

不同套袋时间对金兰柚果实品质的影响

汤雨晴, 朱方红, 胡钟东, 闫承璞, 王雨亭* (江西省农业科学院园艺研究所, 江西南昌 330200)

摘要 为了探究金兰柚最佳套袋时间, 为金兰柚套袋技术生产应用提供一定理论基础, 以金兰柚果实为研究材料, 比较了套袋前后袋内温度、湿度、光照强度的变化及对金兰柚果实内外品质的影响。结果表明, 套袋后袋内温度升高, 湿度增大, 光照强度减弱; 套袋处理可以改善果面色泽, 增加果皮厚度, 降低果实总糖含量及可滴定酸含量; 基于主成分分析法对4个不同套袋时间和不套袋的果实进行综合评价, 结果显示, 7月6日套袋处理果实综合品质最佳, 其次为7月26日套袋和6月16日套袋处理。该研究结果为金兰柚套袋时间选择提供了理论依据。

关键词 金兰柚; 套袋时间; 果实品质; 主成分分析

中图分类号 S666.3 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2023)07-0036-05

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2023.07.010



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Effects of Different Bagging Time on Fruit Quality of Jinlan Pomelo

TANG Yu-qing, ZHU Fang-hong, HU Zhong-dong et al (Horticultural Research Institute of Jiangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanchang, Jiangxi 330200)

Abstract In order to explore the optimal bagging time of Jinlan pomelo and provide a theoretical basis for the bagging technology of Jinlan pomelo, Jinlan pomelo was used as material to compare the temperature, humidity and light intensity after bagging and the effects on the internal and external quality of Jinlan pomelo fruit. The results showed that the temperature and humidity increased, the light intensity decreased after bagging. Compared with no bagging, bagging treatment could improve fruit surface color, increase fruit peel thickness, decrease fruit total sugar content and titratable acid content. Based on principal component analysis (PCA), the comprehensive evaluation of the four bagging times and non-bagging fruits showed that the fruit with the best comprehensive quality was bagged on July 6th, followed by bagging on July 26th and bagging on June 16th. The results of this study provide a theoretical basis for bagging time selection of Jinlan pomelo.

Key words Jinlan pomelo; Bagging time; Fruit quality; Principal component analysis

果实套袋栽培可有效避免风、雨、灰尘和机械损伤对果皮的刺激与损伤, 减少果面伤痕; 可减少农药使用次数, 降低农药残留; 还能提高果面光洁度, 改善果实外观品质^[1-3]。套袋还可以改变果实发育的微环境, 从而影响果实内在品质^[4-6]。套袋技术在我国已经广泛应用于猕猴桃^[5]、苹果^[6]、葡萄^[4]、梨^[7]、枇杷^[8]等果树生产中。金兰柚果实卵圆形, 果基部有短颈, 果皮薄, 汁胞柔软多汁, 味甜而少酸, 号称“井冈蜜柚”之王, 在江西省安福县广泛种植^[9-10]。目前, 沙田柚^[11]、琯溪蜜柚^[12]、马家柚^[13]等柚品种套袋技术均比较成熟, 但有关金兰柚套袋的研究很少。

主成分分析法(principal component analysis, PCA)是果实品质综合评价的常用分析方法, 其通过降维和可视化处理来综合考察多变量之间的关系^[14], 在果树品质评价等方面已广泛应用^[15-17]。付燕等^[18]运用主成分分析法对“科威尔”等10份蓝莓材料果实综合品质进行评价。武晓红等^[19]运用主成分分析表明, 单果重、果实发育期、可溶性固形物、果皮底色和果肉内质是决定杂交代果实经济性状的主要成分。蔡楠等^[20]采用PCA分析了“新余蜜橘”不同贮藏时间下果实生理特性及品质。笔者通过测定不同套袋时间金兰柚果实外观及内在品质, 结合主成分分析方法, 探究金兰柚

在生产上最佳的套袋时间, 为其果实品质提升提供技术支持。

1 材料与方法

1.1 试验材料 试验地在江西省安福县横山镇(114.542°E、27.367°N)。随机选取树势较好、结果量一致、生长健壮的20株枳砧金兰柚作为试验材料。供试果袋为外黄内黑双层柚果专用纸袋, 生产商为福建双益套袋厂, 果袋购自京东商城。

