ∑(各级果数×相应级数)/(总果数×最高级数)×100%

分级标准参考农业部发布的《苹果品质指标评价规范》[8]。

1.4 数据处理

试验数据测定 3 次生物学重复,采用 SPSS Statistics 26.0 数据分析软件进行方差分析,用 Microsoft Excel 2019 进行数据处理与统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理对‘瑞阳’苹果果实外观品质的影响

2.1.1 不同处理对‘瑞阳’苹果果实单果重及果形指数的影响　由表 1 可知,不同处理的单果重、纵横径、果形指数均无显著性差异。但可以明显看出喷施生物保护膜处理的各项指标都较高,其中单果重较套袋处理和免套袋处理高 7.66% 和 4.04%,纵径差距不大,横径较套袋处理和免套袋处理高 3.61% 和 3.17%,故喷施生物保护膜处理的果形指数略低于其它二者处理。结果证明喷施生物保护膜可适当提高‘瑞阳’苹果果实的单果重和纵横经,但不具有显著性差异。

表 1　不同处理对‘瑞阳’苹果果实单果重及果形指数的影响

处理	单果重/g	纵径/mm	横径/mm	果形指数/(I/D)
套袋	261.34±36.60a	75.65±4.79a	86.59±4.99a	0.87±0.015a
免套袋	270.45±61.28a	75.71±6.94a	86.96±7.21a	0.87±0.018a
生物保护膜	281.37±44.20a	76.86±4.69a	89.72±5.55a	0.86±0.023a

注:表中纵向不同小写字母表示差异显著水平(P<0.05)。

2.1.2 不同处理对‘瑞阳’苹果果实色泽的影响　由表 2 可知,喷施生物保护膜处理的‘瑞阳’苹果果实 L^* 值较套袋处理低 5.03%,较免套袋处理高 3.48%,套袋处理较免套袋处理高 8.96%,具有显著性差异,说明套袋处理的果实亮度明显高于免套袋处理,而喷施生物保护膜可以适当提高果实亮度,较接近套袋处理水平;喷施生物保护膜处理和免套袋处理的 a^* 值较套袋处理分别低 27.25% 和 19.59%,说明喷施生物保护膜处理果实的绿色程度更深,红色程度更浅;b^* 值各处理间无显著性差异,喷施生物保护膜处理较套袋处理略低且较免套袋处理略高,说明喷施生物保护膜果面较免套袋着色偏黄,较接近套袋水平。

表 2　不同处理对‘瑞阳’苹果果实色泽的影响

处理	L^*	a^*	b^*
套袋	58.47±5.09a	34.72±7.29a	21.72±3.32a
免套袋	53.66±2.75b	27.92±5.72b	20.60±1.05a
生物保护膜	55.53±2.18ab	25.26±2.05b	21.32±1.74a

注:表中纵向不同小写字母表示差异显著水平(P<0.05)。

2.2 不同处理对‘瑞阳’苹果果实内在品质的影响

由表 3 可知,喷施生物保护膜处理的硬度与免套袋处理具有显著性差异,较之高 8.17%,略低于套袋处理,差异不显著。喷施生物保护膜处理和免套袋处理与套袋处理的可溶性固形物含量具有显著性差异,分别高 6.88% 和 5.56%,其中喷施生物保护膜处理也略高于免套袋处理;喷施生物保护膜处理的可滴定酸含量于套袋处理具有显著性差异,低于套袋处理 11.11%,免套袋处理处于其余两个处理中间,较高于喷施生物保护膜处理;由此可得喷施生物保护膜处理的固酸比较套袋处理高 20.03%,具有显著性差异,略高于免套袋处理 4.69%,不具有显著性差异。喷施生物保护膜处理的维生素 C 含量与套袋处理之间具有显著性差异,高 3.56%,与免套袋处理之间无显著性差异,略高于免套袋处理。

表 3　不同处理对‘瑞阳’苹果果实内在品质的影响

处理	硬度 (kg/cm^2)	可溶性固形物含量/%	可滴定酸含量/%	固酸比	维生素 C 含量 (mg/100g)
套袋	6.86±0.96a	12.94±1.13b	0.27±0.031a	48.37±6.40b	5.90±0.064b
免套袋	6.24±0.33b	13.66±0.72a	0.25±0.034ab	55.79±8.08a	6.03±0.046a
生物保护膜	6.75±0.53a	13.83±0.89a	0.24±0.033b	58.06±10.97a	6.11±0.061a

