

套袋对翠冠梨果实外观色泽 及糖、酸含量的影响

盛宝龙¹ 蔺 经¹ 程 进² 杨青松¹ 李晓刚¹ 李 慧¹ 王中华¹ 付 蓉¹

(1. 江苏省农业科学院 园艺研究所 江苏 南京 210014; 2. 江苏省海安县大公馆农业技术推广站 江苏 海安 226623)

摘要:以‘翠冠’梨为试材,采用 CIELAB 表色系统和液相色谱测定,比较了套蜡质双层袋(B-1)、防水胶双层袋(B-2)、纸+膜双层袋(B-3)、腊质+防水胶双层袋(B-4)和普通双层袋(B-5)和未套袋(CK)的果实外观色泽和糖、酸含量的变化。结果表明,套袋使果皮的 L 值和 a 值增大, b 值减小,颜色变浅。套袋能明显减小果锈指数,5种纸袋处理效果为 $B-1 > B-2 > B-3 > B-4 > B-5$ 。套袋果实糖含量降低,果实中的糖以蔗糖和山梨醇为主,其次为果糖和葡萄糖。各套袋处理总糖含量大小顺序为 $B-1 > B-3 > B-4 > B-2 > B-5$;套袋果实酸度比未套袋增加,果实中酸含量以苹果酸和柠檬酸为主,其次草酸和奎尼酸。各套袋处理总酸含量大小顺序为 $B-4 > B-3 > B-5 > B-2 > B-1$ 。综合比较外观及品质分析可以得出,要生产外观优良的‘翠冠’梨,外观色差 ΔE_{ab} 指标应大于 3.0,5种纸袋果实品质以套 B-1 纸袋的最好,其次为 $B-4 > B-2 > B-3 > B-5$ 。

关键词:翠冠梨;套袋;外观;糖;酸;品质

中图分类号:S661.2 文献标志码:A 文章编号:1000-2286(2010)04-0705-05

Effects of Bagging on the Appearance Color and Quality of ‘Cuiguan’ Pear

SHENG Bao-long¹, LIN Jing¹, CHENG Jin², YANG Qing-song¹,
LI Xiao-gang¹, LI Hui¹, WANG Zhong-hua¹, FU Rong¹

(1. Institute of Horticulture, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing 210014, China; 2. Agricultural Technology Station of Dagong Town, Haian County, Haian 226623, China)

Abstract: The fruit of ‘Cuiguan’ pear were treated by five different bagging methods, namely, stencil double-layer bag (B-1), waterproof glue double-layer bag (B-2), plastic pellicle-out double-layer bag (B-3), stencil and waterproof glue double-layer bag (B-4), general double-layer bag (B-5) and non-bagging (CK), and the fruit color, the Brix, and acid content changes were studied using CIELAB color variables and liquid chromatography. The result showed that bagging treatment improved L and a value, decreased b value of peels, made the color shallow and it also decreased the fruit rust index, the order of the effect of decreasing of the index of fruit rust of the five kinds of bags was $B-1 > B-2 > B-3 > B-4 > B-5$. Bagging reduced the fruit Brix and increased acid. In fruit sugar, sucrose and sorbitol were principal, followed by fructose and glucose; the order of the contents of the total sugars treated with the five kinds of bags was $B-1 > B-3$

收稿日期:2010-03-23 修回日期:2010-05-18

基金项目:国家农业科技成果转化项目(2008GB2C100100)、国家948项目(2009-Z18)、江苏省自主创新项目(CX(09)611)和江苏省农业三项工程(SX(2009)044)

作者简介:盛宝龙(1964-),男,研究员,硕士,主要从事梨品种及栽培技术研究, E-mail: shengbl@jaas.ac.cn。

> B-4 > B-2 > B-5; in the fruit acids, malic acid and citric acid were principal, followed by oxalic acid and quinic acid; the order of the contents of the total acids treated with the five kinds of bags was B-4 > B-3 > B-5 > B-2 > B-1. In general, to produce good appearance 'Cuiguan' pears, the color ΔE_{ab} indicators should be more than 3.0, the order of the indexes of fruit appearance quality treated with the five kinds of bags was B-1 > B-4 > B-2 > B-3 > B-5.

