

新型苹果品质改良剂的作用效果研究

党 纳, 翟 丙 年, 巩 庆 利, 赵 志 远, 刘 艳 妮, 李 展 飞

(西北农林科技大学 资源环境学院, 农业部西北植物营养与农业环境重点实验室, 陕西 杨凌 712100)

摘 要:当前果园生产中促进苹果果实着色使用最广泛的技术是套袋,但又因其需要大量劳动力和影响果实内在品质,降低耐储性等问题,需要有新的方法能达到与其相似的作用效果。为解决这一问题,该试验在苹果优生区陕西省白水进行了田间试验,以期探索一种更为高效省力、安全环保、逐步替代苹果套袋的新技术。试验以二氢茉莉酸甲酯(MDJ)和香草醛为主成分的2种苹果专用品质改良剂(TR1、TR2)为试材,并与靓钛肥(TR3)及市场上流行的稀土高科肥(TR4)进行比较,通过测定相关指标,探讨其对8年生中熟“玉华早富”苹果果实品质的作用效果。结果表明:2种品质改良剂与同类产品相比,均能有效促进中熟苹果果皮着色,改善果形及亮度,显著提高果实糖酸比,增加维生素C和钾含量;同时对果形指数、可溶性固形物含量、硬度也有促进作用;综上,2种苹果品质改良剂在中熟品种“玉华早富”上应用效果更好,能够同时改善果实风味、营养及贮藏品质,促进果实着色;且其作用效果与含钛(Ti)叶面肥相接近,具有市场推广价值。

关键词:壳聚糖;羧甲基纤维素钠;苹果;着色;果实品质

中图分类号:S 661.106⁺.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)17-0005-07

苹果是世界四大水果(苹果、柑橘、葡萄和香蕉)之一,占世界水果总量的15%以上,并且其果糖含量堪称水果之冠。根据联合国粮食及农业组织(FAO)数据的统计结果,2010年世界苹果总产量为6 951.20万t,我国为3 326.52万t,占世界总产量的47.86%^[1],居世界首位。但相对于巨大的苹果产量,中国苹果的出口率仅有3%左右^[2]。苹果果实套袋、铺反光膜等技术是在20世纪80年代引进的,因套袋苹果外观美丽、外在品质好,而在我国果园大面积推广与应用。近几年来,大部分果园生产的苹果果实硬度和可溶性固形物含量偏低、色泽差、果肉质粗、口感差、淡而无味。以“富士”苹果为例,按照国家标准《鲜苹果》(GB/T 10651-1989),2006年“富士”苹果理化品质合格率仅为24.9%,其中,总酸量合格率

最高,达98.9%,而果实硬度和可溶性固形物含量合格率仅分别为35.6%和57.3%^[3]。上述现象表明,苹果套袋已经不能完全满足消费者对食品包装及安全的需求,劳动力费用的增加、低碳社会经济发展的需要以及不套袋苹果风味优良等原因,不套袋苹果栽培必将在今后成为苹果发展的趋势^[4]。

为此,很多人针对套袋不足进行多方面的研究与探索。王登坤等^[5]于1995年试验证明,对苹果喷施稀土(500 mg·L⁻¹)、高效钛(2 000 mg·L⁻¹)二者的混合液,可以显著提高苹果的全红果率,但对果实品质并未进行描述;甘肃省泾川县林业局(2014年7月)也曾提出向苹果果面涂布中草药制剂取代套袋技术这一理念。随着科技的快速发展,学者们又提出用植物生长调节剂来改善果皮颜色和果实品质,有研究证明在果实收获5周前喷施乙烯和乙烯利能显著提高苹果红度^[6];秦军等^[7]以绿色环保型果树液体肥(800倍芦苇醋液)喷施果树,可以明显提高“富士”苹果的着色指数、花青素含量、单果质量、糖酸比、维生素C含量和可溶性固形物含量。然而,学者们对施用含有次级生理活性物质的叶面肥后的果实安全性和果实品质作用鲜少提及。

因此,该研究以前人研究结果和课题组在番茄和苹果上进行的前期研究工作为基础,借鉴食品中可食性膜特有的成膜性、安全性、可降解性,尤其是阻隔性(可以阻隔空气中灰尘等大颗粒物质与果面的直接接触,保持果面光洁度)等优点^[8],选用壳聚糖(CTS)和羧甲基纤维

第一作者简介:党纳(1989-),女,陕西渭南人,硕士研究生,研究方向为新型肥料研发。E-mail:18789402451@163.com.

责任作者:翟丙年(1967-),男,博士,教授,现主要从事植物营养调控与旱地水肥管理研究及新型肥料研发等工作。E-mail:zhaibingnian@nwsuaf.edu.cn.

