تغییرات فیزیکوشیمیایی توت‌فرنگی رقم کامارزا طی مراحل رسیدن میوه

اعظم امیری[۱] و سید محمدحسن مرتضوی[۲*]

[۱و۲] به ترتیب، دانشجوی دکترا و دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه شهید چمران اهواز.

*نویسنده مسئول: mortazavi_mh@scu.ac.ir

چکیده

ترکیبات شیمیایی مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده کیفیت میوه توت‌فرنگی از نظر مصرف‌کننده می باشد. بررسی صفات بیوشیمی میوه توت‌فرنگی رقم کامارزا در مراحل مختلف رشد میوه (۵۰ درصد رشد، سبز رشد یافته، سفید، تغییر رنگ، ۵۰ درصد تغییر رنگ، رسیده و بیش از حد رسیده) در شرایط آب و هوایی اهواز به‌صورت کشت هیدروپونیک انجام شد. نتایج نشان داد با افزایش رشد میوه مواد جامد محلول و پ‌هاش افزایش نشان داد. اسیدیته و سفتی میوه روند کاهشی داشت. میزان مواد فنولی و فلاونوئید تا مرحله تغییر رنگ روند کاهشی نشان داد و از این مرحله به بعد روند افزایشی بود. میزان ویتامین ث در طی مراحل رسیدن افزایش یافت و در میوه رسیده میزان ویتامین ث به ۴۲ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن‌تر رسید.

***کلمات کلیدی*: ویتامین ث، مواد فنولی، مراحل رشد**

مقدمه

توت‌فرنگی از محبوب‌ترین میوه‌ها است و در بین بری‌ها با توجه به عطر، طعم و خواص حسی به‌طور گسترده در سراسر جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد. بیش از ۸۰ درصد از میوه توت‌فرنگی به‌طور تازه مصرف می‌گردد. رنگ، سفتی و ترکیبات شیمیایی از مهم‌ترین پارامترهای کیفی میوه مورد پذیرش مصرف‌کننده محسوب می‌شوند. طعم میوه به‌شدت تحت تأثیر محتویات اسید آلی و مواد جامد محلول و نسبت این دو است (Šamec. et. al. 2016). اسیدهای آلی در بافت، pH و رنگ توت‌فرنگی نقش دارد (Ornelas-Paz. et. al.2013). اسید آسکوربیک از مهم‌ترین ویتامین‌های موجود در توت‌فرنگی هست که نقش مفیدی در سلامت و تغذیه انسان دارد. ویژگی‌های کیفی توت‌فرنگی به‌شدت تحت تأثیر مرحله رسیدن میوه هست. توت‌فرنگی میوه‌ای نافرازگراست و باید در مرحله رسیدگی کامل از گیاه جدا شود بطوریکه پس از جدا شدن از بوته نمو میوه ادامه نمی‌یابد. الگوهای رشد متفاوتی در ارقام مختلف توت‌فرنگی گزارش شده است (پرکینز، ۱۹۸۷). کردوننسی و همکاران (۲۰۰۳) تغییرات در سفتی، آنتوسیانین، ترکیبات فنولیک، اسیدسیتریک و قندها در چند رقم را گزارش نمودند و به این نتیجه رسیدند که نوع رقم فاکتور مهمی در تعیین کیفیت پس از برداشت و عمر قفسه‌ای میوه می‌گردد. محیط جغرافیایی و سیستم کشت کیفیت میوه را تحت تأثیر قرار می‌دهند. کشت و پرورش توت‌فرنگی در جنوب کشور اخیراً گسترش یافته است. این پژوهش با هدف بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی رقم کامارزا تحت شرایط هیدروپونیک انجام شد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی مورد نیاز برای این تحقیق میوه‌های توت‌فرنگی رقم کامارزا در مجتمع گلخانه‌ای دانشگاه شهید چمران اهواز تحت شرایط هیدروپونیک در طی سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۵ بدست آمد. نمونه‌گیری بر اساس درجه روز (heat unit) پس از باز شدن کامل گل، میوه‌ها در مراحل مختلف برداشت شده ویتامین ث و سفتی اندازه‌گیری شد، بخش گوشتی میوه‌ها پس از قرار دادن در فویل آلومینیومی به فریزر ۸۰- درجه سانتی‌گراد تا زمان آنالیز منتقل شد.

