نهمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی
(مکانیک بیوسیستم) و مکانیزاسیون
پردیس کشاورزی و منابع‌طبیعی دانشگاه تهران
۲ و ۳ اردیبهشت ۱۳۹۴ – کرج

بررسی ویژگی‌های دی‌الکتریک و خواص کیفی میوه کیوی در دوره انبارمانی

عاطفه فضایلی [۱*] و سعادت کامگار [۲]
۱ و ۲ – به ترتیب کارشناس ارشد و استادیار گروه مهندسی بیوسیستم دانشگاه شیراز
ایمیل مکاتبه کننده: afazayeli@shirazu.ac.ir

چکیده

در این تحقیق تاثیر مدت زمان و دمای نگهداری در انبار بر روی برخی خصوصیات کیفی و ضریب دی الکتریک میوه کیوی مورد بررسی قرار گرفت. در یک دوره انبارداری ۱ ماهه با استفاده از سامانه آزمایشگاهی ویژه اندازه‌گیری ظرفیت خازنی، ثابت دی الکتریک میوه در شرایط کنترل شده دما و رطوبت اندازه گیری شد. به منظور استخراج ثابت دی‌الکتریک میوه و حذف اثر هوا و شکل میوه ابتدا از هر میوه با نمونه گیر استوانه ای نمونه‌ای با ابعاد مشخص جدا شد، سپس با استفاده از روابط ریاضی ثابت دی الکتریک برای کل میوه محاسبه گردید. تغییرات خواص مرتبط با رسیدگی میوه شامل: مواد جامد محلول، سفتی و pH در بازه های زمانی مشخص تعیین شد و رابطه ثابت دی الکتریک با آنها بررسی گردید. نتایج نشان داد دما، مدت زمان نگهداری و نیز اثر متقابل دما و مدت زمان تاثیر معنی داری در سطح احتمال ۱٪ بر روی تغییرات خصوصیات کیفی میوه کیوی به جز pH داشت. مقدار ثابت دی الکتریک نیز به طور بسیار معنی داری تحت تاثیر دما، مدت زمان نگهداری و اثر متقابل دما و مدت زمان نگهداری میوه کیوی بود. همچنین همبستگی خطی قابل قبولی بین تغییرات خصوصیات کیفی و ثابت دی الکتریک میوه کیوی مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی:کیوی، ثابت دی الکتریک، سفتی، مواد جامد محلول، pH

۱- مقدمه

کیوی میوه ای نیمه گرمسیری متعلق به خانواده Actinidiaceae است که در دو دهه گذشته شهرت قابل توجهی در نقاط مختلف جهان کسب نموده است.ایران از لحاظ حجم تولید کیوی مقام چهارم و از نظر صادرات ششمین کشور صادرکننده در جهان می‌باشد. به علت عدم دقت کافی در زمان برداشت محصول، عدم بسته بندی و انبارداری صحیح نه تنها ضایعات این محصول زیاد است بلکه کیفیت بسته بندی و وضع ظاهری محصول چندان مناسب و مشتری پسند نمی باشد. کیوی