基金项目:公益性行业(农业)科研专项资助项目(201303104);教育部基本科研业务费专项资金资助项目(ZD2012013);陕西省农业科技创新资助项目(2012NKC01-04);陕西省农业科技创新转化资助项目(NYKJ-2015-17);西北农林科技大学试验示范基地科技成果推广资助项目(Z222021411)。

收稿日期:2016-04-15

素钠(CMC-Na)为成膜材料,辅以二氢茉莉酸甲酯和香草醛为主要成分,并配以对苹果品质有重要作用的营养元素,同时添加一些能够改善果面光洁度的成膜物质,复配成一种高效、无公害、无污染、可安全食用的苹果品质改良剂。采用室内测定分析及田间试验相结合的方法,研究这一品质改良剂对促进中晚熟苹果着色,改善内在品质的作用效果及替代果实套袋的可能性。寻求一种更为省力、更加有效且安全环保的新技术,为提高陕西果品质量提供理论依据和技术支撑,该研究对于提高我国苹果质量,促进我国绿色苹果生产,增强其出口创汇能力,做大、做强我国苹果产业等都具有十分重要的意义。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验在陕西省渭南市白水县(海拔 446~1 568 m)进行,该地属暖温带大陆性季风气候,年平均气温 11.4℃,昼夜温差大,有利于果实糖分的累计,多年平均降雨量 577.8 mm,年降雨量变化较大。试验地地势平坦,土质、肥力水平较好,管理与当地果树示范园一致。

1.2 试验材料

该试验使用的不是定性产品,而是在研究过程中,不断完善的肥药相结合的、含有生理活性物质的苹果品质改良剂。其主要成分有二氢茉莉酸甲酯(MDJ)2~5 g·L⁻¹,香草醛 0.070~0.152 g·L⁻¹,成膜剂 1.5~5.0 g·L⁻¹,耐盐乳化剂(即 Tween80 和十二烷基苯磺酸钠的混合物)3~6 g·L⁻¹,无机改良剂(其中 K⁺ 含量不低于 20.93 g·kg⁻¹,PO₄³⁻ 含量不低于 57.85 g·kg⁻¹)80~150 g·L⁻¹。供试品质改良剂主要有:一种是能够改善果面光洁度的成膜物质壳聚糖(CTS)的苹果品质改良剂;另一种以羧甲基纤维素钠(CMC-Na)为成膜材料的品质改良剂;市场上销售量较好的靓钛肥(TR3)(NY14282010)和稀土高科肥(TR4)(准产证号: BHZD25048,执行标准:GB/T17420)。

供试果树为树龄 8 年的中熟品种“玉华早富”(9月1日采摘)。株行距 2 m×4 m,树势旺盛,已进入盛果期。

1.3 试验方法

该试验历时 3 年(2012—2014 年)。第 1 年开始筛选品质改良剂的主成分及最佳浓度^[9],第 2 年添加其它成分,加工成制剂,并观测其在苹果上的应用效果^[10],2014 年将其与同类产品进行比较,检验其能否成为一种新型苹果品质改良。中熟苹果“玉华早富”采用田间随机区组设计,单株小区,重复 3 次。各处理喷施从果实膨大期至成熟期,共喷施 3 次。“玉华早富”苹果喷施时间分别为 7 月 21 日、7 月 31 日和 8 月 10 日。农艺管理

和病虫害防治按照当地农户管理习惯统一进行。试验设计见表 1。

表 1 试验设计

处理 Treatment	具体内容 Specific content	2013 年 In 2013	2014 年 In 2014
CK	不套袋喷施清水	✓	✓
TCK	套袋喷施清水	✓	✓
TR1	以壳聚糖(CTS)为成膜材料的品质改良剂	✓	✓
TR2	以羧甲基纤维素钠(CMC-Na)为成膜材料的品质改良剂	✓	✓
TR3	靓钛肥	×	✓
TR4	市场上流行的同类产品-稀土高科肥	×	✓

注:“✓”表示在某年有某种处理,“×”则表示没有。

Note: Check mark showed that it had a treatment in a year, error indicated no.

1.4 项目测定

果实样品采集方法:于不同时期在每株树从东西南北 4 个方向各采摘树冠中部均匀一致的 2 个果实,每处理 3 次重复,共 24 个,进行各指标的分析测定。

试验通过统计苹果果实着色率来分析品质改良剂在苹果着色方面的潜力。统计方法与前期蔡俊卿等^[11]在番茄上所采用的方法类似。苹果果实着色率的调查在试验处理结束后开始,每 10 d 调查 1 次果实着色率,直到果实成熟。果皮色泽用 CR-400 色彩色差计测量(L*、a*、b*)。L*、a*、b* 中的数值描述正常视力的人能够看到的所有颜色。L* 表示果皮亮度(或者是黑白)数值越大则表示果实越亮(白),反之则表示越暗(黑);a* 表示果实红绿度,正值为红色,负值为绿色;而 b* 表示黄蓝度,正值为黄色,负值为蓝色。

果实单果质量用称重法测定;果形指数为游标卡尺测定的果实纵横径之比;GY-B 硬度计测定 3 个苹果品种的果实去皮硬度;果实可溶性固形物含量测定采用 WYH 手持折光仪,榨汁后测定,取平均值;可滴定酸含量测定采用 NaOH 酸碱中和滴定法;果实可溶性糖含量采用蒽酮比色法测定;维生素 C 含量测定采用 2,6-二氯酚靛酚法;果实中钾含量测定采用火焰光度计法。

