

文献著录格式: 苗立祥, 张豫超, 杨肖芳, 等. 越心草莓色泽与品质形成规律研究 [J]. 浙江农业科学, 2019, 60 (3): 397-400.

DOI: 10.16178/j.issn.0528-9017.20190316

越心草莓色泽与品质形成规律研究

苗立祥, 张豫超, 杨肖芳, 蒋桂华*

(浙江省农业科学院 园艺研究所, 浙江 杭州 310021)

摘要: 为了解越心草莓果实的品质形成规律, 选取了第1和第2花序的4级果实从色泽、花青苷含量、可溶性糖和有机酸含量等方面进行了研究。结果表明, 第1花序第4果的光泽明亮度最好, 第2花序第4果的颜色最红, 第1花序的第1和第2果的色泽饱和度最好。越心中主要花青苷是天竺葵素-3-O-葡萄糖苷, 占总含量的90%以上, 其中第1花序的前3果和第2花序的第3、第4果花青苷含量最高。第1花序各果实和第2花序第1果的总糖含量显著高于第2花序的其他果实。越心果实中主要有机酸是柠檬酸, 占总含量的70%以上。第1花序的各果实和第2花序第1果的总酸含量显著高于第2花序的其他3果。

关键词: 越心; 花序; 色泽; 品质; 花青苷; 可溶性糖; 有机酸

中图分类号: S668.4 文献标志码: A 文章编号: 0528-9017(2019)03-0397-03

草莓芳香多汁、酸甜适口、营养丰富, 是我国冬春重要的时令水果。据联合国粮农组织统计, 2016年我国草莓面积达14.10万 hm^2 , 总产量约380万t, 占世界草莓总产量的41.7%, 是世界上草莓第一大生产国。1953—2016年, 我国25家单位共选育出了108个草莓品种^[1], 为我国草莓产业的发展做出了重要的贡献。

越心是浙江省农业科学院园艺研究所Camorasa和章姬杂交后再与幸香(父本)杂交育成的品种, 果实短圆锥形或球形, 风味佳, 甜酸适口。植株生长势中等, 连续开花坐果能力强, 丰产性好^[2]。2014年11月通过浙江省非主要农作物品种审定委员会审定, 2016—2018年连续被浙江省农业厅列入种植业主导品种。栽培水平是影响果实品质的主要因素^[3-10], 为此对越心第1、第2级花序果实品质形成的规律进行了研究。

1 材料与方法

1.1 材料

供试材料为越心草莓, 种植于浙江省嘉兴市海宁市许村镇杨渡村浙江省农业科学院杨渡科研基地。9月7日定植, 分别标记第1花序和第2花序顶果(I-1、II-1)、第2果(I-2、II-2)、第3果

(I-3、II-3)及第4果(I-4、II-4)开花日期, 采摘开花、结果日期相近的果实进行试验分析。

1.2 方法

1.2.1 色差值的测定与计算

采用ADCI-60-C色差自动检测器(北京光学仪器厂)测定果实赤道部位的亮度值(L^*)、红绿色差(a^*)、黄蓝色差(b^*), 进而计算色度角 $H = \arctan b^*/a^*$ 和色饱和度 $C = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{0.5}$, 并参照Carreño等^[11]的方法计算果实颜色指数 $CIRG = (180-H)/(L^*+C)$ 。

1.2.2 花青苷组分与含量的测定

参考荣宁宁等^[12]的方法, 用高效液相色谱仪Waters 2695、2998紫外检测器和Waters X-bridge C_{18} 柱进行检测, 检测波长是520 nm。

1.2.3 可溶性糖和有机酸含量测定

草莓果实中的可溶性糖(蔗糖、葡萄糖和果糖)和有机酸(草酸、L-苹果酸和柠檬酸)参考Miao等^[13]的方法, 利用高效液相色谱仪Waters 2695进行测定。可溶性糖用的检测器2414示差检测器, 分析柱是Waters Sugar-Pak1。有机酸用的是Waters 2998紫外检测器和Waters X-bridge C_{18} 柱, 检测波长是210 nm。

1.3 统计分析

收稿日期: 2018-12-10

基金项目: 浙江省自然科学基金(LY16C150004); 国家自然科学基金(31201613); 浙江省科技厅重点研发计划(2016C02052-8)

作者简介: 苗立祥(1981—), 山东蒙阴人, 男, 副研究员, 博士, 研究方向为草莓品质形成与调控的分子生理, E-mail: mlx.123@163.com。