میوه ای فرازگرا است وعمر پس ازبرداشت کوتاهی دارد لذا باید قبل از رسیدن کامل چیده و در انبار قرار داده شود. در واقع در زمان برداشت از لحاظ فیزیولوژیکی رشد میوه به اتمام رسیده و یا درحال اتمام می باشد. اما ازلحاظ بیوشیمیایی فعالیتهای زیادی درحال انجام می باشد. اطلاع از تغییرات ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی این میوه در طی انبارمانی می‌تواند راهنمای خوبی برای انبارداری کیوی و کاهش ضایعات این محصول باشد. تا کنون از روشهای مختلفی به منظور ارزیابی کیفی بافت میوه استفاده شده است که این روشها یا مخرب هستند و یا مستلزم هزینه بالایی می باشند. مطالعه روشهای غیر مخرب برای ارزیابی کیفی میوه کیوی در طول زمان نگهداری در انبار که از طرفی توانایی تشخیص سریع و دقیق میزان تغییرات خواص کیفی محصول را داشته باشد و از طرفی موجب تخریب ظاهری و کیفی آن نشود بسیار با اهمیت به نظر می‌رسد. همچنین خصوصیات ظاهری میوه کیوی رابطه چندانی با میزان رسیدگی آن ندارند بنابر این نم‌توانند ملاک مناسبی برای ارزیابی خصوصیات مورد نظر باشند. روش دی‌الکتریک خازنی از این جهت ایده‌آل به نظر می‌رسد.این ایده براساس تغییر خواص دی‌الکتریک میوه درطی رسیدن مطرح شده است. در این روش محصول به عنوان ماده دی‌الکتریک بین صفحات خازن قرار می‌گیرد و میزان رسیدگی آن مشخص می‌شود(سلطانی و همکاران،۱۳۸۹). در تحقیقی ثابت دی‌الکتریک میوه آووکادو با قرار دادن آن بین صفحات خازن به عنوان یک ماده دی‌الکتریک اندازه‌گیری شد(زاکاریا و همکاران، ۱۹۶۵) در تحقیق دیگری خواص دی‌الکتریک هندوانه کامل را در سطوح مختلف رسیدگی و در محدوده بسامدی ۱۰ مگاهرتز تا ۸/۱ گیگاهرتز استخراج و ارتباط این خواص را با مهم‌ترین مشخصه‌ی کیفی هندوانه یعنی مقدار قند موجود در بافت بررسی شد (نلسون و همکاران،۲۰۰۷). در این پژوهش با استفاده از روش غیر مخرب خازنی و اندازه گیری ثابت دی الکتریک میوه کیوی تغییرات ویژگی های کیفی میوه کیوی در یک دوره زمانی یک ماهه در شرایط کنترل شده دما بررسی شد.

۲- مواد و روش ها

به منظور انجام آزمایش از ۳۳۰ نمونه میوه کیوی با رطوبت اولیه ۸۳/۲±۰/۳ درصد(بر مبنای تر) در یک فصل برداشت استفاده شد. برای تعیین محتوای رطوبت از ۱۰ نمونه به طور تصادفی استفاده شد. در انتخاب نمونه ها سعی شد تا حد ممکن از نظر شکل و اندازه یکسان باشند تا از تاثیر تغییرات حاصل از آن کاسته شود. نمونه ها به دو گروه برای نگه‌داری در دمای ۲ و۲۰ درجه سانتی گراد تقسیم شده و به مدت ۳۰روز نگه داری شدند. به منظور بررسی اثر زمان نگه‌داری بر روی تغییرات بافت درونی کیوی، آزمایشات در یازده مرحله و به فاصله سه روز انجام پذیرفت، بطوری که در روز اول از میان نمونه ها در هر دما ۱۵ نمونه بطور تصادفی انتخاب شده و پس از کد گذاری مورد آزمون قرار گرفتند.آزمایش های سری دوم به فاصله زمانی سه روز انجام شد که مانند روز اول، بطور تصادفی برای هر سطح دما ۱۵ نمونه کیوی انتخاب و مورد آزمایش قرار گرفتند. به همین ترتیب آزمایشات در روزهای بعد انجام شد. آزمایشات به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی انجام شدند.

۲-۱- اندازه گیری شاخص های کیفی

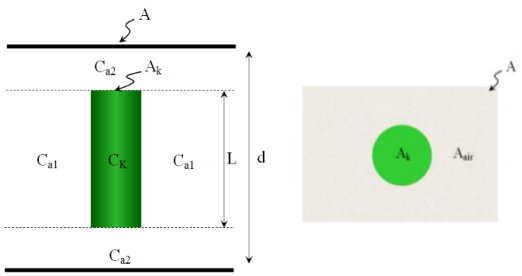
سفتی نمونه ها با استفاده از دستگاه سنتام مدل (MT-20) موجود در آزمایشگاه مقاومت مصالح بخش مهندسی بیوسیستم دانشگاه شیراز انجام شد. ابتدا یک لایه از پوست میوه با تیغ جدا شده، و یک پروب به قطر ۸mm تا عمق ۱۰mm و سرعت ۱۸۰ میلی متر بر دقیقه در دو جهت مخالف در راستای قطر کوچک در میوه نفوذ داده شد. نتایج بدست آمده (بر حسب نیوتن) از آزمون نفوذ توسط برنامه STM-Controller ثبت و به صفحه گسترده اکسل انتقال یافت و نمودار نیرو- تغییر شکل توسط دستگاه رسم گردید.