1.5 数据分析

着色强度 C 的计算公式为 $C^* = [(\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$;色相角度值 H 表示色泽标准差的指标,计算公式为 $H = \tan^{-1}(b^*/a^*)$ 。

数据采用 SPSS 19.0 软件进行显著性测验(P<0.05),LSD 法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 不同苹果品质改良剂对苹果着色率的影响

从图 1 中可以看出,随着调查时间的延长,与对照相比,2 年内各处理的果实着色率都有明显提高,其中 TR1 和 TR2 效果较好;TR1 和 TR2 较 CK 提高红果率约 17%,较 TCK 提高了 7%。2014 年研究结果表明,TR1 处理在同类产品中效果最为显著。

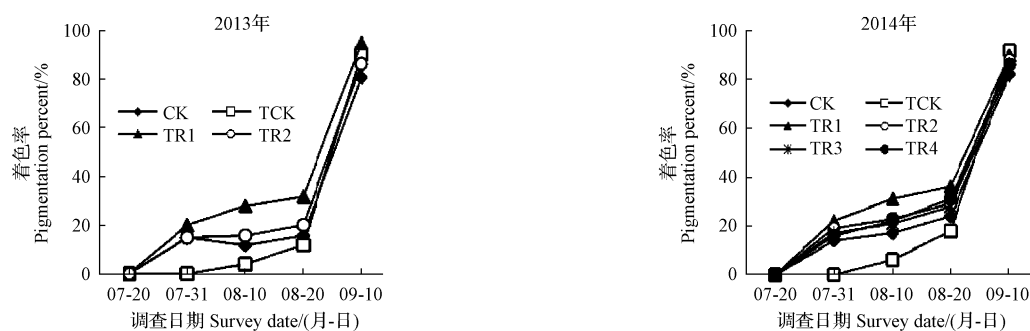


图1 不同品质改良剂喷施处理随调查时间着色变化

Fig. 1 Effect of different quality improving agent on the pigmentation percent of 'Yuhuaazafu' apple

2.2 不同苹果品质改良剂对苹果色泽的影响

由表2可以看出,就亮度 L^* 而言,各处理的果实亮度与对照相比要低,其中2013年的TR2亮度值最低,较CK降低了11.9%。2014年则是TR2和TR3效果最好。其TR4亮度值较低则是由于喷施后,在果面有大量的黑色斑点(图2)。表明在含有MDJ和香草醛物质处理后,果面表面形成膜,使果色变深,同类产品中TR2对果实亮度效果最好,并达到差异显著水平($P<0.05$)。

表2 不同品质改良剂对苹果色泽的影响

Table 2 Effect of different quality improving agent on apple color in two years

处理 Treatment	2013年 In 2013			2014年 In 2014		
	果皮亮度 L^*	着色强度 C	色相角度 H	果皮亮度 L^*	着色强度 C	色相角度 H
CK	67.43b	27.25a	1.34a	63.1ab	25.70c	1.21a
TCK	70.08a	22.73c	1.24b	62.6ab	28.47b	0.65c
TR1	61.73c	28.08a	1.06c	63.70a	24.72c	0.92b
TR2	59.39c	25.92b	0.98d	60.40c	25.59c	0.91b
TR3	—	—	—	61.50bc	38.19a	0.60c
TR4	—	—	—	62.00abc	29.85b	0.91b

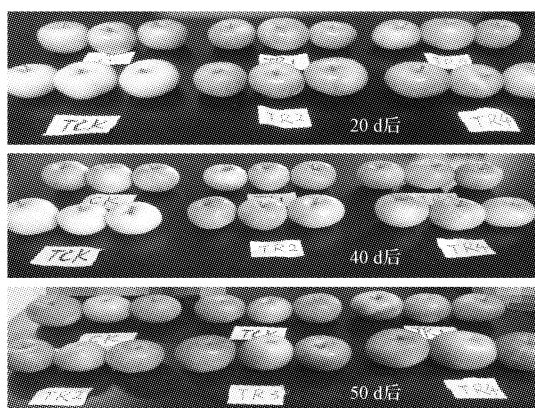


图2 喷施不同品质改良剂后苹果色泽

Fig. 2 Fruit color after spraying different quality improving agent

着色强度 C 值与 a^* 值呈极显著正相关,所以果色越红, C 值越大。其中TR1在2013年增色效果显著优

于其它处理,为最大值28.08,并与套袋对照相比提高了23.5%;而在2014年TR1与对照没有表现出显著差异,在同类产品种中TR3处理与对照及其它处理均达到差异显著水平($P<0.05$),相比对照提高了48.6%,较2013年TR1处理提高了36%,对果实增色效果较好。