Key words 'Cuiguan' pear; bagging; appearance; sugar; acid; quality

‘翠冠’梨(*Pyrus pyrifolia* ‘Cuiguan’)属砂梨系统,因其成熟早、品质优,已被全国十几个省市引种,是目前我国南方发展最快的早熟优良砂梨品种之一。该品种果实近圆,果个较大、果心小,果肉乳白色,肉质细嫩酥脆,石细胞少,汁多,味甜,可溶性固形物含量高,品质上乘。‘翠冠’梨内质优良,但果实外观差,在自然条件下,果皮较粗糙,颜色暗淡,且易形成锈斑,严重影响了果实外观品质。目前生产上常用果实套袋来提高‘翠冠’梨果实的外观品质^[1-3],虽套袋后果实外观比未套袋有明显改观,但大部分果实呈现“花斑果”,色泽度不整齐,套袋果实外观品质并未能得到明显改善,而套不同纸袋对‘翠冠’梨果实外观色泽及糖、酸的影响鲜有报道。本实验选取江苏南方‘翠冠’梨生产上广泛使用的5种纸袋,旨在探讨采用色差计和液相色谱进行客观评定果实外观及品质,为‘翠冠’梨套袋外观分级及品质研究提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料及处理

试验于2007—2008年在江苏省农业科学院园艺研究所梨试验园(南京)进行。供试品种为‘翠冠’9年生,自然开心形,株行距3 m×4 m,管理水平一般。

5种纸袋的生产厂家、构造、规格(长×宽×重)及其纸袋相对光强见表1。于落花后15 d进行套袋,按树体东、南、西、北、中5个方位,每种纸袋在每个方位各套5个果实,且留5个未套袋果,每株树共计套150个果实,重复3次。套袋前进行1次常规喷药。

表1 5种纸袋的生产厂商、构造、规格及袋内透光率

Tab.1 Manufacturer, structure, size and transparency of 5 kinds of bag

纸袋名称及编号 Name of fruit bag and number	厂商 Factory	构造 Structure	大小/cm Size	重量/g Weight	透光率/% Transparency
蜡质双层袋(B-1) Stencil Double-layer Bag	青岛小林制袋有限公司 Kobayashi(Qingdao) Co., Ltd	内蜡纸(黄)+外蜡纸(黄) Inner Stencil Paper(Yellow)+ Out Stencil paper(Yellow)	190×160	4.68	20.925
防水双层袋(B-2) Waterproof Glue Double-layer Bag	四川新惠阳保鲜有限公司 Szechwan Xinhiyan Baoxiao Co., Ltd	内纸(黑)+外防水胶(外黄内淡黑) Inner Paper(Black)+Outer Waterproof Glue Paper(Outer Yellow Inner Black)	190×160	4.76	0.0403
纸+膜双层袋(B-3) Paper+Plastic Double-layer bag	四川新惠阳保鲜有限公司 Szechwan Xinhiyan Baoxiao Co., Ltd	内膜(绿)+外纸(土黄)双层袋 Inner Plastic(Green)+ Outer Paper(Khaki)	197×155	3.10	0.359
防水+蜡质双层袋(B-4) Waterproof Glue+Stencil Double-layer Bag	青岛佳田纸业有限公司 Qingdao Jiatai Paper Co., Ltd	内纸(黑)+外纸蜡质加防水胶(外黄内黑) Inner Paper(Black)+Out Stencil and Waterproof Glue paper(Outer Yellow Inner Black)	190×160	4.68	0.016
普通双层袋(B-5) General Double-layer Bag	江苏海安大公果业有限责任公司 Jiangsu MSC Daigong Fruit Industry LLC	内纸(黑)+外纸(外土黄内黑) Inner Paper(Black)+ Out paper(Outer Khaki Inner Black)	186×150	4.90	0.006