通信作者: 蒋桂华(1964—), 浙江东阳人, 研究员, 本科, 研究方向为草莓育种与栽培, E-mail: jgh2004267@sina.cn。

采用 SPSS 19.0 进行差异显著性分析, 用 GraphPad Prism 6 进行作图。

2 结果与分析

2.1 色泽参数

果皮颜色为红色的草莓果实在成熟时外观色泽的变化与红色葡萄类似, 因此采用了葡萄上的评价体系用于草莓果实外观色泽变化的量化研究。

L^* 表示光泽明亮度, 数值范围为 (1, 100), L^* 值越大, 表示果面光泽度越好, 反之越低。由表 1 可以看出, 光泽最好的果实是第 1 花序第 4 果

(I-4), 从第 1 花序第 3 果开始, 果实光泽度均比第 1 和第 2 果好。这可能是由于前 2 果在植株上的挂果时间较长, 12 月中下的光照较差有关。

a^* 和 b^* 表示颜色组分, 取值范围均在 (-60, 60), a^* 正值代表红色, a^* 负值代表绿色。由表 1 可以看出, 第 2 花序的第 4 果 (II-4) a^* 显著高于其他果实, 颜色也最红。第 1 花序的第 3 (I-3) 和第 4 果 (I-4) 的红色最浅。 b^* 正值代表黄色, b^* 负值代表蓝色, 其绝对值越大, 颜色越深。成熟草莓果实底色为黄色, 所以 b^* 均为正值。其中第 1 花序的果实由于发育时间长, 其 b^* 值也较大。

表 1 越心果实不同采收季节色差比较

果实	L^*	a^*	b^*	H	C^*	CIRG
I-1	43.00±2.150 e	48.77±2.080 c	45.41±2.44 a	0.75±0.036 a	66.68±2.15 a	1.63±0.021 a
I-2	41.98±1.650 e	49.30±2.060 c	43.12±4.15 b	0.72±0.054 a	65.59±2.96 a	1.66±0.016 a
I-3	48.01±2.550 b	45.55±2.620 d	30.18±2.94 de	0.59±0.060 bc	54.74±2.23 d	1.75±0.020 a
I-4	52.23±2.172 a	46.28±1.840 d	26.84±4.34 g	0.52±0.076 d	53.66±2.39 d	1.69±0.014 a
II-1	48.279±1.640 b	48.85±2.091 c	34.51±2.68 c	0.61±0.047 b	59.88±1.85 c	1.66±0.038 a
II-2	47.61±1.500 bc	50.07±1.990 c	32.14±2.11 d	0.57±0.038 c	59.54±1.84 c	1.68±0.033 a
II-3	46.60±2.520 cd	51.99±2.390 b	29.31±2.86 ef	0.51±0.056 d	59.78±1.68 c	1.69±0.047 a
II-4	45.33±2.060 d	54.61±1.800 a	27.65±2.76 fg	0.47±0.045 e	61.28±1.79 b	1.69±0.044 a

注: I-1 表示第 1 花序顶果, I-2 表示第 1 花序第 2 果, I-3 表示第 1 花序第 3 果, I-4 表示第 1 花序第 4 果。II-1 表示第 2 花序顶果, II-2 表示第 2 花序第 2 果, II-3 表示第 2 花序第 3 果, II-4 表示第 2 花序第 4 果。同列数据后没有相同字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。

H 值为色调角, 数值在 $0^\circ \sim 180^\circ$, 依次为紫红、红、橙红、橙、黄、黄绿、绿和蓝绿, $H = 0^\circ$ 时为紫红, $H = 90^\circ$ 时为黄色, $H = 180^\circ$ 时为绿色。 $H > 100^\circ$ 时, H 值越大, 表明果实绿色越深; $H < 50^\circ$ 时, H 值越小, 表明果实红色越深。由表 1 可知, 所采的草莓果实 H 值均小于 50° , 且都在 1° 以下, 表明都是成熟的红色果实。其中第 2 花序第 4 果 (II-4) 的值最小, 表明上色 (红色) 最深。

C^* 为色泽饱和度, 数值大小指示色彩的纯度, C^* 值越大, 表明果皮颜色种类越少, 色彩鲜明, C^* 值越低, 表明果皮颜色种类较多, 色彩较黯淡。第 1 花序的第 1 (I-1) 和第 2 果 (I-2) C^* 值最大。第 1 花序第 3 果 (I-3) 和第 4 果 (I-4) 的 C^* 值最小, 可能是因为此时处于冬季低温弱光时期, 果实上色慢造成的。