色相角度值 H 越小,果实色相越鲜明。从表2可以看出,2013年TR2处理效果最好并与其它处理达到差异显著水平($P<0.05$),与对照相比果实色相降低了26.9%;2014年效果最好的为TR3处理,基本可达到果实套袋水平,在同类产品中占有明显优势;各喷施处理与对照相比色相角度也达到差异显著水平($P<0.05$)。

2.3 不同苹果品质改良剂对苹果单果质量、果形指数、硬度及可溶性固形物含量的影响

从表3可以看出,与TCK处理相比,2年各改良剂喷施处理的果实单果质量明显提高并达到差异显著水平($P<0.05$),其中TR1单果质量增加了27.8%(2013年),TR3处理增加了18.5%(2014年);与对照相比,2年试验处理虽然单果质量有所增加,但并未达到差异显著水平($P<0.05$)。在果形指数(FSI)方面,与对照(CK)相比,各处理大多有所提高,2013年TR2处理与对照相比差异显著,2014年TR3、TR4处理与套袋对照相比差异显著,其它各处理果形指数未达到差异显著水平($P<0.05$)。2014年TR1显著提高了果实硬度,与对照相比提高了34.4%,其次效果较好的是TR3和TR4。在各个喷施处理中,TR1处理均有利于可溶性固形物的储存,并达到差异显著水平,与套袋对照相比提高了15.3%(2013年)和33.6%(2014年),其次效果较好的是TR3。

2.4 苹果品质改良剂对不同品种苹果果实风味品质的影响

由表4可知,不同喷施处理对果实中可滴定酸含量都有明显降低作用,其中降低效果最显著的是TR2($P<0.05$),比对照降低了28.9%(2013年)和21.8%(2014年)。在可溶性糖含量方面,与2013年可溶性糖含量的

表 3 不同品质改良剂对“玉华早富”苹果单果质量、果形指数、硬度和可溶性固形物含量的影响

Table 3 Effect of different quality improving agent on the fruit weight, FSI and storage quality of apple in two years

处理 Treatment	单果质量 Fruit weight/g		果形指数 Fruit shape index		硬度 Hardness/(kg·cm ⁻²)		可溶性固形物含量 Content of total soluble solids/%	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014
CK	248.15a	261.8ab	0.81b	0.96ab	7.23a	5.26c	14.43a	11.67b
TCK	205.43b	245.9b	0.81b	0.94b	7.40a	5.49c	12.78c	11.30b
TR1	262.65a	280.2a	0.84ab	0.97ab	6.89b	7.07a	14.74a	15.10a
TR2	251.57a	284.5a	0.85a	0.95b	6.43c	5.31c	13.39b	13.37ab
TR3		291.3a		0.98a		6.68b		14.63a
TR4		282.4a		0.98a		6.56b		14.77a

表 4 不同品质改良剂对果实风味品质的影响

Table 4 Effect of different quality improving agent on flavor quality of fruit

处理 Treatment	可滴定酸含量 Titratable acid content/%		可溶性糖含量 Soluble sugar content/%		糖酸比 Ratio of sugar to acid	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014
CK	0.38a	0.377b	9.70a	10.34d	25.71bc	27.43d
TCK	0.40a	0.408a	9.02a	11.75a	22.83c	28.80c
TR1	0.28b	0.311c	10.14a	11.28b	36.65ab	36.27b
TR2	0.27b	0.295d	11.99a	11.34b	44.66a	38.44a
TR3		0.307c		11.70a		38.11a
TR4		0.292d		11.04c		37.81a

TR1 和 TR2 处理相比,对照有所增加,但并未达到差异显著水平($P<0.05$);2014 年各处理果实可溶性糖含量均比 CK 有所提升,并达到差异显著水平($P<0.05$),其中 TR3 效果最好,较对照上升了 13.2%,其次效果较好的是 TR2 和 TR1;2 年各处理糖酸比相对对照而言,都显著增加。其中 TR2 在促进果实糖酸比方面效果最为显著,较对照上升了 73.7%(2013 年)和 40.1%(2014 年)。

2.5 苹果品质改良剂对苹果果实内在品质的影响

从图 3 可以看出,2013 年 TR1 和 TR2 有利于维生

素 C 含量的提升,TR2 与 TCK 处理相比达到差异显著水平($P<0.05$),且达到最大值,与对照相比提高了 7.1%;而 2014 年 TR1、TR2 和 TR3 处理都在不同程度提高了果实维生素 C 含量的累积,其中 TR3 达到了差异显著水平($P<0.05$),较之对照上升了 16.6%。就钾含量而言,TR1 有助于苹果钾含量的提高(2013 年),但并未达到显著水平,较 CK 对照提高了 7.25%;在 2014 年,TR1、TR2 和 TR3 能显著提高果实钾含量($P<0.05$),与对照 CK 处理相比,分别提高了 22.4%、21.3%和 24.3%。