1.2 测定项目与方法

5个纸袋和对照的果实于正常成熟时全部从树上采摘下来,在室内进行去除病虫和畸形果,每种纸袋留果60个,用于外观及糖、酸测定。

1.2.1 果实外观色泽测定及评定方法 果皮颜色利用CIELAB表色系统^[4],即利用空间坐标L、a、b值

表色,用色差 ΔE_{ab} 进行两组数据的对比。使用日本产CR-10型色差计。对每个处理每个小区随机采摘的20个固定果实进行测定,每次在果实赤道部位的固定位置测定,每个果测2个点,共40个数据取平均值。3次重复。色差CIE1976色差公式: $\Delta E_{ab} = (\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{1/2}$ $\rho \sim 0.5$ 为极小的差异;0.5~1.5为稍有差异;1.5~3.0为感觉到有点差异;3.0~6.0为差异显著;6.0~12.0为差异极显著;12.0以上为不同颜色^[5]。

果锈分级标准为:0级无果锈;1级果锈面积占整个果实果皮的比例小于1/16;2级果锈面积占整个果实果皮的比例为1/16~1/8;3级果锈面积占整个果实果皮的比例为1/8~1/4;4级锈斑面积占整个果实果皮的比例大于1/4。果锈锈斑指数 = $\Sigma(\text{各级代表数值} \times \text{果数}) / (\text{总果数} \times \text{最高代表数值}) \times 100$ 。

1.2.2 果肉可溶性糖、有机酸含量的测定方法 果肉中可溶性糖和有机酸的提取方法按照Jia的方法进行^[6],用高效液相色谱仪(Agilent 1100)进行蔗糖、果糖、葡萄糖、山梨醇、苹果酸、柠檬酸、奎尼酸的测定。糖及糖醇的测定使用Transgenomic生产的10 μm 粒径 $6\text{mm} \times 250\text{mm}$ 的CARBOSep CHO-620 CA柱,流动相为双蒸水,柱温80 $^{\circ}\text{C}$,示差折光检测器,进样量15 μL 。有机酸的测定使用Agilent 5 μm 粒径4.6 $\text{mm} \times 250\text{mm}$ 的ZORBAX Eclipse XDB-C18柱,流动相为0.02 mol/L的 KH_2PO_4 (pH 2.7),流速0.5 mL/min,柱温25 $^{\circ}\text{C}$,紫外检测器 $\lambda = 214\text{nm}$,进样量5 μL 。进样重复3次。

1.3 数据统计及图形分析

用DPS 9.0软件进行方差分析和显著性检验;用Excel 2003分析数据,计算标准差并制图。

2 结果分析

2.1 不同纸袋对果实外观色泽的影响

从表2可见,采用CR-10色差计测定各处理果实果皮色值表明 a 值主要针对果皮绿色指标进行评定,套B-1纸袋果皮为绿色,其它套袋处理果皮无绿色,这是因为 a 值跟纸袋透光率呈极显著负相关^[1],如B-1纸袋透光率为20.9%, a 值为-8.3,而B-5纸袋透光率仅为0.06%, a 值为+2.4,故B-1纸袋 a 值显著低于其它套袋处理,且其它套袋处理间 a 值无显著差异。同样, b 值主要针对果皮黄色指标进行评定,其测定结果与 a 值相反。 L 值主要针对果皮明亮度指标进行评定,套袋处理果皮亮度显著高于不套处理,而套袋中以B-2果皮亮度显著最高,套B-1果皮亮度显著最差。色差 ΔE_{ab} 反映人感觉到果实果皮颜色差异,套B-1纸袋果实果皮色差 ΔE_{ab} 为1.5~3.0,颜色差异不明显;套B-2和B-4纸袋果皮色差 ΔE_{ab} 为3.0~6.0,颜色差异显著;而套B-3和B-5纸袋果皮色差 ΔE_{ab} 为6.0~12.0,颜色差异极显著。总之,无论哪种处理间的色差,不套袋果要明显大于套袋果,说明套袋对‘翠冠’梨色泽的影响更加明显。