注:表中纵向不同小写字母表示差异显著水平(P<0.05)。

2.3 不同处理对‘瑞阳’苹果果实商品率的影响

由表 4 可知,喷施生物保护膜的果实着色指数较免套袋处理高 14.86%,较接近与套袋处理水平,果实着色较为均匀,梗洼和萼洼处的着色效果也较免套袋处理好;喷施生物膜处理的果锈指数较免套袋处理低 8.74%,较套袋处理高 27.25%;喷施生物膜的果点指数较免套袋水平低 16.44%,较接近与套袋水平;喷施生物保护膜处理的果面光洁指数较免套袋处理高 4.27%,接近套袋水平,果面较为光洁;喷施生物保护膜的病虫果率较免套袋处

理低 4.27%,与套袋水平较为接近。

表 4 不同处理的‘瑞阳’苹果果实相关指数

处理	总数	果实着色指数	果锈指数	果点指数	果面光洁指数	病虫果率
套袋	231	91.45%	27.49%	35.06%	93.07%	8.23%
免套袋	242	79.13%	38.33%	45.45%	87.60%	16.12%
生物保护膜	258	90.89%	34.98%	37.98%	91.34%	9.69%

由表 5 可知,在果实着色方面,喷施生物保护膜处理带来的损失率较免套袋处理低 68.59%,较套袋处理高 81.40%;在果锈方面,喷施生物保护膜处理带来的损失率较免套袋处理低 64.75%,较套袋处理高 441.86%;在果点方面,喷施生物保护膜处理带来的损失率较免套袋处理低 43.96%,较套袋处理高 33.33%;在果面光洁方面,喷施生物保护膜处理带来的损失率较免套袋处理低 50.57%,较套袋处理高 198.46%;在病虫害方面,喷施生物保护膜处理带来的损失率较免套袋处理低 39.89%,较套袋处理高 17.74%;在其他方面(包括鸟害、日灼、枝磨等),喷施生物保护膜处理带来的损失率较免套袋处理低 6.18%,较套袋处理高 61.20%。整体可得,喷施生物保护膜的商品率较免套袋高 30.90%,较套袋处理低 10.93%,说明喷施生物保护膜处理较免套袋处理对‘瑞阳’的果实着色、果锈、果点大小、果面光洁、病虫害等都有一定的改善,大大提高了果实商品率,但距离套袋处理还有一定的距离。

表 5 不同处理的‘瑞阳’苹果果实商品损失率

处理	果实着色带来的商品损失率/%	果锈带来的商品损失率/%	果点带来的商品损失率/%	果面光洁带来的商品损失率/%	病虫害带来的商品损失率/%	其他带来的商品损失率/%	商品率/%
套袋	0.43	0.43	0.87	1.30	8.23	4.33	84.42
免套袋	2.48	6.61	2.07	7.85	16.12	7.44	57.44
生物保护膜	0.78	2.33	1.16	3.88	9.69	6.98	75.19

2.4 不同处理对‘瑞阳’苹果果实生产成本的影响

果袋成本约每个 0.05 元,667 m^2‘瑞阳’苹果约套 12 000 个果袋,共计 600 元;人工成本包括套袋及 2 次除袋,套 1 个果袋约 0.06 元,一个工人除袋 1 h 约 10 元,667 m^2‘瑞阳’苹果一个工人除袋约 16 h,除袋需分两次除,故人工成本共计 1 040 元。667 m^2‘瑞阳’苹果喷施 1 次生物保护膜成本费用约 95 元,6 次共计 570 元;喷施 1 次人工费用约 30 元,6 次共计 180 元。

由表 6 可知,生物保护膜处理的生产成本远低于套袋处理,每 667 m^2 约低 890 元,较套袋处理降低了 54.27%;其中人工成本较套袋处理降低接近 6 倍,大大减少了果实的成产成本。

表 6 不同处理的‘瑞阳’苹果果实生产成本

处理	果袋成本(元/667 m^2)	6 次生物保护膜成本(元/667 m^2)	人工成本(元/667 m^2)	总生产成本(元/667 m^2)
套袋	600	0	1 040	1 640
免套袋	0	0	0	0
生物保护膜	0	570	180	750