2.6 感官分析

雷达图是以套袋果实各指标为准线,经过数据调整,使其图形更接近正五边形,以期综合评选出好的处理。从图 4(a)来看,TR1 处理总体评价效果最好,TCK 处理整体评价果实较酸,TR1、TR2 处理果实则较甜,更易获取顾客的喜爱。图 4(b)可以看出,TR2 和 TR3 处理与其它处理相比,果实整体效果较好。CK 和 TCK 处理的整体果实口味较酸,TR1 和 TR4 处理的果实硬度较 TR2 大。

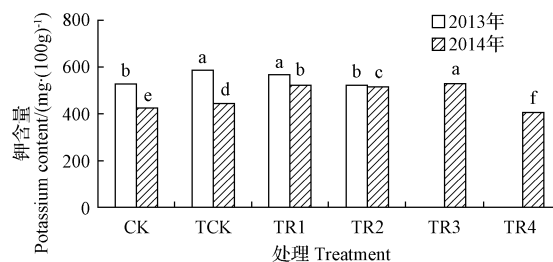
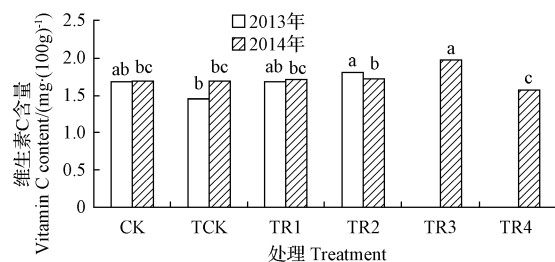


图 3 2 年内不同处理对“玉华早富”苹果维生素 C 和钾含量的影响

Fig. 3 Effect of different treatments on the vitamin C and K content of 'Yuhuaazofu' apple in two years

3 讨论

3.1 膜的选择

随着人们环保意识的增强,果实包装材料方便化和无害化也逐渐发展起来,并被人们所接受。经过 2 次室内筛选,该试验确定成膜物质为羧甲基纤维素钠和壳聚糖,二者在成膜性、延展性、透光透气性和水溶性等方面

均优于其它普通成膜物质。CMC-Na 是常用增稠剂,具有黏性、稳定性、保护胶体性、薄膜形成性^[12],可食用性、安全性和无环境污染等优点,取代普通成膜材料是不可逆转的趋势^[13-17],同时它也被广泛应用于食品保鲜,医疗制药、化妆品研发、造纸、纺织等行业领域。壳聚糖是甲壳素脱乙酰的产物,属于天然生物多糖,原料来源

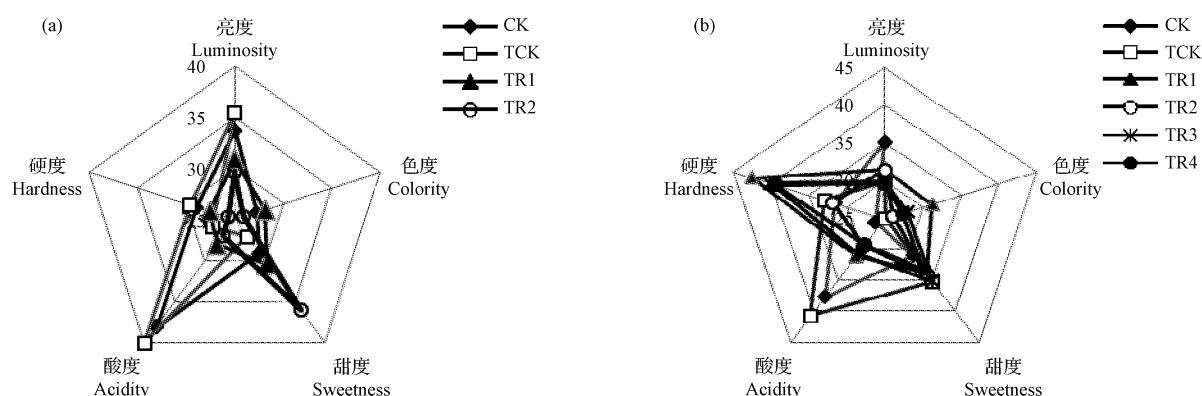


图4 2年喷施不同品质改良剂中熟苹果的感官分析(2013年(a)、2014年(b))

Fig. 4 Analysis of the sensory apples in two years with different quality improvement agent((a) 2013 year,(b)2014 year)

丰富。将其喷洒在果蔬表面,干燥后可形成一层透明的可食用薄膜,进而改变内部大气压,减少果实呼吸,从而延迟水果腐烂变质,起到保鲜作用;另外它还可以作为净水剂,不但能有效的除去水中悬浮无核固体物,还能除去一些有害的极性有机物(如农药)。最后,它作为一种含氮高分子化合物可以作为缓慢释放的“固氮”基质或通过微生物作用被植物直接吸收,不会带来环境污染,并具有广泛的抑菌性。