1.2 试验方法 于2021年开展套袋试验, 设4个套袋时间, 以不套袋(CK)为对照(表1)。套袋果实均为树冠中部外围果实, 并于10月23日统一采收时摘袋。每个处理30个金兰柚果, 每10个果汁为1次重复, 共3次重复。每次套袋前全园喷一次农药, 彻底防治红蜘蛛、锈壁虱、树脂病、介壳虫和黑点病等。

表1 不同套袋时间处理

Table 1 Different bagging time treatment

处理 Treatment	套袋时间 Bagging time	纸袋规格(长×宽) Scale//cm×cm
CK	—	—
T ₁	06-16	30×35
T ₂	07-06	30×35
T ₃	07-26	30×35
T ₄	08-15	30×35

使用TASI-TA8121型照度计测定光照强度, 温湿度采用深圳市聚茂源科技有限公司GM1362型数字式温湿度计进行测定, 测量时间为2021年7月6日(晴, 26~36℃), 具体测量时间分别为08:00、10:00、12:00、14:00、16:00、18:00。用游标卡尺测量果实横纵径和果皮厚度; 用电子天平测量果实重量; 可溶性固形物含量使用PAL-BX/ACID 1糖酸一体

基金项目 江西省重大科技研发专项(20203ABC28W014); 江西现代农业科研协同创新专项(JXXTCX201904-04); 财政部和农业农村部: 国家现代农业产业技术资助(CARS-26); 江西省现代农业产业技术体系建设专项资金资助(JXARS-07)。

作者简介 汤雨晴(1993—), 女, 江西余干人, 助理研究员, 从事柑橘栽培与分子生物学研究。*通信作者, 助理研究员, 从事柑橘栽培与生理研究。

收稿日期 2022-05-11

机测定;总糖含量使用蒽酮比色法测定;可滴定酸含量用酸碱滴定法测定;维生素 C 含量用 2,6-二氯酚法测定。使用 Konica Minolta CR-400 手持色差仪测定果皮和果肉 L^* 、 a^* 、 b^* 数值,最后用色差值 $CCI=1\ 000\times a^*/(L^*\times b^*)$ 来综合评估果实色泽。

1.3 数据分析 运用 Excel 软件和 SPSS 软件进行数据处理、邓肯氏多重比较及主成分分析。

2 结果与分析

2.1 套袋处理对袋内微环境的影响

2.1.1 温湿度。套袋会使果袋内温度升高(图 1),尤其是下午时段,袋内温度普遍较袋外温度高 0.5 ℃ 左右。湿度呈先下降后上升的趋势(图 2),08:00 湿度最高,14:00 时湿度达到最低,而后湿度又逐渐增加;套袋可以显著增加袋内湿度,袋内湿度较袋外平均高 2 个百分点。温度和湿度的变化趋势袋内与袋外保持一致。