غلظت مواد جامد محلول با استفاده از رفراکتومتر دیجیتالی ATAGO مدل A.PAL-۱ و بر حسب درصد بریکس اندازه‌گیری شد. اسیدیته قابل تیتر میوه‌ها به‌وسیله تیتراسیون عصاره میوه با محلول سود ۰/۱ نرمال تا رسیدن پهاش به ۸/۱ محاسبه و نتایج به‌صورت درصد بیان شد. ویتامین ث میوه‌ها بر اساس روش تیتراسیون با رنگ دی‌کلروفنل‌ایندو فنل[1](DCIP) اندازه‌گیری و نتایج بر حسب میلی‌گرم بر۱۰۰ گرم وزن‌تر گزارش شد. مواد فنولی کل بر اساس آزمون Folin–Ciocalteu اندازه‌گیری شد. نتایج بر اساس نمودار استاندارد بدست آمده برای اسید گالیک برحسب Slinkard, and Singleton, 1977 equivalent (GAE) mg/100g Galic acid بافت زنده گزارش شد فلاونوئیدهای کل با روش اندازه‌گیری آلومینیوم کلرایدکالریمتری (زیشن و همکاران (۱۹۹۹)[2]انجام شد. شدت جذب محلول در طول‌موج ۵۱۰ نانومتر خوانده شد. غلظت فلاونوئیدها بر حسب میلی‌گرم کوئرستین در ۱۰۰ گرم وزن‌تر ارائه شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTATC و مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون LSD انجام شد.

نتایج و بحث

مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون، پهاش، و نسبت مواد جامد محلول به اسیدیته، سفتی

میزان مواد جامد محلول در مراحل پایانی رسیدن میوه افزایش نشان داد. استورم[3]و همکاران (۲۰۰۳) افزایش شدید میزان مواد جامد محلول را در مراحل پایانی رسیدن گزارش نمودند و نسبت ۷:۱ قند به اسید را شیرینی و نسبت ۶:۱ را اسیدی بودن میوه تعریف نمودند. پهاش نیز با افزایش مرحله رسیدن روند افزایشی داشت مطابق با این نتایج در ارقام چندلر (Montero, et.al. 1996) و اوسوگرند (Nunes et. al. 2006) با افزایش مرحله رسیدن میزان پهاش افزایش نشان داد. سفتی میوه در طول مراحل رسیدن میوه کاهش یافت (جدول۱). از مرحله ۵۰ درصد رشد میوه تا مرحله تغییر رنگ کاهش سفتی با شیب تندی رخ داد اما در مراحل آخر رشد کاهش سفتی با شیب کمتری مشاهده شد. منجر[4]و همکاران (۲۰۰۴) نیز نشان دادند که سفتی بافت میوه از مرحله سفید رنگ تا نیمه رنگ‌گیری به‌صورت کاهشی و از این مرحله به بعد تا پایان رسیدگی میوه به‌صورت یکنواخت رخ داد. رنج سفتی ارقام مختلف توت‌فرنگی در میوه رسیده از ۱/۶ تا ۳ نیوتن گزارش شده است.

مواد فنولی کل، فلاونوئید و ویتامین ث:

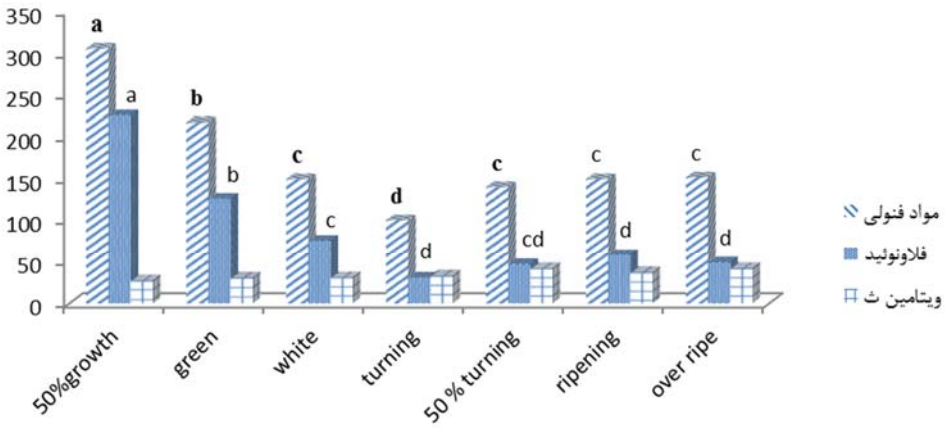
روند تغییرات مواد فنولی کل تا مرحله تغییر رنگ کاهشی بود (شکل ۱) و پس از این مرحله میزان مواد فنولی افزایش یافت. در رقم چندلر نیز نشان داده شد که میزان مواد فنولی تا روز ۲۱ پس از تشکیل میوه روند کاهشی داشته و از روز ۲۸ میزان آن به علت تجمع آنتوسیانین بیشتر شد (Montero, et.al. 1996). میزان مواد فنولی کل در میوه رسیده ۱۵۱/۴۲ (میلی‌گرم اسید گالیک /۱۰۰گرم وزن تر) بدست آمد که این مقدار بیشتر از مقدار گزارش شده در ارقامی چندلر ۱۲۰ (میلی‌گرم/۱۰۰گرم) اوسوگرند ۹۷ (میلی‌گرم/۱۰۰گرم) است (Ornelas-Paz. et. al.2013). با روند رشد میوه میزان ویتامین ث در بافت میوه افزایش نشان داد. بطوریکه میزان ویتامین ث از مرحله ۵۰٪ تغییر رنگ تا مرحله بیش از حد رسیده تغییر چندانی نکرد. میزان ویتامین ث موجود در میوه رسیده ۴۲ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن‌تر میوه محاسبه شد. که با نتایج نجفی و همکاران (۱۳۹۱) در رقم کامارزا مطابقت دارد. طی مراحل رسیدن میزان فلاونوئید تا مرحله تغییر رنگ روند کاهشی نشان داد. پس از این مرحله میزان فلاونوئید با شیب کم افزایشی بود. میزان فلاونوئید در میوه رسیده ۵۸ میلی‌گرم کوئرستین/۱۰۰گرم بافت بدست آمد. کیم و شین (۲۰۱۵) نیز میزان فلاونوئید در ارقام مختلف را در این رنج گزارش کردند. در مطالعات دیگر میزان فلاونوئید در میوه توت‌فرنگی

[1]- 2,6-dichlorophenolindophenol
[2] Zhishen
[3] Sturm
[4] Menager

در مرحله سفید ۷۹۵ میلی‌گرم/کیلوگرم گزارش شد و این مقدار بیشتر از میزان فلاونوئید در مرحله رسیده ۵۷۶ میلی‌گرم/کیلوگرم بود که با نتایج بدست آمده در این پژوهش مطابقت دارد (Shin. et. al. 2008).

جدول۱: بررسی مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون، پهاش، و نسبت مواد جامد محلول به اسیدیته، سفتی در مراحل مختلف رشد میوه توت‌فرنگی رقم کامارزا

تیمار	TSS	PH	TA	TSS/TA	سفتی
۵۰٪ رشد	۸^{d}	۳/۲۶^{c}	۱/۵۴^{a}	۵/۱۶^{e}	۳۲/۲۵^{a}
سبز رشد یافته	۸/۵۰^{cd}	۳/۲۴^{c}	۱/۳۲^{b}	۶/۴۲^{de}	۲۴/۹۰^{b}
سفید	۸/۶۷^{cd}	۳/۲۵^{c}	۱/۱۵^{bc}	۷/۴۸^{d}	۱۱/۶۱^{c}
تغییر رنگ	۸/۵۰^{cd}	۳/۲۰^{c}	۱/۱۲^{bcd}	۷/۵۳^{d}	۵/۴۸^{d}
۵۰٪ تغییر رنگ	۹/۶۷^{bc}	۳/۴۱^{b}	۱/۰۵^{cde}	۹/۱۸^{c}	۲/۳۰^{e}
رسیده	۱۰/۶۷^{ab}	۳/۳۵^{b}	۰/۹۴^{de}	۱۱/۲۶^{b}	۱/۶۴^{e}
بیش از حد رسیده	۱۱/۵۰^{a}	۳/۵۱^{a}	۰/۸۵^{e}	۱۳/۴۱^{e}	۱/۲۷^{e}



شکل ۱: بررسی مواد فنولی، فلاونوئید، ویتامین ث، در مراحل مختلف رشد میوه توت فرنگی رقم کامارزا

- **منابع**

Benzie, I.F.F. and Strain, J.J. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "Antioxidant Power": The FRAP Assay. Analytical Biochemistry. 239: 70–76.