该研究通过先期在室内进行简单的效果验证试验,将复配成的品质改良剂配方喷涂在柑橘和苹果上,观察效果虽然都能成膜,且在柑橘上使用揭膜后能看到微孔,大约在7~10 d会随着果实生物降解,但是没有测定其透气性和安全性,但吴云辉等^[18]在食品保鲜研究的过程中,得出羧甲基纤维素钠具有良好透气性的结论;另外,袁志等^[19]也在草莓上使用壳聚糖的试验中说明,优化壳聚糖纳米 SiO₂ 复合膜透 CO₂ 性,并有利于草莓的保鲜应用于其保鲜,这一结果说明成膜物质可以推迟果实成熟。从另一方面说明喷施 TR1 和 TR2 处理可以形成一种有透性的膜。同时该试验由于果实保存机械故障,导致苹果喷施处理后没有对成膜情况和农药残留进行检测,将会在今后研究工作中进一步研究。

试验综合分析后出现如图4结果,可能原因是2号品质改良剂中的成膜材料羧甲基纤维素钠的性质比较稳定,而1号品质改良剂所选成膜材料为壳聚糖,壳聚糖在与碱性农药接触后酸碱度会增加,从而影响成膜。

3.2 果皮色泽分析

TR1 和 TR2 喷施处理后,苹果果皮着色规律与理论相符(表1)。根据农业标准 NY/T 439-2001 中色泽要求,均达到一级果标准。图1显示2年中 TCK 处理果皮颜色出现期变化则是由于在8月20日之前,果实并未摘掉纸袋时,苯丙氨酸解氨酶(PAL)的活性受到抑制,而 PAL 是苯丙烷类代谢也是花青苷合成的第1个酶,从而

使花青苷合成受阻,果实着色率低。杜纪红等^[20]套袋油桃的试验也得到相同结果;而其在果实亮度 L^* 值有明显降低,而在着色强度 C 则上升,这是由于喷施处理有利于果实表面形成一层透明保护膜,果实呼吸速率降低,使糖累积增加,有利于花青苷的合成^[9-10],使 a^* 值高于其它各处理。表明在含有 MDJ 和香草醛处理后,果面色素积累较多,果色较深。上述这一结论与 JO 等^[21] 和 BENÍTEZ 等^[22] 研究结果一致,并且以后对苹果各指标进行感官评价也借鉴其方法。

3.3 果实品质

不同喷施处理对果实外观品质的影响表现在,2种品质改良剂均有促进果实生长发育、改善果实品质^[9-10]、改善果形的效果,该结果与王登坤等^[5]在苹果上喷施高效钛结果相近。原因可能是品质改良剂的作用效果正好与中早熟苹果的果实发育、代谢时间吻合;也可能与品质改良剂添加的主要成分及其浓度有关,2010年李清清等^[23]在研究茉莉酸和茉莉酸甲酯生物合成及其调控机制也得到相似结果,即适宜浓度的香草醛和二氢茉莉酸甲酯在调节植物生长发育方面发挥着重要作用。

除果实的外观品质外,在果实生长发育、风味品质、钾和维生素 C 含量方面,TR2 处理都表现出更为显著的效果。2013 年所测定的果实单果质量和果实糖含量数据相比 2014 年有所降低,结合当地气候条件分析得知可能是由于 2013 年果实收获前 1 个月降雨量相比于 2014 年较低,果树的蒸腾作用受到影响,进而影响苹果树的光合作用,致使果实产量低(表3和表4)。但在 2014 年也同时由于雨水充沛,使果实中 K 含量有所提升。同时,王登坤等^[5]在苹果上喷施高效钛也能提高苹果糖含量。另外,秦军等^[7]和 LARRIGAUDIÉRE 等^[24]通过向果实喷施含有生长调节物质对苹果品质改善结论一致。

4 结论

品质改良剂 TR2 能够促进果皮着色,在色泽上表

现为果皮 a^* 值增大, b^* 和 L^* 值降低, 效果显著。在色差方面, 各处理均能提高果实红度, C 值升高, H 值降低, 侧面的说明了品质改良剂可以促进叶绿素的降解和花青素的积累。

各处理有利于端正果形。TR1 和 TR2 处理不仅能显著增高果实硬度和可溶性固形物含量, 也能提高果实的维生素 C 和钾含量, 有效增加果实糖酸比, 从而改善了果实风味。

经过苹果感官综合评价分析可知, TR2 处理使果实各个指标表现相对优异, 改善了果实风味品质, 同时减少经济投入, 符合广大客户的需求, 对果实增色效果得到提高, 达到试验预期目标, 值得在市场上进一步推广。