3 讨论

外观、质地、风味和营养价值是消费者根据经验来决定是否再次购买水果的重要因素[9],总结起来就是苹果果实的外在品质和内在品质共同决定了其在市场的价值。消费者购买苹果时,直观的感受一定是外观品质,首先引入眼帘的就是苹果的果个和色泽。张瑞芳研究表明,对于苹果免套袋而言,喷施生物保护膜在苹果单果重方面具有显著提升效果,而在果形指数上并无明显差异[10]。本试验却略有不同,喷施生物保护膜处理虽较其他两个处理的单果重略高,但差异却并不显著,这可能与当地的海拔和气候有关;在果形指数方面与此相同,说明喷施生物保护膜并不会改变‘瑞阳’苹果原本的果形。瞿振芳等对苹果进行免套袋试验,发现喷施有机保护膜对于果实亮度有明显提升,并且使得果实表面色泽更加鲜红,底色更黄[7]。在本研究中,喷施生物保护膜处理的果实亮度较免套袋处理更高,具有显著性差异;绿色程度更深,红色程度更浅,不具有显著性差异;着色偏黄,也不具有显著性差异。造成差异的主要原因可能与着色期喷施生物保护膜有关,果实表面覆的生物保护膜直接影响了苹果的上色,造成红色程度较浅,这也为后续采收期喷施生物保护膜提供参考,建议采收期降低浓度或者避免喷施,果实亮度和黄蓝程度与套袋处理水平较为接近。总体来说还是套袋处理的果实色泽更为鲜红艳丽,更符合大众的审美,免套袋情况下喷施生物保护膜在改善色泽方面还需要进步。

李爱梅[11]研究表明,在苹果硬度方面,喷施高脂膜的果实硬度介于套袋果和免套袋果之间。这与本试验结果一致,其中套袋处理最高,喷施生物保护膜能改变果实质地,使之接近套袋果。王贵平等[12]研究表明,免套袋提高了‘嘎拉’等苹果的可溶性固形物含量同时,降低了可滴定酸含量,大幅度地提高了果实固酸比,增加了果实甜味口感。有学者研究表明,喷施腐殖酸液态膜处理使得可溶性固形物含量低于免套袋处理,可滴定酸含量则高于免套袋处理[13]。党纳等[14]研究表明,喷施品质改良剂能有效提高果实的固酸比,改善果实风味。前者的研究与本试验大致相同,免套袋在一定程度上提高了果实的可溶性固形物含量,降低了可滴定酸含量,喷施生物保护膜处理的程度更甚,大大改善了果实风味。果实风味影响着消费者是否决定再次购买,这也是为什么市场渐渐推崇免套袋果。柳小兰等研究表明[15],与套袋处理相比,免套袋处理提高了果实的维生素 C 含量。程世玉研究表明[16],喷施生物保护膜的维生素 C 含量高于套袋果实。这与本试验研究结果一致,免套袋处理高于套袋处理,喷施生物保护膜处理又高于其他两者,进一步说明了喷施生物保护膜可以提高果实的内在品质,使得消费者从中获取的营养价值更高。

研究表明,套袋果实的着色度和果面光洁度明显优于免套袋果实,免套袋苹果的果点大小、果点密度和果锈率比套袋苹果高[17];韩玉侠研究表明[18],喷施生物膜,可以降低病虫果率、果锈指数等。本试验也表明,相较于套袋处理而言,免套袋处理果实着色差、果点大而密、果锈多、果面光洁度差、病虫害增多,导致商品率大大降低,这也是苹果免套袋处理一直面临的问题,但喷施生物保护膜却大大改善了这些问题,提高了商品率,虽然商品率仍不及套袋处理,但这些改善很大程度上支持了苹果免套袋实施的可能性,也为未来生物保护膜提供了需要改进的方向。

正如瞿振芳试验表明[7],喷施有机保护膜“康露威”相较于套纸袋大大节约了生产成本。本试验也正如此,喷施生物保护膜大大减少套袋带来的人工成本,也减少了纸袋所带来的环境污染,缓解农民时间及经济压力,具有很高的经济效益,对未来苹果产业转向优质高效方向发展提供了有力的技术支持。

4 结论

相较于套袋处理,喷施生物保护膜提高了果实的可溶性固形物含量、固酸比、Vc 含量等内在品质,分别提高了 6.88%、20.03%、3.56%,生产成本降低了 54.27%;在果实外在品质方面,喷施生物保护膜较免套袋处理对果实亮度、果实着色指数以及果面光洁指数均有提高,分别提高了 3.48%、14.86%、4.24%,并且减少了果锈指数、果点指数和病虫果率,分别降低了 8.74%、16.44%、4.27%,果实商品率增加了 30.90%。本试验中,“康露威”有机皮膜保护剂作为‘瑞阳’提升免套袋栽培果实品质的生物保护膜,呈现出了不错的效果,进一步说明了生物保护膜在苹果免套袋栽培中的可行性。

参 考 文 献:

[1] 王壹. 中国苹果产量稳居世界第一[N]. 农民日报, 2023-11-18 (007).

(下转第 36 页)