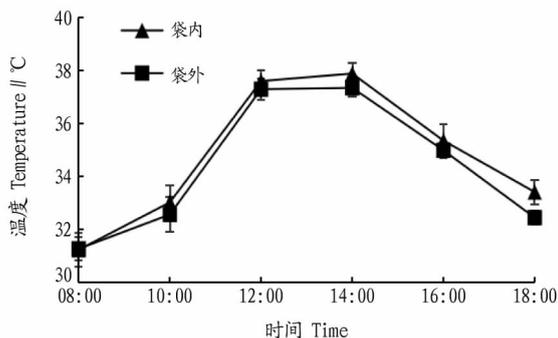


图 1 套袋处理对袋内温度的影响

Fig. 1 Effect of bagging treatment on temperature

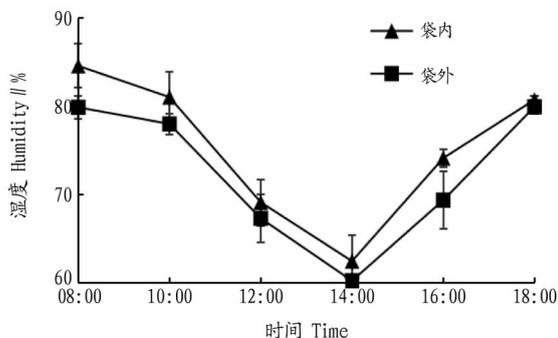


图 2 套袋处理对袋内湿度的影响

Fig. 2 Effect of bagging treatment on humidity

2.1.2 光照强度。光照强度随时间的推移呈先升高后降低的趋势(图 3),08:00—12:00 时缓慢上升,12:00—18:00 缓

慢下降。套袋可以大大减弱袋内光照强度,12:00 时,袋外光照强度为 17 万 lx,而袋内光照强度不足 10 lx。

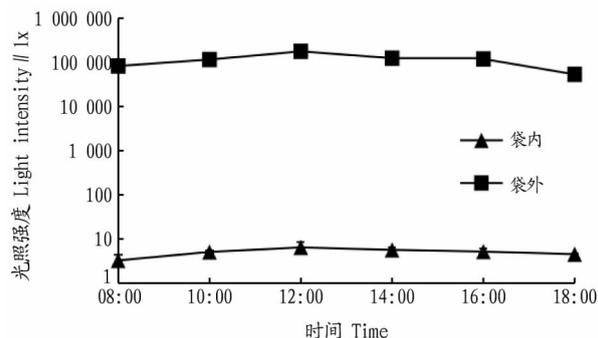


图 3 套袋处理对袋内光照强度的影响

Fig. 3 Effect of bagging treatment on light intensity

2.2 不同套袋时间对金兰柚果实品质的影响

2.2.1 外观品质。套袋可以显著提高果皮 L^* 值、 a^* 值和 CCI 值(表 2)。 L^* 值表示果实亮度, L^* 值越高,果面越亮。套袋后,各处理 L^* 值均显著高于对照。 a^* 值表示红色饱和度,负值越大越绿,正值越大越红。未套袋时,果实 a^* 为 -12.35,套袋后, a^* 提高至 -7.71~-5.48。 b^* 值代表黄色饱和度,负值越大表示越蓝,正值越大表示越黄。 T_2 、 T_3 、 T_4 处理组 b^* 值均显著高于对照组, T_1 处理组 b^* 值略高于对照组,但并未达显著差异。CCI 是果实色泽的综合表现,正值为红色,负值为蓝绿色,0 为红色、黄色、蓝绿色的混合色。套袋后,CCI 值显著提高, T_3 处理组果皮 CCI 值最高,说明 T_3 处理果皮着色效果最好。各套袋处理对金兰柚果皮色泽的影响见图 4。 T_3 、 T_2 处理的果实果皮光滑且着色均匀, T_1 、 T_4 处理的果实果面光滑但转色不均匀,对照处理组果实果面粗糙且带有灰尘,着色效果很差。

从表 3 可以看出,金兰柚单果重、果实横径、果实纵径及果形指数不受套袋的影响。但果皮厚度显著受到套袋的影响,与对照相比,套袋后果皮厚度增加 1.5~2.4 mm。

2.2.2 内在品质。套袋后,果实可溶性固形物含量、总糖含量及可滴定酸含量均有不同程度的下降(表 4)。套袋后果实可溶性固形物含量略下降,但与对照并未达显著差异。总糖含量也受到套袋时间的影响,套袋时间越晚,总糖含量越低。果实总糖含量表现为 $CK>T_2>T_1>T_3>T_4$ 。套袋时间越晚,果实可滴定酸含量越高(T_4 处理除外)。 T_2 处理的果实维生素 C 含量最高,为 481.81 mg/kg, T_4 处理的果实维生素 C 含量最低,仅为 387.04 mg/kg。固酸比是柑橘类水果的一