参考文献

- [1] 任小林, 李倩倩. 苹果贮藏保鲜关键技术[J]. 保鲜与加工, 2013, 13(1): 1-8.
- [2] 李瑾, 仇焕广, 蔡亚庆, 等. 中国苹果产品出口现状、制约因素及其对策分析[J]. 世界农业, 2012(5): 73-78.
- [3] 聂继云, 李静, 杨振锋, 等. 苹果品质和质量安全问题与对策[J]. 中国果树, 2007(3): 60-62.
- [4] 刘志坚, 杨聚德. 关于苹果套袋栽培发展的思考[J]. 山西果树, 2010(4): 42-44.
- [5] 王登坤, 于亚芹. 喷施稀土和高效钛对提高苹果着色指数的效应[J]. 河南农业大学, 1995(5): 29-30.
- [6] WHALE S K, SINGH Z, BEHBOUDIAN M H, et al. Fruit quality in 'Cripp's Pink' apple, especially colour, as affected by preharvest sprays of aminoethoxyvinylglycine and ethephon[J]. Scientia Horticulturae, 2008, 115(4): 342-351.
- [7] 秦军, 彭励, 李志刚, 等. 芦苇醋液对'富士'苹果品质改良作用研究[J]. 中国农学通报, 2011, 27(2): 234-237.
- [8] 徐晶, 侯菲. 可食性食品保鲜膜的研制[J]. 食品科学, 2011, 32(10): 312-315.
- [9] 刘玲玲, 翟丙年, 李展飞, 等. 二氢茉莉酸甲酯和香草醛不同浓度组合对'富士'苹果内在品质的影响[J]. 北方园艺, 2013(16): 21-24.
- [10] 李展飞, 翟丙年, 王颖, 等. 品质改良剂对中外晚熟'富士'苹果果实品质的影响[J]. 北方园艺, 2014(19): 31-35.
- [11] 蔡俊卿, 翟丙年, 刘玲玲, 等. 品质改良剂在大棚番茄上的应用效果[J]. 中国蔬菜, 2012(14): 81-85.
- [12] 蔡荣新. 复合食品添加剂[J]. 广州化工, 2005, 33(2): 54-55.
- [13] 马萨日娜, 张美莉, 蔺瑞. 提高燕麦方便面品质的工艺研究[J]. 中国粮油学报, 2011, 26(7): 103-107, 112.
- [14] 祁海平, 崔凯凯, 闫志农, 等. 4 种常用澄清剂对黑苦荞饮料品质的影响[J]. 食品科学, 2012, 33(23): 133-137.
- [15] 杨乐, 王洪新. 不同可食性涂膜对方竹笋保鲜效果的影响[J]. 食品工业科技, 2011, 32(2): 305-308.
- [16] 姬娜, 熊柳, 卜祥辉, 等. 可食性绿豆淀粉膜制作工艺的研究[J]. 中国粮油学报, 2012, 27(1): 103-106, 110.
- [17] 王相友, 闫聪聪, 刘战丽. 可食性涂膜对双孢蘑菇生理和品质的影响[J]. 农业机械学报, 2012, 43(1): 141-145.
- [18] 吴云辉, 林莉芳, 邱澄宇. CMC 在缢蛏涂覆保鲜上的应用研究[J]. 南方水产, 2011, 7(2): 68-72.
- [19] 袁志, 王明力, 李霞. 纳米 SiO_2 壳聚糖复合膜保鲜草莓的研究[J]. 现代食品科技, 2011, 27(1): 11-15.
- [20] 杜纪红, 叶正文, 张学英, 等. 遮光对泸油 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.
- [21] JO W S, SONG H Y. Quality and microbial safety of 'Fuji' apples coated with carnauba shellac wax containing lemongrass oil[J]. LWT-Food Science and Technology, 2014, 55: 490-497.
- [22] BENÍTEZ S, ACHAERANDIO I, SEPULCRE F, et al. Aloe vera based edible coatings improve the quality of minimally processed 'Hayward' kiwifruit[J]. Postharvest Biology and Technology, 2013, 81: 29-36.
- [23] 李清清, 李大鹏, 李德全. 茉莉酸和茉莉酸甲酯生物合成及其调控机制[J]. 生物技术通报, 2010(1): 53-57.
- [24] LARRIGAUDIÈRE C, VILAPLANA R. Comparative study of the effects of 1-MCP treatment on apple quality by instrumental and multivariate analysis[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2008, 88: 1614-1621.

Study on the Effect of New Type Apple Quality Improving Agent

DANG Na, ZHAI Bingnian, GONG Qingli, ZHAO Zhiyuan, LIU Yanni, LI Zhanfei

(College of Resources and Environmental Sciences, Northwest Agriculture and Forestry University/Key Laboratory of Plant Nutrition and the Agri-environment in Northwest China, Ministry of Agriculture, Yangling, Shaanxi 712100)

Abstract: At present, bagging is a way which is the most widely used technology to promote fruit coloring in China. But because it is restricted by a large number of labor, affects the fruit quality and reduces the storage and so on, with the development of apple. In order to solve this problem, a field experiment was carried out in the Baishui of Shaanxi Province which was an ample apple production area. The main purpose of this experiment was to explore a more saving labor and high efficiency, safety and environmental protection, and gradually replace apple bagging technology. Dihydro methyl jasmonate (MDJ) and Vanillin were adopted as the main component of two apple specific quality improvement agent (TR1, TR2) as the test material, and compared with Ti fertilizer (TR3) and the market of similar products rare earth high-tech fertilizer (TR4). Through the determination of relevant indicators, to investigate the effect of quality improver on fruit quality its influence on in middle mature 'Yuhuaaofu' apple fruit quality indicators were determined. The results showed that the two kinds of quality improvement agent not only could effectively promote the fruit coloring, improve