表2 不同纸袋对果实外观色泽的影响

Tab.2 Effect of different bagging on the color of ‘Cuiguan’ Pear

处理 Treatment	a 值 a value	b 值 b value	L 值 L value	ΔE_{ab}
B-1	-8.3 ± 0.32 c	+42.6 ± 0.27 a	66.2 ± 0.49 c	2.54 ± 0.49 d
B-2	+1.2 ± 0.54 a	+30.3 ± 0.76 c	76.1 ± 0.63 a	4.29 ± 0.49 c
B-3	+1.0 ± 0.58 a	+30.1 ± 1.29 c	73.6 ± 0.96 b	6.61 ± 0.49 b
B-4	+1.9 ± 0.39 a	+30.8 ± 0.55 c	75.8 ± 0.65 ab	4.65 ± 0.49 c
B-5	+2.4 ± 0.46 a	+31.2 ± 0.48 c	75.1 ± 0.51 ab	6.18 ± 0.49 b
CK	-2.2 ± 0.96 b	+36.0 ± 0.95 b	52.1 ± 1.03 d	13.37 ± 0.49 a

1. 同列不同字母者表示差异显著($P < 0.05$); 2. L 为亮度指标,值偏小时亮度偏小; a 和 b 是色度坐标, a 呈正值偏红,负值偏绿; b 正值偏黄,负值偏蓝。

1. Different small letters in column mean significant difference $P < 0.05$; 2. L is brightness value, when L is at low value, the brightness is on the small side a and b are color coordinate, the color is red when value is positive, when negative, the color is b is positive, the color is yellow, and the opposite make the color blue.

2.2 不同纸袋对果锈的影响

由图1可知,‘翠冠’梨采用不同纸袋果实都会产生果锈,套袋果实果锈指数显著低于未套袋果实,

套 B-1, B-2, B-3, B-4, B-5 纸袋的果实分别比未套袋果实果锈指数减少了 84.28, 64.77, 60.72, 51.86, 40.00 个百分点。其中套 B-1 纸袋果实的果锈指数显著低于其它处理, 套 B-2 和 B-3 纸袋果实的果锈指数无显著差异, 但低于套 B-4 和 B-5 纸袋的果实, 套 B-4 纸袋果实的果锈指数低于 B-5 纸袋。说明套不同纸袋可以显著减少果皮锈斑面积, 5 种纸袋效果以套 B-1 > B-2 > B-3 > B-4 > B-5 纸袋。

2.3 不同纸袋对果肉中可溶性糖含量的影响

在‘翠冠’梨果实采收时, 套不同纸袋的果实中的糖含量差异较大, 套袋果实总糖低于未套袋, 各处理果实中以蔗糖和山梨醇含量为主(表 3)。其中套袋果实中蔗糖和山梨醇含量以套 B-1 和 B-2 纸袋显著性高于其它纸袋。果实中山梨醇含量在不同纸袋间变化差异不大。果实中果糖含量以套 B-5 纸袋最高, 且显著性高于套 B-1 和 B-2 纸袋。同样, 果实中葡萄糖含量以套 B-5 含量最高, 与套 B-3 和 B-4 纸袋间无显著差异, 但三者都显著高于套 B-1 和 B-2, 且套 B-1 纸袋蔗糖含量显著最差。果实中总糖含量以套 B-1 > B-3 > B-4 > B-2 > B-5。