برای اندازه‌گیری میزان مواد جامد محلول (TSS) میوه‌ها از دستگاه رفراکتومتر دیجیتالی رومیزی (ساخت آتاگو ژاپن Refractometers WYA-2S) استفاده گردید. برای تعیین میزان TSSدو انتهای میوه به اندازه ۱۰mm بریده شد و از دو انتهای آن نمونه هایی از آب میوه گرفته شد و با استفاده از رفراکتومتر میزان مواد جامد محلول برای هر نمونه تعیین شد.(مک گلون،۲۰۰۲).

برای اندازه گیری میزان pH برای نمونه ها از دستگاه pH متر مدل (pH Meter744 Metrohn) استفاده شد.

۲-۲- اندازه گیری ثابت دی الکتریک

تغییرات ضریب دی الکتریک میوه‌ی کیوی دردوره انبارمانی، با استفاده از سامانه‌ی آزمایشگاهی اندازه گیری شد.جهت ایجاد نمونه های یکسان و هم اندازه از میوه کیوی، یک نمونه گیر استوانه ای طراحی شد. برای استفاده از تمام قسمت‌های بافت ناهمگن میوه کیوی، نمونه برداری در راستای عمود بر قطر اصلی (طول) و از وسط میوه انجام گردید و برای قرائت ثابت دی الکتریک در دستگاه قرار داده شد. از آنجا که مقدار فرکانس قرائت شده از دستگاه و به تبع آن ظرفیت خازنی(C) محاسبه شده مربوط به بافت کیوی قرار داده شده در دستگاه و هوای اطراف آن می باشد، لذا لازم بود برای تعیین مقدار ثابت دی الکتریک کیوی، مقادیر مربوط به ثابت دی الکتریک هوای اطراف از مقدار کل کم شود. با توجه به شکل۱و روابط زیر مقدار مطلق ثابت دی الکتریک کیوی (K_{kiwi}) محاسبه شد.

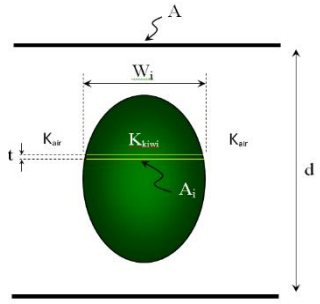


شکل ۱: شماتیک ابعاد و ظرفیت مجموع هوا و قطعه نمونه برداری شده از بافت کیوی درون دستگاه

$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_{a2}} + \frac{1}{C_{a1} + C_K} \qquad (۱)$$

$$\frac{1}{C_T} = \frac{d-L}{K_{air}\varepsilon_0 A} + \frac{L}{\varepsilon_0(K_{air}(A-A_k)+K_{kiwi}(A_k))} \quad (۲)$$

که در آن، C_T: ظرفیت کل(F)، C_{a1} و C_{a2}: ظرفیت خازن با دی الکتریک هوا (F)، A: مساحت صفحات خازن(m^2)، A_k: سطح مقطع نمونه (m^2)، L: طول نمونه (m)، d: فاصله صفحات خازن (m)، K_{air} : ثابت دی الکتریک هوا و K_{kiwi}: ثابت دی الکتریک کیوی می باشند.



شکل۲: نحوه محاسبه ثابت دی الکتریک کل

با توجه به رابطه (۲) و مقادیر معلوم C_T، d، L، K_{air}، ε_0، A و A_k ثابت دی الکتریک بافت کیوی محاسبه شد. روابط استخراج شده از نمونه های جدا شده بافت کیوی با استفاده از روابط حاکم در محاسبات خازن های سری و موازی به کل میوه کیوی تعمیم داده شد.

$$Ai = \frac{\pi(wi)^2}{4} \quad (۳)$$

$$C_i = C_{air} + C_{kiwi} = \varepsilon\left(k_{air}\frac{A-A_i}{t} + k_{kiwi}\frac{A_i}{t}\right) \quad (۴)$$

$$\frac{1}{C_t} = \sum_{i=1}^{n}\frac{1}{c_i} \quad (۵)$$

که در آن مقدار w_i، قطر سطح برش و t ضخامت لایه برش بود برابر با ۹ میلی متر در نظر گرفته شد.