表 2 不同套袋时间下果皮色差参数

Table 2 Pericarp color parameters under different bagging time

处理 Treatment	L^*	a^*	b^*	CCI
CK	67.27±3.53 a	-12.35±1.59 c	44.71±2.64 a	-4.17±0.83 b
T_1	77.39±3.40 bc	-6.65±2.36 ab	46.23±4.10 a	-1.86±0.64 a
T_2	75.52±2.60 b	-6.57±1.88 ab	50.10±1.02 b	-1.75±0.54 a
T_3	79.01±2.42 c	-5.48±1.38 a	51.71±2.67 b	-1.35±0.36 a
T_4	74.93±3.88 b	-7.71±2.36 b	52.30±2.08 b	-2.00±0.70 a

注:同列不同小写字母表示不同处理间差异显著($P<0.05$)。

Note: Different lowercases in the same column indicated significant difference between different treatments at 0.05 level.

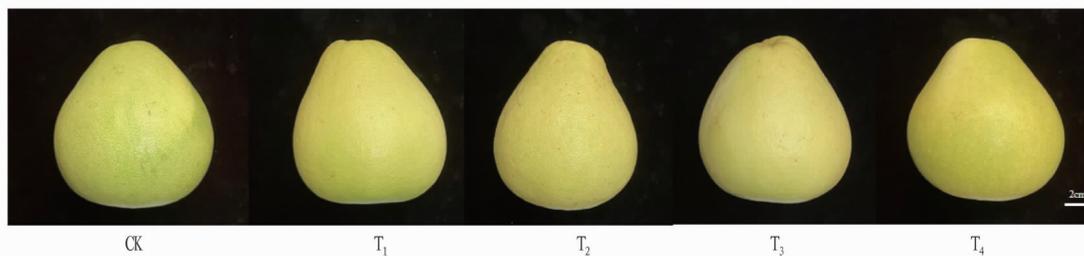


图 4 不同套袋时间对金兰柚果皮色泽的影响

Fig. 4 Effect of different bagging time on the peel color of Jinlan pomelo

个综合评价指标, T_4 处理固酸比最高, 其他各处理间差异不大。

表 3 不同套袋时间对金兰柚果实单果重、纵横径和果皮厚度的影响

Table 3 Effects of different bagging time on single fruit weight, longitudinal and transverse diameter and peel thickness of Jinlan pomelo fruit

处理 Treatment	单果重 Single fruit weight//g	横径 Transverse diameter//mm	纵径 Longitudinal diameter//mm	果形指数 Fruit shape index	果皮厚度 Thickness of peel//mm
CK	660.00±81.24 a	127.65±8.90 a	137.08±13.48 a	1.07±0.05 a	12.78±1.21 a
T_1	648.33±52.69 a	126.47±3.88 a	135.63±5.69 a	1.07±0.03 a	14.99±1.19 b
T_2	682.00±54.95 a	132.60±6.27 a	140.60±5.97 a	1.06±0.01 a	15.18±0.56 b
T_3	678.00±89.83 a	128.77±6.15 a	138.31±10.18 a	1.07±0.05 a	14.28±1.21 b
T_4	647.14±54.68 a	125.85±4.81 a	133.74±8.47 a	1.08±0.04 a	14.41±1.15 b

注: 同列不同小写字母表示不同处理间差异显著 ($P < 0.05$)。

Note: Different lowercases in the same column indicated significant difference between different treatments at 0.05 level.

表 4 不同套袋时间对金兰柚果实内在品质的影响

Table 4 Effects of different bagging time on internal quality of Jinlan pomelo fruit

处理 Treatment	可溶性固形物 Soluble solids %	总糖 Total sugar %	可滴定酸 Titratable acid %	固酸比 Ratio of solids and acid	V_c mg/kg
CK	11.07±0.77 a	11.30±0.31 c	0.40±0.01 d	28.07±2.72 a	437.69±4.27 b
T_1	10.60±0.31 a	10.89±0.43 bc	0.35±0.00 b	29.80±0.76 a	457.09±10.87 c
T_2	10.55±0.78 a	10.93±0.12 bc	0.38±0.00 c	28.67±1.45 a	481.81±12.69 d
T_3	10.85±0.33 a	10.49±0.30 ab	0.39±0.01 d	27.85±0.28 a	441.51±1.49 b
T_4	10.78±0.39 a	10.14±0.45 a	0.26±0.00 a	40.56±0.98 b	387.04±0.69 a

注: 同列不同小写字母表示不同处理间差异显著 ($P < 0.05$)。

Note: Different lowercases in the same column indicated significant difference between different treatments at 0.05 level.