CIRG 表示果实的成熟指数, 其值越大表示颜色越深。由表 1 可以看出, 各级果实之间的 CIRG 没有显著性差异, 表明所采集的草莓果实均已完全成熟且外表成熟度相似。

2.2 花青苷含量

成熟草莓果实中花青苷组分主要是矢车菊素-3-O 葡萄糖苷 (Cy) 和天竺葵素-3-O 葡萄糖苷

(Pg)。在越心草莓中 Pg 占总含量的 90% 以上。由图 1 可以看出, 第 1 花序的前 3 果和第 2 花序的第 3、第 4 没有差异, 但均高于其他果实。第 1 花序的前 3 果花青苷含量高的原因是在植株上挂果时间长, 积累的花青苷也多。第 2 花序的第 3 和第 4 果含量较高, 是因为后期田间温度快速升高, 导致果实中花青苷快速积累, 以适应成熟进程。

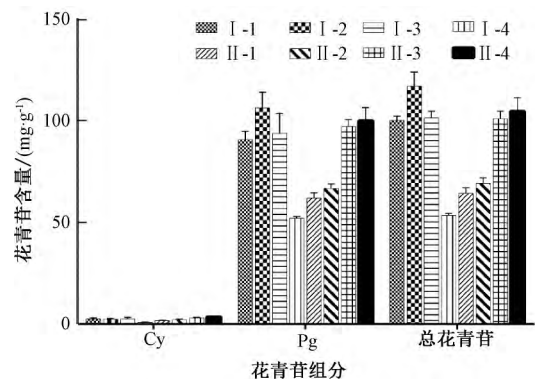


图 1 不同采收季节越心草莓果实花青苷含量比较

2.3 可溶性糖含量

蔗糖、葡萄糖和果糖是草莓果实中主要的可溶性糖。由图 2 可知, 蔗糖在越心草莓中主要在温度

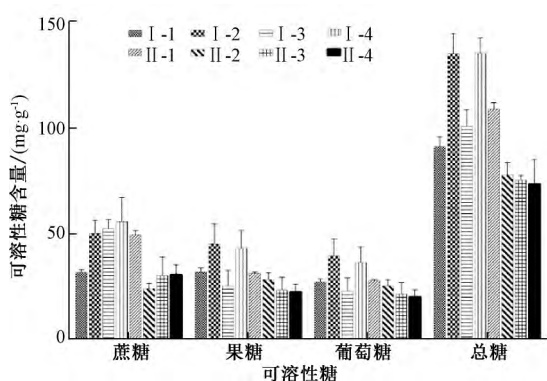


图2 不同采收季节越心草莓果实糖含量比较

较低时积累, 其中第1花序第2果(I-2)、第3果(I-3)、第4果(I-4)和第2花序第1果(II-1)中蔗糖的含量显著高于其他果实。第2花序后3果(II-2, II-3, II-4)中蔗糖的含量均低于其他果实。果糖和葡萄糖在第1花序第2果(I-2)和第4果(I-4)中含量最高。第1花序各果实和第2花序第1果的总糖含量高于第2花序的其他果实。

2.4 有机酸含量

草莓果实中最主要的有机酸是柠檬酸, 占越心草莓有机酸总量的70%以上。由图3可知, 第1花序第3果(I-3)的柠檬酸、L-苹果酸和草酸含量最高。第1花序的各果实和第2花序第2果的总酸含量显著高于第2花序的其他果实。

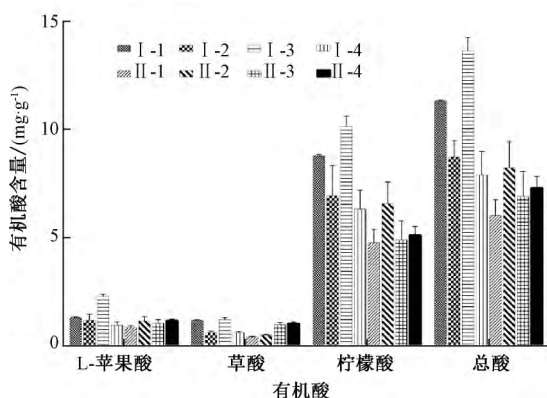


图3 不同采收季节越心草莓果实有机酸含量比较

3 小结与讨论

草莓在我国以鲜食为主, 成熟期在11月到1月的果实, 由于昼夜温差大, 夜间植株呼吸作用弱, 植株营养生长慢, 物质能量消耗少, 光合作用产物积累(糖、酸等)相对增加, 果实品质也较好。2月份开始气温迅速回升, 昼夜温差逐渐减