برای ارزیابی و کالیبره کردن روابط فوق در محاسبه ضریب دی الکتریک میوه کامل، به طور تصادفی تعداد ۳۰ نمونه دست نخورده از زمانهای مختلف قبل از انجام هر آزمایشات انتخاب شد. نمونه ها در سامانه خازنی قرار گرفتند و ظرفیت خازنی مربوط به هر نمونه با مقادیر محاسبه شده از روابط ۴ و ۵، مقایسه شد.

تجزیه و تحلیل داده ها توسط نرم افزار spss انجام شد. مدل سازی بر روی ۷۰ درصد از داده‌ها که به صورت تصادفی انتخاب شده بود، صورت گرفت و ۳۰ درصد باقیمانده‌ی داده‌ها به منظور ارزیابی استفاده شدند. برای بررسی اثر برهمکنش فاکتورهای اصلی از آزمون یک طرفه F و پس آزمون دانکن استفاده شد. همبستگی میان ثابت دی الکتریک و پارامترهای

کیفی کیوی بررسی شد و روابط رگرسیونی با داشتن مقادیر اندازه گیری شده و مقادیر حاصل از اندازه گیری ثابت دی الکتریک به دست آمد.

۳- نتایج و بحث

۳-۲-۱- ثابت دی الکتریک میوه

نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس (جدول۱) نشان می دهد مدت زمان نگهداری، دما و اثر متقابل دما و مدت نگهداری تاثیر معنا داری در سطح احتمال ۱ درصد بر ثابت دی الکتریک میوه کیوی داشته اند. ثابت دی الکتریک در طی مدت زمان انبارمانی هم در دمای ۲ درجه و هم در دمای ۲۰ درجه روندی کاهشی داشته هر چند در دمای ۲۰ تغییرات سریعتر و با شیب بیشتری نسبت به دمای ۲ درجه انجام شده است و در نهایت نیز کاهش بارزتری را بدست داده است.

۳-۲-۲- سفتی بافت میوه

بر اساس نتایج (جدول۱) با افزایش مدت زمان نگهداری، میزان سفتی میوه کاهش یافت (دمای دو درجه سانتی گراد۵۸/۵ درصد، ۲۰ درجه سانتی گراد ۸۶/۵ درصد). از سوی دیگر، افزایش دمای نگهداری از ۲ درجه سانتی گراد به ۲۰ درجه سانتی گراد سبب افزایش ۲۸ درصدی روند تغییرات سفتی بافت میوه کیوی شد. نمونه های نگهداری شده در دمای ۲ درجه سانتی گراد پراکنش کمتری در مقادیرسفتی داشته و سفتی بافت خود را بهتر حفظ کردند. در تحقیقی که بر روی سفتی گوجه فرنگی انجام شد نتایج مشابهی در خصوص تاثیر دمای نگهداری بر سفتی را گزارش شد (اسکات و همکاران،۱۹۹۹).

جدول ا: نتایج تجزیه واریانس داده ها

منبع تغییرات	درجه آزادی	دی الکتریک	سفتی (N)	مواد جامد محلول (Brix)
مدت	۱۰	۲۲۶/۷۳**	۳۴۳/۲۳**	۱۹۸/۸۰**
دما	۱	۲۹/۷۴۷**	۶۶۴/۹۵**	۲۳/۵۷**
دما×مدت	۱۰	۴۷۲/۴۳**	۱۴/۲۵**	۱۴/۵۵**