2.3 主成分分析及综合评价 不同品质指标的单位、量程不同, 其数据不能直接进行对比分析。为避免不同量纲对结果分析的影响, 采用 SPSS 软件对 4 个处理组和 1 个对照组金兰柚果实的 14 个品质指标的平均数进行无量纲标准化处理。通过对标准化处理后的数据进行主成分分析, 得到金兰柚 14 份品质指标主成分的特征值、方差贡献率和累计方差

贡献率, 结果见表 5。这 14 个主成分共有 3 个主成分特征值大于 1, 其方差贡献率分别为 44.667%、36.793% 和 13.742%, 累计贡献率达 95.202%, 说明这 3 个主成分能反映原始变量的绝大部分信息, 因此选取前 3 个主成分代替原来的 14 个指标来评价果实品质。

表 5 主成分方差分析

Table 5 Analysis of variance for principal component analysis

成分 Ingredient	初始特征值 Initial eigenvalue			提取平方和载入 Extracting square sum and loading		
	合计 Total	方差贡献率 Variance contri- bution rate//%	累计方差贡献率 Cumulative variance contribution rate//%	合计 Total	方差贡献率 Variance contri- bution rate//%	累计方差贡献率 Cumulative variance contribution rate//%
1	6.253	44.667	44.667	6.253	44.667	44.667
2	5.151	36.793	81.460	5.151	36.793	81.460
3	1.924	13.742	95.202	1.924	13.742	95.202
4	0.672	4.798	100			
5	3.67E-16	2.62E-15	100			

接下表

续表 5

成分 Ingredient	初始特征值 Initial eigenvalue			提取平方和载入 Extracting square sum and loading		
	合计 Total	方差贡献率 Variance contribution rate//%	累计方差贡献率 Cumulative variance contribution rate//%	合计 Total	方差贡献率 Variance contribution rate//%	累计方差贡献率 Cumulative variance contribution rate//%
6	2.99E-16	2.13E-15	100			
7	1.65E-16	1.18E-15	100			
8	1.38E-16	9.87E-16	100			
9	4.19E-17	2.99E-16	100			
10	-2.45E-17	-1.75E-16	100			
11	-1.45E-16	-1.04E-15	100			
12	-1.94E-16	-1.39E-15	100			
13	-3.18E-16	-2.27E-15	100			
14	-3.77E-16	-2.69E-15	100			

表 6 为主成分在各指标上的因子载荷矩阵,该矩阵反映了品质指标对此主成分负荷相对大小和作用的方向,即该指标对主成分的影响程度。由表 6 可知,单果重、横径、纵径、果形指数、总糖、可滴定酸、固酸比、 V_C 含量这 8 个指标在 PC1 上载荷较高,说明第 1 主成分主要反映了这 8 个指标的信息,其中果形指数和固酸比载荷为负值,对主成分 1 产生负向影响。 L^* 、 a^* 、 b^* 、CCI 和果皮厚度在 PC2 上有较高荷载。可溶性固形物含量在主成分 3 上有较高荷载,荷载值为 0.879。

表 6 主成分荷载矩阵

Table 6 Loading coefficients of principal component

指标 Index	PC1	PC2	PC3
$L^*(X_1)$	-0.033	0.897	0.395
$a^*(X_2)$	0.039	0.945	0.306
$b^*(X_3)$	-0.286	0.844	-0.433
CCI(X_4)	-0.041	0.965	0.246
单果重(X_5) Single fruit weight	0.814	0.386	-0.375
横径(X_6) Transverse diameter	0.853	0.352	-0.315
纵径(X_7) Longitudinal diameter	0.953	0.223	-0.204
果形指数(X_8) Fruit shape index	-0.964	-0.124	-0.068
果皮厚度(X_9) Thickness of the peel	0.072	0.831	0.383
可溶性固形物(X_{10}) Soluble solids	-0.195	-0.423	0.879
总糖(X_{11}) Total sugar	0.687	-0.683	0.187
可滴定酸(X_{12}) Titratable acid	0.888	-0.288	0.076
固酸比(X_{13}) Ratio of solids and acid	-0.889	0.206	-0.261
$V_C(X_{14})$	0.920	0.101	0.334