Cordenusi, B. R., Oliveira do Nascimento, J. R. and Lajolo, F. M. 2003. Physicochemical changes related to quality of five strawberry fruit cultivars duringcool-storage. Food Chemistry. 83, 167–173.

Kim, Y. and Shin Y .2015. Antioxidant profile, antioxidant activity, and physicochemicalcharacteristics of strawberries from different cultivars and harvest locations. Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry. 58(4):587–595.

Menager, I., Jost, M., and Aubert, C. 2004. Changes in physicochemical characteristics and volatile constituents of strawberry (Cv. Cigaline) during maturation. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 52, 1248–1254.

Montero, T. M., Molla, E. M., Esteban, R. M. and Lopez-Andreu, F. J. 1996. Quality attributes of strawberry during ripening. Scientia Horticulturae, 65, 239–250.

Nunes, M. C. N., Brecht, J. K., Morais, A. M. M. B. and Sargent, S. A. 2006. Physicochemical changes during strawberry development in the field comparedwith those that occur in harvested fruit during storage. Journal of the Science of Food and Agriculture, 86, 180–190.

Najafi, S. 1391. The effect on biochemical characteristics of foliar calcium nitrate, growth and yield of strawberry plants (cultivars Selva and camarosa) under saline conditions in a hydroponic, MS thesis, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University.(in Persian).

Ornelas-Paz, J., Yahia, E.M., Ramirez-Bustamante, N., Perez-Martinez, J.D. and Ochoa-Reyes, E. 2013. Physical attributes and chemical composition of organic strawberry fruit (Fragaria x ananassa Duch, Cv. Albion) at six stages of ripening

Perkins-Veazie, P. and Huber, D. J. 1987. Growth and ripening of strawberry fruit under field conditions. Proceedings of the Florida State Horticultural Society, 100, 253–256.

Šamec, D., Maretic,´M., Lugaric,´I. and Duralija.B. 2016. Assessment of the differences in the physical, chemical and phytochemical properties of four strawberry cultivars using principal component analysis. Food Chemistry. 194 : 828–834.

Shin, Y., Ryu, J., Liu, R H., Nock, J. and Watkins, C. 2008. Harvest maturity, storage temperature and relative humidity affect fruit quality, antioxidant contents and activity, and inhibition of cell proliferation of strawberry fruit. Postharvest Biology and Technology. 49 : 201–209.

Sturm, K., Koron, D., Stampar and F. 2003. The composition of fruit of different strawberry varieties depending on maturity stage. Food Chemistry. 83: 417–422.

Slinkard, K. and Singleton, V.L. 1977. Total phenol analyses: Automation and Comparison with Manual Methods. American Journal of Enology and Viticulture. 28: 49-55.

Physicho Chemical Properties of Strawberryt Varieties Camarosa During Fruit Ripening

A. Amiri[1], S.M.H. Mortazavi[*2]
[1]:PhD student; [2]Academic member, College of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz
**Corresponding Author:* ortazavi_mh@scu.ac.ir

Abstract

Quality of strawberry fruit depends mainly on their appearance firmness, and chemical composition. Strawberry fruit cv. Camarosa were harvested at seven different ripening stages and evaluated for their physical and chemical properties. Total soluble solids increased while titratable acidity and fruit firmness decreased. The amount of phenolic and flavonoid decreased until turning stage from this point onwards the trend was increasing. Total phenolic content in ripe fruit were 151 mg GAE/100 g. The amount of vitamin C increased during ripening and in ripe fruit reached to 42 mg/100 g fresh weight.

***Key words*: vitamin c, phenol, stage growth**