**: معنی داری آماری در سطح ۱٪

سفتی بافت میوه کیوی برای تعیین کیفیت پس از برداشت میوه استفاده می شود و سرعت کاهش سفتی بافت در طی مدت نگهداری بر عمر انبارمانی و قابلیت عرضه میوه به بازار موثر است (تایارینی،۲۰۰۹).همبستگی منفی بین عمر انبارمانی میوه کیوی و سرعت نرم شدن بافت وجود دارد، حفظ سفتی از اهمیت زیادی برخوردار می باشد (فنگ،۲۰۰۶). میزان سفتی

بافت میوه کیوی در زمان برداشت بالا است و به تدریج در طی نگهداری کاهش می یابد(بیور،۱۹۹۰وبوردون،۲۰۰۱). نرم شدن بافت میوه کیوی در زمان رسیدن نتیجه تجزیه پلی ساکاریدهای دیواره سلولی می باشد. پلی ساکاریدهای دیواره سلولی بر اثر فعالیت آنزیم های هیدرولیزکننده پکتین متیل استراز (PME)، پلی گالاکتروناز (PG) و سلولاز تجزیه می شوند لئونتوویچ،۲۰۰۷).

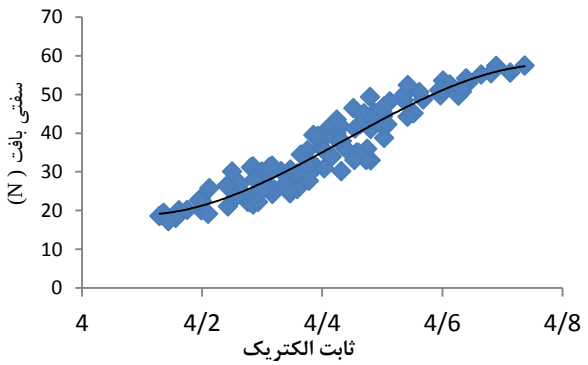
۳-۲-۳- رابطه سفتی و ثابت دی الکتریک

همبستگی خطی بالایی بین میزان مواد جامد میوه و ثابت دی الکتریک در هر دو دمای ۲ و ۲۰ درجه سانتی گراد مشاهده شد (جدول ۲). در هر دو سطح دما با افزایش سفتی بافت میوه کیوی، ثابت دی الکتریک میوه نیز روندی افزایشی داشت. از نمودارهای ۳ و ۴ مشاهده می شود که با کاهش سفتی و نرم تر شدن بافت میوه در طی انبارمانی ثابت دی الکتریک کاهش یافته است.

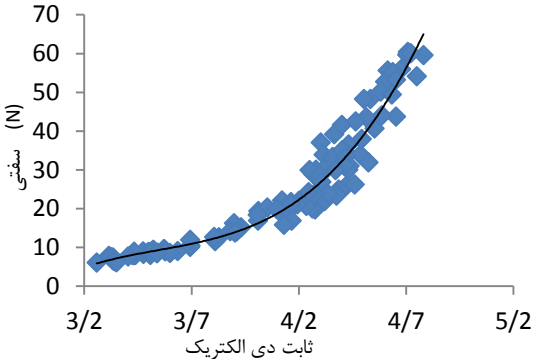
جدول ۲: مقادیر همبستگی خصوصیات کیفی و ثابت دی الکتریک

ثابت دی الکتریک	خصوصیات کیفی	دما (°C)
۰/۹۴**	سفتی	۲
۰/۹۰**	مواد جامد	
۰/۸۳*	pH	
۰/۹۰**	سفتی	۲۰
۰/۸۱*	مواد جامد	
۰/۷۴*	pH	

* و **: به ترتیب معنی داری آماری در سطح ۵٪ و ۱٪.



شکل ۳: رابطه سفتی بافت میوه کیوی با ثابت دی‌الکتریک در طی انبارمانی دمای ۲°C



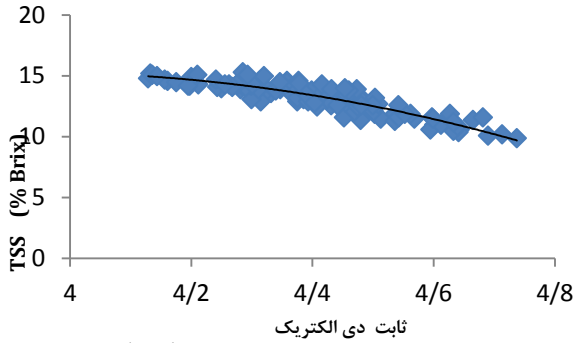
شکل ۴ : رابطه سفتی بافت میوه کیوی با ثابت دی‌الکتریک در طی انبارمانی دمای ۲۰^{oC}