少, 植株也开始大量生长, 开花坐果也多, 导致光合产物消耗增加并且分散, 从而导致品质下降^[14]。

虽然采集的果实在成熟度上没有差异, 但第1、2级花序部分果实之间的色泽有显著差异。其中, 光泽明亮度最好的果实是第1花序第4果(I-4), 第2花序第4果(II-4)的果皮颜色最红, 色泽饱和度最好的第1花序的第1(I-1)和第2果(I-2)。第1花序的前3果和第2花序的第3、第4果花青苷含量最高。造成这种差异的原因除了果实发育期的光照强弱不同外, 还与昼夜温差以及温度的高低有关。

第2花序第1果及之前的果实总糖含量都比较高, 这主要是由于昼夜温差大, 以及果实在植株上长时间接受光合产物形成的。2月份后天气转暖, 植株和果实对光后产物的消耗增大, 细胞壁降解酶和修饰酶活动加快, 促使多糖水解, 打破细胞壁间的交联结构, 最终使果实软化, 因此, 果实成熟需要的时间会大大缩短, 糖分积累会大大减少^[15-16]。

风味是草莓重要的品质, 除了受可溶性糖影响外, 还与成熟果实中有机酸含量密切相关。水果中主要的有机酸是苹果酸和柠檬酸。越心果实中主要有有机酸是柠檬酸, 占总含量的70%以上。在2月份之前采摘的草莓果实给人的感觉上是甜而不酸, 实际上其有机酸的含量在整个生长季节中是最高的。其中第1花序的各果实和第2花序第2果的总酸含量显著高于第2花序的其他3果。2月份之后, 草莓果实的糖度呈下降趋势, 风味偏酸。此时, 虽然植株的光合能力大大增强, 光合产物除了供给果实外, 主要被植株营养生长所消耗, 所以不论是糖或酸的含量都会降低。

L^* 、 a^* 、 b^* 、 H 、 C^* 、CIRG是描述色空间常用的指标。红色的草莓和红色的葡萄发育进程非常类似, 因此本研究采用了葡萄的评价体系来研究草莓色泽的变化。研究结果显示, 除了CIRG外, 其他指标的变化趋势与葡萄一致。CIRG代表了成熟度, 数值越大, 成熟度越高, 颜色也越深。在葡萄上CIRG<2为黄绿, 2<CIRG<4为粉红, 4<CIRG<5为红色, 5<CIRG<6为深红, CIRG>6为蓝黑^[17-18]。而本研究草莓上成熟的红色果实CIRG均小于2, 如果按葡萄上的评价体系, 应为黄绿色。因此, 需要开发适合草莓的CIRG参数来更好地评价草莓果实色泽。

参考文献:

- [1] 常琳琳, 董静, 钟传飞, 等. 中国育成草莓品种的系谱分析[J]. 果树学报, 2018, 35(2): 158-167.

文献著录格式: 赵永彬, 屈为栋, 陈海平, 等. 芋/马铃薯间作模式优化试验 [J]. 浙江农业科学, 2019, 60 (3): 400-402.
DOI: 10.16178/j.issn.0528-9017.20190317

芋/马铃薯间作模式优化试验

赵永彬, 屈为栋, 陈海平, 陈银龙

(台州市农业科学研究院, 浙江 临海 317000)

摘要: 利用芋和马铃薯2种作物物候期的差异, 对芋和马铃薯间作模式进行优化试验。结果表明, 选用兴佳2号马铃薯与仙居红芋在2月初同期起垄间作种植, 垄宽100 cm, 沟宽15 cm, 每垄马铃薯: 芋按2:1带型间作。

关键词: 芋; 马铃薯; 间作; 优化

中图分类号: S532

文献标志码: B

文章编号: 0528-9017(2019)03-0400-03

耕地是人类赖以生存的战略资源。我国用占全球7%的耕地养活着20%的人口, 而且耕地面积还在逐年下降^[1]。因此, 解决耕地减少与人们需求不断增加的矛盾是农业科研的重点工作之一。间套作是指在同一土地上按一定比例合理分带种植2种或2种以上的农作物。合理的间套作能充分利用作物在生长周期不同形态学和生态学等方面的差异, 可提高作物对光、热、水、土等资源的利用, 是一种高效集约的种植模式^[2-3], 这在农业生产中具有