红树莓根系活性物质及内含物质的年变化

刘 海 鹏, 郭 芳, 李 保 国, 张 雪 梅, 齐 国 辉

(河北农业大学 林学院, 河北 保定 071000)

摘 要:以2年生“海尔特兹”树莓为试材,研究了红树莓根系一年中保护酶、根系活力、可溶性糖、淀粉、可溶性蛋白质含量的变化,旨在了解红树莓根系活性物质及内含物的变化规律。结果表明:超氧化物歧化酶(SOD)活性波动性较大,一年有4次高峰,第1次高峰在根芽萌动期(3月15日)为 $42.22 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1} \text{ FW}$,第2次高峰在初生茎生长期(5月15日)为 $41.76 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1} \text{ FW}$,第3次高峰在果实初熟期(8月1日)为 $60.20 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1} \text{ FW}$,第4次高峰在落叶期(11月1日)为 $51.89 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1} \text{ FW}$;过氧化物酶(POD)活性一年有2次高峰,第1次高峰在初生茎生长期(5月15日)为 $48.73 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1} \text{ FW}$,第2次高峰在果实初熟期(8月1日)为 $60.84 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1} \text{ FW}$;根系过氧化氢酶(CAT)活性一年有2次活动高峰,第1次高峰在初生茎生长期(5月15日)为 $21.37 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1} \text{ FW}$,第2次高峰在果实初熟期(8月1日)为 $24.18 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1} \text{ FW}$,为全年最高。根系活力一年有3次高峰,第1次在根芽活动期(3月15日)为 $317.22 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 全年最高,第2次高峰在现蕾期(6月15日)为 $261.82 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$,第3次高峰在果实末熟期(10月1日)为 $311.95 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 。根系可溶性糖含量变化一年有4次高峰,第1次高峰在根芽活动期(3月15日)为 $37.9 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$,第2次高峰在初生茎生长期(5月15日)为 $29.3 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$,第3次高峰在果实初熟期(8月1日)为 $40.5 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$,第4次高峰在果实末熟期(10月1日)为 $37.6 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 。根系淀粉的含量呈先下降后上升的趋势,根芽活动(3月15日)至初生茎生长期(5月1日)根系淀粉含量呈下降趋势,现蕾后(6月15)淀粉含量逐渐上升。根系中可溶性蛋白质含量从根芽活动(3月15日)开始上升,在根芽出土后(4月15日)达到1个高峰,为 $4.91 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$,随后开始下降,初生茎生长期(5月15日)以后根系中的可溶性蛋白质含量呈缓慢上升的趋势。

关键词:红树莓;活性物质;内含物质

中图分类号:S 663.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)17-0011-06

红树莓(*Rubus idaeus* L.)属蔷薇科(Rosaceae)悬钩子属(*Rubus* spp.)多年生落叶灌木,俗称托盘、山莓果、悬钩子,中草药称其为覆盆子^[1]。红树莓^[2]的根、茎、叶均可入药,是当今世界第三代水果中的佼佼者,营养丰

富,其中最突出的营养成分是鞣花酸、树莓酮、花青素、超氧化物歧化酶(SOD)、水杨酸^[3]。研究发现鞣花酸^[4-9]具有明显的抗氧化、抗瘤变、抗诱变及抗突变作用,被认为是最有前景的天然化学抗癌药之一。树莓酮^[10-12]具有抗菌、抗癌、抑制肥胖症,增加皮肤弹性的作用。红树莓不仅被直接用于各类食品加工业,如果汁、果酱、果粉、果酒、糕点等,而且被开发运用于美容、香精、减肥、染料、医药等多种领域^[13]。由于其营养价值较高,红树莓果品供不应求。近年来,红树莓的研究多集中在药用成分的提取、繁殖及栽培技术等方面^[14-16]。因此,该试验

第一作者简介:刘海鹏(1991-),男,河北邯郸人,硕士研究生,研究方向为经济林栽培生理。E-mail:214619800@qq.com

责任作者:李保国(1958-),男,河北武邑人,博士,教授,博士生导师,现主要从事经济林栽培生理等研究工作。E-mail:lbq888@163.com

收稿日期:2016-04-25

fruit shape and brightness, and significantly improve the fruit sugar acid ratio, but also increase the content of K and vitamin C, compared with the market of similar products. At the same time, the effect of the fruit shape index, soluble solids and the hardness of the fruit was also promoted. In summary, the application effect of two kinds of apple quality improvement agent in middle maturity varieties were better, which could improve the fruit flavor, nutrition and storage quality, and promote the fruit coloring. Their effect was closed to the Ti foliar fertilizer, with market promotion value.

Keywords: chitosan; sodium carboxymethyl cellulose; apple; pigmentation; fruit quality