表 3 不同纸袋对果肉中糖的含量的影响

Tab.3 Effect of different bagging on the sugar of ‘Cuiguan’ pear

处理 Treatment	蔗糖/(g·L ⁻¹) Sourcrose	山梨醇/(g·L ⁻¹) Sorbitol	果糖/(g·L ⁻¹) Fructose	葡萄糖/(g·L ⁻¹) Glucose	总糖/(g·L ⁻¹) Total Sugar
B-1	86.63 ± 0.36 a	40.96 ± 0.57 b	37.33 ± 1.03 b	27.71 ± 0.16 c	196.69 ± 4.47 ab
B-2	71.64 ± 0.41 c	51.64 ± 0.80 a	32.32 ± 0.75 cd	24.55 ± 0.56 d	180.15 ± 4.31 cd
B-3	79.10 ± 0.18 b	37.50 ± 0.26 bc	28.48 ± 0.86 d	30.89 ± 0.42 b	192.61 ± 2.35 abc
B-4	75.40 ± 0.64 bc	35.94 ± 0.28 bc	31.92 ± 0.71 cd	31.90 ± 0.36 b	185.87 ± 3.58 bcd
B-5	76.53 ± 0.75 bc	40.96 ± 0.15 b	34.43 ± 0.02 bc	31.38 ± 0.04 ab	173.69 ± 3.47 d
CK	88.89 ± 0.97 a	32.47 ± 0.54 c	47.69 ± 1.03 a	33.89 ± 0.30 a	203.91 ± 4.34 a

同列数据后标不同字母者表示差异显著 (P < 0.05)。

Different small letters after the data in column mean significant difference (P < 0.05).

2.4 不同纸袋对果肉中有机酸含量的影响

‘翠冠’梨果实在采收时, 5 种纸袋果实中含酸量变化差异较大, 各处理果实中以苹果酸为主, 其次柠檬酸、草酸, 奎尼酸含量最少(表 4)。其中果实中套 B-3 纸袋苹果酸显著高于其它纸袋, 比套 B-1

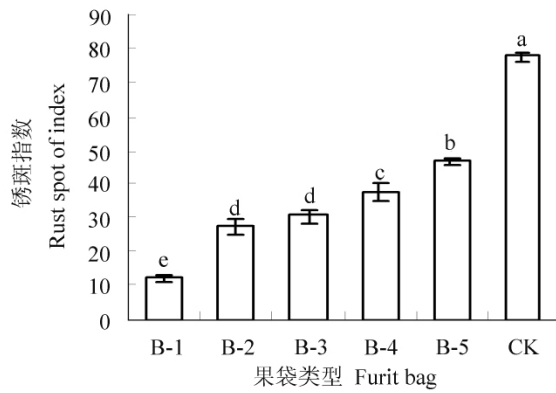
表 4 不同纸袋对果肉中有机酸含量的影响

Tab.4 Effect of different bagging on the acid of ‘Cuiguan’ pear

处理 Treatment	苹果酸/(g·L ⁻¹) Malate	柠檬酸/(g·L ⁻¹) Oxalate	草酸/(g·L ⁻¹) Citrate	奎尼酸/(g·L ⁻¹) Quinate	总酸/(g·L ⁻¹) Total acid
B-1	0.309 ± 0.014 c	0.151 ± 0.003 c	0.116 ± 0.001 b	0.063 ± 0.005 b	0.638 ± 0.017 bc
B-2	0.326 ± 0.009 bc	0.147 ± 0.001 c	0.115 ± 0.006 b	0.081 ± 0.006 a	0.668 ± 0.009 bc
B-3	0.362 ± 0.011 a	0.203 ± 0.003 b	0.135 ± 0.004 a	0.090 ± 0.002 a	0.790 ± 0.010 a
B-4	0.335 ± 0.025 b	0.245 ± 0.035 ab	0.136 ± 0.002 a	0.085 ± 0.004 a	0.801 ± 0.007 a
B-5	0.328 ± 0.013 bc	0.256 ± 0.011 a	0.132 ± 0.002 a	0.068 ± 0.006 b	0.783 ± 0.006 a
CK	0.321 ± 0.019 bc	0.106 ± 0.004 c	0.117 ± 0.002 b	0.082 ± 0.003 a	0.626 ± 0.024

同列数据后标不同字母者表示差异显著 (P < 0.05)。

Different small letters after the data in column mean significant difference (P < 0.05).



图表上不同字母表示差异显著 (P < 0.05)。

Different small letters in column mean significant difference (P < 0.05).