۳-۲-۴- مواد جامد محلول

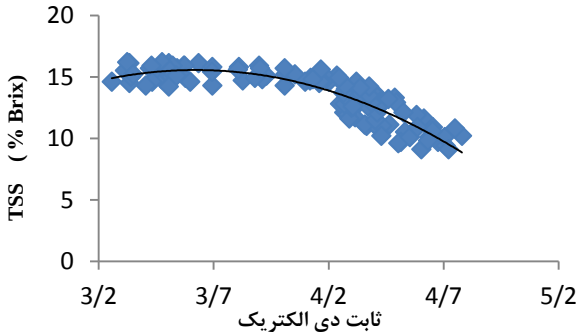
میانگین میزان مواد جامد محلول در دمای ۲ درجه سانتی گراد روند افزایشی داشته و در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد ابتدا روند افزایشی و سپس تمایل به کاهش نشان داده است. از آنجا که فرایند رسیدگی میوه پس از برداشت تکمیل می شود لذا میزان کل مواد جامد محلول میوه طی انبارمانی به عنوان یکی از شاخص های رسیدگی مطرح است. افزایش مواد جامد محلول بیشتر به دلیل تبدیل نشاسته به قندهای محلول رخ می دهد (کاظمی،۲۰۰۱). نشاسته از ترکیبات ذخیره ای کیوی است که طی رشد و نمو در طی دوران رشد در میوه تجمع می یابد و تجزیه آن پیش از بلوغ تا زمان رسیدن به مرحله رسیدگی منبع عمده قندهای میوه (ساکارز، گلوکز، فروکتوز و بخش کمی از سوربیتول) می باشد که سبب شیرینی میوه می‌شود (سامز،۱۹۹۹). در طی مدت انبار مانی تا رسیدگی کامل، به دلیل شکستن نشاسته موجود و تبدیل آن به قند ساده، ابتدا میزان مواد جامد محلول روند افزایشی دارد. پس از آن میوه وارد مرحله پوسیدگی می شود. در این مرحله به دلیل اتمام ذخیره نشاسته نه تنها قندی تولید نمی شود بلکه به خاطر مصرف قندهای ساده در فرایند تنفس میزان مواد جامد محلول روند کاهشی طی می کند.

۳-۲-۵- مواد جامد محلول و ثابت دی الکتریک

همبستگی خطی بالایی بین سفتی میوه و ثابت دی الکتریک مشاهده شد (جدول ۲). مطابق شکل ۵، در دمای ۲ درجه سانتی گراد با افزایش ثابت دی الکتریک میزان مواد جامد محلول کاهش پیدا کرد. اما در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد ابتدا با افزایش ثابت دی الکتریک میزان مواد جامد محلول روند افزایشی جزیی داشته و در ادامه با افزایش بیشتر ثابت دی الکتریک میزان مواد جامد محلول کاهش یافت. دلیل این تغییرات این است که ابتدا با نرم تر شدن بافت و شیرین شدن میوه در طی رسیدن مواد جامد محلول افزایش می یابد(سامز،۱۹۹۹) که با روند کاهشی ثابت دی الکتریک در طی انبارمانی همخوانی دارد. لیکن پس از مدتی با رسیدن به مرحله کامل رسیدگی، تنفس میوه منجر به کاهش محتوای قند میوه شده که موجب افزایش ثابت دی الکتریک شده است.