主成分载荷系数不能得出主成分的表达式,需要将表 6 中每列的系数除以其相应的特征根,经开根后得到主成分系数特征向量。根据主成分的特征向量和标准化后的数据可得到 3 个主成分的得分函数表达式:

$$F_1 = -0.005X_1 + 0.006X_2 - 0.046X_3 - 0.007X_4 + 0.13X_5 + 0.136X_6 + 0.152X_7 - 0.154X_8 + 0.012X_9 - 0.031X_{10} + 0.11X_{11} + 0.142X_{12} - 0.142X_{13} + 0.147X_{14}$$

$$F_2 = 0.174X_1 + 0.183X_2 + 0.164X_3 + 0.187X_4 + 0.075X_5 + 0.068X_6 + 0.043X_7 - 0.024X_8 + 0.161X_9 - 0.082X_{10} - 0.133X_{11} - 0.056X_{12} + 0.04X_{13} + 0.2X_{14}$$

$$F_3 = 0.205X_1 + 0.159X_2 - 0.225X_3 + 0.128X_4 - 0.195X_5 - 0.164X_6 - 0.106X_7 - 0.035X_8 + 0.199X_9 + 0.457X_{10} + 0.097X_{11} + 0.04X_{12} - 0.135X_{13} + 0.173X_{14}$$

主成分因子的权重=因子贡献率/入选因子的累计贡献率,从而建立综合得分数学模型: $F = 0.469F_1 + 0.386F_2 + 0.144F_3$ 。

根据综合得分模型计算不同套袋时间的金兰柚品质综合得分,结果见表 7。综合得分越高,说明该处理条件下果实综合品质越好。由表 7 可知,综合得分大于 0 的有 3 个处理,依次是 T_2 、 T_3 和 T_1 处理;得分小于 0 的有 2 个处理,分别为 T_4 处理和不套袋处理。综合考虑不同套袋时间金兰柚果实品质, T_2 处理的综合得分最高。

表 7 不同套袋时间处理金兰柚综合评价得分

Table 7 Comprehensive evaluation score of Jinlan pomelo by different bagging time treatment

处理 Treatment	F_1	F_2	F_3	F	排名 Ranking
CK	0.294 249 99	-1.685 730 34	-0.481 931 98	-0.582 086 871	4
T_1	-0.180 271 84	-0.091 597 24	1.751 618 03	0.132 328 969	3
T_2	1.160 115 04	0.696 478 76	-0.481 949 01	0.743 534 098	1
T_3	0.288 957 41	0.731 901 30	-0.116 600 53	0.401 244 451	2
T_4	-1.563 108 26	0.348 913 86	-0.671 059 97	-0.695 049 660	5

3 结论与讨论

套袋处理相当于给果实提供了一个封闭的小空间,不同套袋处理会产生不同的微型气候,该环境中温度、湿度、光照强度的变化会直接影响果实品质。该研究结果显示,套袋会降低袋内光照强度,使袋内温度升高,湿度下降,这与前人研

究结果一致^[21]。

套袋处理后,果实外观及内在品质均会受到影响,不同处理产生的影响不同。不同柑橘品种其套袋时间也不一致,如早熟型柑橘生育期短,套袋过早会阻碍早期果实光合作用的发挥;晚熟型柑橘生育期长,套袋时间过短不能发挥套袋

效应^[22]。林燕金等^[23]研究表明,黄金蜜柚最佳套袋时间为7月,且应根据海拔确定适宜的套袋时间。因此,套袋时间的选择对果实品质提升至关重要。在该研究中,不同套袋时间处理中, T_2 、 T_3 处理果实外观品质最佳,果面亮度及果面转色程度均达到商品果要求, T_1 处理果面转色不均匀, T_4 处理果面较粗糙。该研究所选外黄内黑纸袋为遮光性较强纸袋,过早套袋,其遮光效应会影响果实光合作用,不利于有机物的积累;过晚套袋不利于果实外观品质形成。在4个套袋处理中,果实内在品质均有不同程度的下降,综合而言, T_2 处理内在品质最佳。