悠久的历史。浙江耕地资源相对较少, 但水热条件较好, 可以通过提高土地复种指数, 挖掘耕地利用潜力以提高农作物总产量, 增加经济效益。

芋是世界重要的蔬菜之一, 中国年种植面积在10万hm²左右^[4], 浙江是芋主产区之一, 芋产品深受广大消费者喜爱。马铃薯是重要的菜粮兼用作物, 在人们的日常消费中占有极大比例, 浙江年产量在25万t左右^[5]。利用这两种作物物候期差异, 可进行有效间作。芋生长期为2月至10月底左右,

收稿日期: 2018-11-30

基金项目: 台州市科技计划项目(162ny05); 浙江省现代种业发展项目(2015)

作者简介: 赵永彬(1978—), 高级农艺师, 硕士, 从事薯芋类种质资源保护和推广工作, E-mail: zyb1305@126.com。

- [2] 张豫超, 杨肖芳, 苗立祥, 等. 优质抗病草莓新品种‘越心’的选育 [J]. 果树学报, 2015, 32 (6): 1294-1296.
- [3] 张青. 草莓新品种引种筛选试验 [J]. 果农之友, 2018 (6): 5-7.
- [4] 陈宗玲, 钟连全, 徐全明, 等. 16个草莓新品种在北京昌平生长结果性状比较 [J]. 中国果树, 2018 (2): 23-28, 32.
- [5] 黄海生, 黄玉金, 黄强, 等. “隋珠”等10个草莓品种在广西南宁的试验 [J]. 广西农学报, 2017, 32 (6): 10-19.
- [6] 马欣, 宗静, 齐长红. 9个我国自育草莓品种引种筛选初报 [J]. 中国果树, 2017 (6): 47-50.
- [7] 张钟, 陈桂芬, 张军云, 等. 云南玉溪草莓品种比较试验 [J]. 黑龙江农业科学, 2017 (9): 58-63.
- [8] 黄海生, 黄强, 莫树梅, 等. “越心”和“醉侠”草莓品种在南宁的引种及栽培技术研究 [J]. 农业研究与应用, 2017 (3): 12-17.
- [9] 赵东风, 项小敏, 章心惠, 等. 草莓品种越心在浙西地区高产栽培技术 [J]. 农业科技通讯, 2016 (8): 254-255.
- [10] 倪秀红, 周艳孔, 陆利民, 等. 上海浦东新区大棚栽培草莓品种筛选试验 [J]. 中国果树, 2016 (4): 33-35, 56.
- [11] CARREÑO J, MARTÍNEZ A, ALMELA L, et al. Proposal of an index for the objective evaluation of the colour of red table grapes [J]. Food Research International, 1995, 28 (4): 373-377.
- [12] 荣宁宁, 苗立祥, 杨肖芳, 等. 反相高效液相色谱法测定草莓天竺葵素-3-O-葡萄糖苷的含量 [J]. 浙江农业学报, 2014, 26 (3): 626-631.
- [13] MIAO L, ZHANG Y, YANG X, et al. Colored light-quality selective plastic films affect anthocyanin content, enzyme activities, and the expression of flavonoid genes in strawberry (*Fragaria×ananassa*) fruit [J]. Food Chemistry, 2016, 207: 93-100.
- [14] 彭鑫, 王喜乐, 倪彬彬, 等. 遮阴对草莓光合特性和果实品质的影响 [J]. 果树学报, 2018, 35 (9): 1087-1097.
- [15] 钱春, 张兴国, 梁国鲁. 草莓果实成熟软化相关基因研究进展 [J]. 中国蔬菜, 2009 (22): 6-12.
- [16] 赵青华. 草莓果实成熟过程中细胞壁组分变化的研究 [J]. 食品与药品, 2007, 9 (6): 27-28.
- [17] FERNÁNDEZ-LÓPEZ JA, ALMELA L, MUÑOZ J A, et al. Dependence between colour and individual anthocyanin content in ripening grapes [J]. Food Research International, 1998, 31 (9): 667-672.
- [18] 孟祥云, 王枝翠, 王雨歌, 等. 地面遮阴对新疆‘红地球’葡萄果实着色的影响 [J]. 果树学报, 2014, 31 (1): 60-65.

(责任编辑: 张韵)