شکل۵ : تغییرات مواد جامد محلول در کیوی با ثابت دی‌الکتریک در طی انبارمانی دمای ^{o}C ۲



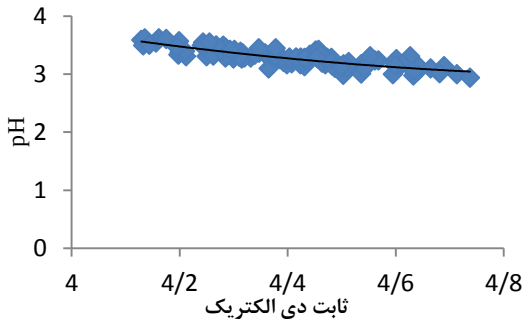
شکل۶: تغییرات مواد جامد محلول در کیوی با ثابت دی‌الکتریک در طی انبارمانی دمای ۲۰°C

pH -۶-۲-۳

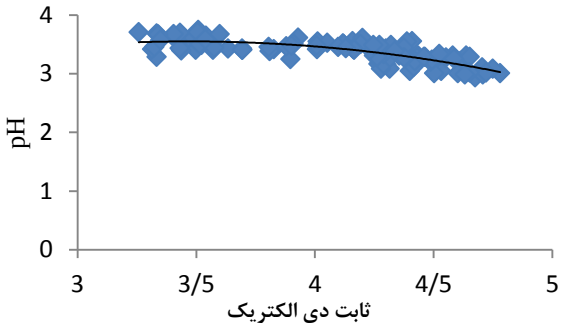
در طی انبارمانی در هر دو دمای ۲ و ۲۰ درجه سانتی گراد قابل مشاهده روندی افزایشی (هرچند ناچیز) در میزان pH نمونه ها مشاهده شد. میزان اسیدیته قابل تیتراسیون مستقیما به غلظت اسیدهای آلی موجود در میوه وابسته بوده و عاملی مهم در حفظ کیفیت میوه ها می باشد (کاظمی،۲۰۱۱) اسیدهای آلی مالیک اسید و سیتریک اسید از مواد مورد مصرف در تنفس هستند که بخشی از آنها در جریان رسیدن، طی دوره پس از برداشت و در طول نگهداری در میوه های فرازگرا مصرف شده و کاهش می یابند (جکسون ۲۰۰۳وسامز۱۹۹۹). همچنین طی انبارداری به علت فرایند رسیدن و پیرشدن میوه، فعالیت تنفسی میوه ادامه دارد که سبب مصرف بیشتر اسیدهای آلی و در نتیجه کاهش اسیدیته میوه می گردد. بنابراین افزایش اندک pH میوه کیوی طی نگهداری می تواند به دلیل شکسته شدن و تجزیه اسیدهای آلی در فرایند تنفس باشد.

۳-۲-۷- رابطه میزان pH و ثابت دی الکتریک

مقدار همبستگی خطی بین pH و ثابت دی الکتریک کمتر از خصوصیات کیفی دیگر بود (جدول ۲). با توجه نمودارهای ۷ و ۸، در هر دو دمای ۲ و۲۰ درجه سانتی گراد با افزایش میزان pH ، ثابت دی الکتریک کاهش یافته است.



شکل۷ : تغییرات pH کیوی با ثابت دی‌الکتریک در دمای ۲°C



شکل۸ : تغییرات pH کیوی با ثابت دی‌الکتریک در دمای ۲۰°C

۴- نتیجه‌گیری

در این پژوهش تاثیر دما و مدت زمان نگهداری بر روی خصوصیات کیفی مرتبط با رسیدگی و نیز ثابت دی الکتریک میوه کیوی مورد بررسی قرار گرفت. هر دو پارامتر مدت زمان و دما و نیز اثر متقابل آنها تاثیر بسیار معنی داری بر روی سفتی و مواد جامد محلول داشتند. از بین خصوصیات کیفی میوه، سفتی میوه مناسب ترین شاخص برای تخمین رسیدگی کیوی تشخیص داده شد. بر اساس نتایج بدست آمده از تقابل خصوصیات کیفی با ثابت دی الکتریک میوه مشاهده شد که ویژگی های سفتی بافت، میزان pH و میزان ماده جامد محلول رابطه قابل قبولی با ثابت دی الکتریک میوه کیوی داشته اند. از بین شاخصهای کیفی بررسی شده سفتی با دقت بیشتری قابل پیش بینی بود.