主成分分析法是果实品质综合评价的常用分析方法^[24-25]。该试验运用主成分分析法比较不同套袋时间处理对金兰柚果实内外观品质的影响,结果显示,8月前进行套袋处理果实综合品质高于对照,8月进行套袋处理果实综合品质反而不及未套袋处理。该研究表明,7月6日对金兰柚进行套袋可以使果实综合品质达到最佳,该结果为生产上提质增效提供了理论依据和技术支撑。

参考文献

- [1] SHARMA R R, REDDY S V R, JHALEGAR M J. Pre-harvest fruit bagging: A useful approach for plant protection and improved post-harvest fruit quality—A review[J]. Journal of horticultural science and biotechnology, 2014, 89(2): 101-113.
- [2] 胡或妮. ‘琯溪蜜柚’中乙螨唑、啉虫脒的残留测定及套袋对残留的影响[J]. 农学学报, 2021, 11(1): 62-66.
- [3] 谢婧菁, 杨莉, 旦世浩, 等. 套袋对马家柚果实外观及内在品质的影响[J]. 核农学报, 2021, 35(1): 229-237.
- [4] 毛妮妮, 苏西娅, 王志娟, 等. 果袋微环境对葡萄果实品质的影响[J]. 江苏农业学报, 2021, 37(5): 1270-1277.
- [5] 刘青, 易淑瑶, 廖光联, 等. 套袋对毛花猕猴桃果实外观和内在品质的影响[J]. 中国南方果树, 2021, 50(2): 144-147.
- [6] 王贵平, 翟浩, 陈汝, 等. 不同类型果袋微环境对富士苹果果实发育和

- 品质的影响[J]. 江苏农业科学, 2019, 47(17): 138-142.
- [7] 姜晓艳, 李俊才, 王家珍, 等. 套袋对‘早金酥’梨果实品质的影响[J]. 中国果树, 2021(5): 44-47.
- [8] 张君雅. 枇杷果实套袋微环境及果实品质研究[D]. 福州: 福建农林大学, 2017.
- [9] 黄渊基, 覃皓. 耐贮藏品种——金兰柚[J]. 柑桔与亚热带果树信息, 2003, 19(10): 24-25.
- [10] 中国柑橘学会. 中国柑橘品种[M]. 北京: 中国农业出版社, 2008: 9.
- [11] 袁显, 易干军, 曾继吾, 等. 沙田柚果实套袋比较试验[J]. 广东农业科学, 2006, 33(3): 22-24.
- [12] 赵晓玲, 余文琴, 林慧颖. 不同套袋处理对琯溪蜜柚果实品质的影响[J]. 中国南方果树, 2012, 41(4): 62-64.
- [13] 吴方方, 程玉芬, 谢金长, 等. 套袋对广丰马家柚果实品质的影响[J]. 中国南方果树, 2015, 44(4): 35-37, 40.
- [14] 苏健, 陈军, 何洁. 主成分分析法及其应用[J]. 轻工科技, 2012, 28(9): 12-13, 16.
- [15] 鲍江峰, 夏仁学, 邓秀新, 等. 用主成分分析法选择纽荷尔脐橙品质的评价因素[J]. 华中农业大学学报, 2004, 23(6): 663-666.
- [16] 张腊腊, 韩明虎, 胡浩斌, 等. 基于主成分分析的苹果品质综合评价[J]. 江苏农业科学, 2020, 48(3): 209-213.
- [17] 辛秀兰, 张强, 赵新颖, 等. 主成分分析法评价树莓中挥发性香气成分气味活度值[J]. 食品安全质量检测学报, 2022, 13(2): 395-403.
- [18] 付燕, 杨岑, 王江. 基于主成分分析的蓝莓优良品种引种试验综合评价[J]. 安徽农业科学, 2022, 50(4): 38-41.
- [19] 武晓红, 陈雪峰, 景晨娟, 等. 杏杂交后代果实经济性状的主成分分析与聚类分析研究[J]. 江西农业学报, 2019, 31(10): 45-51.
- [20] 蔡楠, 陈金印, 彭旋, 等. 主成分分析法对‘新余蜜橘’果实常温贮藏效果的评价[J]. 中国果树, 2018(6): 10-13.
- [21] 厉恩茂, 史大川, 徐月华, 等. 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[J]. 应用生态学报, 2008, 19(1): 208-212.
- [22] 陈青英, 耿芳. 套袋时间对‘玉环柚’及其芽变‘早玉’的果实品质与效益的影响[J]. 中国南方果树, 2020, 49(2): 32-33, 39.
- [23] 林燕金, 林旗华, 卢艳清, 等. 套袋时期对黄金蜜柚果实外观和内在品质的影响[J]. 中国南方果树, 2016, 45(6): 47-48.
- [24] 阙超楠, 高阳, 陈明, 等. 不同采后处理对翠冠梨果实品质的影响[J]. 核农学报, 2019, 33(3): 518-529.
- [25] 李伟, 郝海海, 陈杭君, 等. 基于主成分分析的不同品种杨梅果实综合品质评价[J]. 中国食品学报, 2017, 17(6): 161-171.