图 1 不同纸袋对锈斑指数的影响

Fig.1 Effect of different bagging on the rust spot of index of ‘Cuiguan’ Pear

纸袋含量高14.64%。果实中柠檬酸含量以套B-5纸袋含量最高,分别比套B-1和B-2纸袋含量高41.02%和42.59%。套B-2、B-3和B-4纸袋果实中奎尼酸含量无显著差异,而显著高于套B-1和B-5纸袋,且二者之间无显著差异。套袋果实中总酸含量以套B-4>B-3>B-5>B-2>B-1。

3 讨论

梨果实套袋能显著改善果实外观品质。‘翠冠’幼果呈现淡绿色,随着果实发育至成熟,果皮叶绿素含量逐渐减少,类胡萝卜素含量逐渐增加,果皮逐步由绿色变为黄绿色、黄褐色。果实采收以后,叶绿素进一步消失,使得果实呈现黄褐色。这与套袋后‘翠冠’梨果皮颜色变浅,果皮光洁,果点变小有关。果实套袋后,由于光照强度减小,幼果叶绿素含量减少,因而采收时果实呈现黄色,但不同纸袋内光照强度不同而果皮着色也不一样,弱光使果皮的叶绿素含量显著减少,这是因为套用深色袋比套用浅色袋对色素降低的影响更大^[7-8]。锈斑和果皮厚薄是外部不良环境条件刺激造成的果实表皮细胞老化、坏死,或内部生理原因造成表皮与果肉增大不一致而使表皮破损^[9-10]。表皮下的薄壁细胞经过细胞壁加厚和栓化后,在角质层、蜡质层及表皮层破裂处露出果皮而形成的木栓层^[11-12],由于锈斑呈现红褐色,导致不同纸袋套出不同果实面积大小锈斑,导致果皮色差 ΔE_{ab} 变化差异明显,这和计算所得 ΔE_{ab} 的变化非常吻合。

果实的糖分积累来源于叶片的光合产物,大部分光合同化产物最终以蔗糖或山梨醇的形式经韧皮部卸载到发育的果实中,在一些酶的作用下,经一系列的代谢及跨膜运输过程,最终以蔗糖、山梨醇或更多地以淀粉、果糖和葡萄糖等积累在果实中,产生不同的风味^[13]。梨果实酸度是由苹果酸和柠檬酸两大有机酸的合成和积累形成的,但苹果酸占总酸的50%,因此,梨为苹果酸型果实。研究表明,梨的有机酸含量变化为:果实发育初期最高,后迅速降至低谷,稍有增加后再降低,至成熟时最低^[14-15]。据果实套袋研究,不使用纸袋的果实总糖、还原糖、可溶性固形物含量普遍高于使用纸袋的果实,使用不同的纸袋果实的含糖量也会不同^[16],一般双层袋要好于单层袋^[17]。究其原因可能为:套袋提供的微环境中较高的湿度降低了果实蒸腾速率,减少了向果实的液流,减少了同化物向果实的输入,本试验中B-1、B-2、B-3、B-4、B-5和CK纸袋袋内最大相对日湿度差分别为52.6、58.6、59.3、60.0、79.0和63.2%^[1],这一结果也正好验证上面所述。套袋微环境中较高的温度影响了果实内同化物代谢与运转酶类的活性,导致与未套袋果实相比套袋果的库强降低,同时叶片光合速率也下降。此外,套袋提供的昼夜温差也是影响糖类代谢的因子^[18]。本试验中B-1、B-2、B-3、B-4、B-5和CK纸袋袋内最大日温差分别为11.5、13.4、13.0、17.5、15.9和13.6℃^[1],这一结果也正好验证上面所述。套袋微环境中的弱光因子导致果实和果皮叶绿素含量显著减少,光合作用能力几乎丧失,向果肉输送的果皮同化产物几乎为零,加剧了果实库之间对叶同化产物的竞争,使分配到果肉的光合产物的百分比下降^[19]。本试验中B-1纸袋透光率为20.9%(表1),极显著高于其它纸袋,也验证这一结果。故外在的生态因子往往决定了哪些地区更适合于生产优质果实,是指导果树区划与实行果树丰产优质栽培的基础。而栽培管理措施是人为的改变树体内在和外在的条件,使其更有利于果树的生长和发育,从而使果树达到高产和优质的有力措施。

参考文献:

- [1] 蔺经,杨青松,李晓刚,等.套袋微环境对‘翠冠’梨果实外观品质的影响[J].西北农林科技大学学报:自然科学版,2009,37(10):133-139.
- [2] 常有宏,蔺经,李小刚,等.套袋对梨果实品质和农药残留的影响[J].江苏农业学报,2006,22(2):150-153.
- [3] 黄火金,凌兴礼,张祥勇,等.十一种梨果专用袋对翠冠梨果实外观色泽的影响[J].中国南方果树,2005,34(3):55-56.
- [4] 赵颖,孙群,陈兵旗,等.基于机器视觉的非结构化道路导航路径检测方法[J].农业机械学报,2007,38(6):202-204.
- [5] 刘浩学.CIE均匀颜色空间与色差公式的应用[J].北京印刷学院学报,2003,11(3):3-8,12.
- [6] Zhao Y H, Li X L, Gao D S. Sugar accumulation and related enzyme activities in nectarine fruit under protected cultivation [J]. Journal of Fruit Science, 2006, 23(1): 118-120.
- [7] 冯少菲.黄金梨果皮发育、锈斑形成及套袋对其影响的研究[D].保定:河北农业大学,2006.

(下转第728页)

- [14] 皱小波, 赵杰文. 用遗传算法快速提取近红外光谱特征区域和特征波长[J]. 光学学报, 2007, 27(7): 1316-1321.
- [15] R Leardi. Application of genetic algorithm - PLS for feature selection in spectral data sets[J]. J Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems, 2000, 14(5): 643-655.
- [16] Rong-en Fan, Pai-hsuen Chen, Chih-jen Lin. Working set selection using second order information for training SVM [J]. Journal of Machine Learning Research, 2005, 6(11): 1889-1918.
- [17] 陆婉珍. 现代近红外光谱分析技术[M]. 2版. 北京: 中国石化出版社, 2006: 35.

(上接第709页)

- [8] Ju Z G, Ju Z G. Relationship among phenylalanine ammonia-lyase activity [J]. Scientia Horticulture, 1995(61): 215-226.
- [9] 高大同. 套袋对梨、苹果果实生长发育及性状影响的研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2006.
- [10] 冯少菲. 黄金梨果皮发育、锈斑形成及套袋对其影响的研究[D]. 保定: 河北农业大学, 2006.
- [11] 孟焕文, 程智慧, 杨玉梅, 等. 套袋及遮光对黄色果实发育及品质的影响[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2004, 32(12): 44-45, 51.
- [12] 张建光, 刘玉芳, 孙建设, 等. 光照强度对果实表面温度变化的影响[J]. 生态学报, 2004, 24(6): 1306-1310.
- [13] 吕英民, 张大鹏. 果实发育过程中糖的积累[J]. 植物生理学通讯, 2000, 36(3): 258-265.
- [14] 胡红菊, 陈启亮, 王友平, 等. 4个砂梨品种果实发育过程中主要糖酸含量的变化[J]. 华中农业大学学报, 2007, 26(2): 251-255.
- [15] 王涛, 林媚, 王海琴, 等. 设施条件下4个中熟砂梨品种果实发育及糖酸含量的变化[J]. 中国农学通报, 2008, 24(8): 350-354.
- [16] 王少敏, 高华君, 王永志, 等. 不同纸袋对丰水梨套袋效果比较试验[J]. 中国果树, 2001(2): 12-14.
- [17] Arakova, Uematsu N, Na Kajima H. Effect of bagging On fruit quality in apples[J]. Bulletin of the Faculty of Agriculture Hiro-saki University, 1994, 57: 25-32.
- [18] Li S H, Genard M, Bussi C. Fruit quality and leaf photosynthesis in response to microenvironment modification around individual fruit by covering the fruit with plastic in nectarine and peach trees[J]. Hort Sci & Biotechnology, 2001, 76(1): 61-69.
- [19] 郝燕燕, 李妙玲, 张惠荣, 等. 套袋微环境对果实品质的影响及其机理分析[J]. 山西农业大学学报, 2003(3): 238-242.