بر اساس نتایج به دست آمده می توان گفت پیشگویی خصوصیات کیفی مرتبط با رسیدگی میوه کیوی با استفاده از ظرفیت خازنی بصورت غیر مخرب امکانپذیر می باشد. همچنین نگهداری در شرایط کنترل شده دما و رطوبت می تواند موجب کاهش تغییرات فیزیکو شیمیایی میوه کیوی شود و لذا در نگهداری خارج از انبار، تغییرات ثابت دی الکتریک میوه نسبت به شرایط سردخانه محسوس تر است.

مراجع

۱. سلطانی، م. ۱۳۸۹. "استفاده از دستگاه سنجش خازنی در تشخیص رسیدگی موز". مجله مهندسی بیوسیستم ایران، ج ۱، ص ۲۱

2. Beever DJ, Hopkirk G. 1990. Fruit development and fruit physiology. In: Warrington IJ, Wetson GC (eds.). Kiwifruit: Science and Management. Auckland, NZ: Ray Richards Pub. p 97–126

3. Burdon, J. and Clark, C. 2001. Effect of postharvest water loss on "Hayward" Kiwifruit water status. Postharvest Biology and Technology 22: 215-225.

4. Feng, J., Maguire, k. M. and B. R. MacKay. 2006. Discrimination batches of Hayward Kiwifruit for storage potential. Postharvest Biology and Technology 41: 128-134

5. Jackson, JE., 2003. Biology of horticultural crops:
6. Biology of apples and pears. Cambridge University. 488 p

7. Kazemi, M. and Aran, M. 2011. Efeect of salicylic acid treatments on quality characteristics of apple fruit during storage. American Journal of Plant Physiology. 6(2): 113-119.

8. Leontowicz M, Leontowicz H, Drzewiecki J, Jastrzebski Z, Haruenkit R, and Poovarodom S. 2007. Two exotic fruits positively affect rats plasma cmposition. Food Chem. 102:192-200.

9. MCGLONE VA, JORDAN RB, SEELYE R AND MARTINSEN PJ. 2002a. Comparing density and NIR methods for measurement of kiwifruit dry matter and soluble solids content. Postharvest Biol Tec 26:191-198

10. Nelson, S. O., Guo, W., Trabelsi, S. and J Kays, S., 2007. Dielectric spectroscopy of watermelons for quality sensing. Measurments Science technology, 18: 1887–1892. 15

11. Sams, CE., 1999. Preharvest factors affecting postharvest texture. Postharvest Biology and Technology. 15: 249-254

12. Schotte, S., De Belie, N., De Baerdemaeker, J. 1999. Acoustic impulse response technique for evaluation and modelling of firmness of tomato fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 17: 105–115.

13. Tavarini, S. DeglInnocenti, E, Massai, R., 2009. Polygalacturonase and bgalactosidase activities in Hayward kiwifruit as affected by light exposure, maturity stage and storage time. ScientiaHorticulturae 120: 342-347

14. Zachariah, G. and Louis, C., 1965. Evaluation of some physical methods for determining avocado maturity. Erickson California Avocado Society, Yearbook 49: 110-115

Investigating the effect of storage on the quality and dielectric properties of kiwifruit

Abstract

In this study, the effect of storage time and temperature on the quality and dielectric characteristics of kiwifruit was investigated. In a 1-month storage period, the dielectric constant of fruit was measured under controlled conditions of temperature and humidity using a laboratory unit for measuring the capacitance. A specific and constant sampling dimension was used in determination of fruits dielectric constant. To determine the effect of surrounding air on dielectric constant of fruits having different shape and dimensions, mathematical equations were developed to calculate overall fruit dielectric constant. Changes associated with fruit ripening properties, including total soluble solid (TSS), firmness and pH were determined at specified time intervals and their relationship with the dielectric constant was studied. The results showed that temperature, storage time, and the interaction of temperature and time significantly affected on the changes in quality characteristics of kiwi except the pH at 1% significance level. Also the dielectric constant was significantly affected by temperature, storage time, and the interaction between these factors. The study also showed that acceptable linear correlations between the dielectric constant changes and the kiwifruit quality characteristics were observed.

Keywords: Kiwifruit, dielectric constant, firmness, total soluble solids, pH

.