(上接第32页)

- [4] 胡瑞法, MENG ERIKA C H, 张世煌, 等. 采用参与式方法评估中国玉米研究的优先序[J]. 中国农业科学, 2004, 37(6): 781-787.
- [5] 赵久然, 孙世贤. 对超级玉米育种目标及技术路线的再思考[J]. 玉米科学, 2007, 15(1): 21-23, 28.
- [6] 肖宇, 李金英, 刘青松, 等. 河北省10个主栽夏玉米品种的抗旱性评价[J]. 河北农业科学, 2017, 21(4): 60-63.
- [7] 张倩, 张洪生, 刘淑梅, 等. 不同高产玉米品种抗旱性的比较研究[J]. 中国农学通报, 2012, 28(30): 125-130.
- [8] PAGANO E, CELA S, MADDONNI G A, et al. Intra-specific competition in maize: Ear development, flowering dynamics and kernel set of early-established plant hierarchies[J]. Field crops research, 2007, 102(3): 198-209.
- [9] JANSEN R C, STAM P. High resolution of quantitative traits into multiple loci via interval mapping[J]. Genetics, 1994, 136(4): 1447-1455.
- [10] 江佰阳, 白文斌, 张建华, 等. 高粱抗旱性鉴定方法及分子生物学研究进展[J]. 生物技术通报, 2021, 37(4): 260-272.

- [11] 杨瑞哈, 许海涛, 王文文. 玉米抗旱性指标研究进展[J]. 大麦与谷类科学, 2021, 38(2): 1-7.
- [12] 陈卫国, 张政, 史雨刚, 等. 211份小麦种质资源抗旱性的评价[J]. 作物杂志, 2020(4): 53-63.
- [13] 兰巨生, 胡福顺, 张景瑞. 作物抗旱指数的概念和统计方法[J]. 华北农学报, 1990, 5(2): 20-25.
- [14] 张雅倩, 张洪生, 林琪, 等. 水分胁迫对不同肥水类型小麦幼苗期抗旱特性的影响[J]. 农学学报, 2011, 1(8): 1-7.
- [15] 胡荣海, 吕小平. 反复干旱法的生理基础及其应用[J]. 华北农学报, 1996, 11(3): 51-56.
- [16] 段义忠, 张雄, 亢福仁, 等. 绿豆抗旱指标鉴定与评价[J]. 干旱地区农业研究, 2014, 32(6): 256-261.
- [17] 张仁和, 马国胜, 卜令锋, 等. 不同基因型玉米品种抗旱性鉴定及综合评价[J]. 种子, 2009, 28(10): 91-94.
- [18] 白向历. 玉米抗旱机制及鉴定指标筛选的研究[D]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2009.