Food Technology & Nutrition / Fall 2011 / Vol. 8 / No. 4

ارزیابی شیمیایی روغن استخراج شده از بخش گوشتی دو واریته میوه آووکادو کشت شده در شمال ایران

دنیا ایزدیار[a]، مریم قراچورلو[b]*،بابک غیاثی طرزی[b]، رضا عزیزی نژاد[c]

[a] دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

[b] استادیار دانشکده علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

[c] استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۹/۱/۳۱ تاریخ پذیرش مقاله:۱۳۸۹/۵/۱۲

چکیده

مقدمه: دانه ها و میوه ها از منابع مهم روغنی جهت کاربردهای غذایی، صنعتی و دارویی هستند. هیچ منبع روغنی به تنهایی نمی‌تواند جهت تامین تمام اهداف موثر باشد چرا که منابع روغنی مختلف دارای ترکیبات متفاوتی می‌باشند و بنابراین تحقیق در زمینه منابع روغنی جدید ضروری است. این مجموعه تحقیقی پیرامون روغن حاصل از دو واریته میوه آووکادو کشت شده در شمال ایران و مقایسه آنها با یکدیگر است.

مواد و روش ها: دو واریته *Hass* و *Fuerte* میوه آووکادو از یکی از باغ‌های تولید کننده نهال و میوه آووکادو واقع در استان مازندران تهیه گردید. پس از استخراج روغن به روش سوکسله از بخش گوشتی دو واریته، آزمون های شیمیایی شامل تعیین ترکیب اسیدهای چرب، درصد اسید چرب آزاد، اندیس یدی، اندیس صابونی، درصد ترکیبات غیرصابونی‌شونده، زمان مقاومت به اکسید شدن و شناسایی استرول‌ها و توکوفرول‌ها انجام شد.

یافته‌ها: نتایج حاصل از آنالیز اسیدهای چرب نشان داد که در هر دو واریته اسید چرب غالب اسید اولئیک بوده و دیگر اسیدهای چرب شامل پالمیتیک، لینولئیک و پالمیتولئیک می‌باشند. واریته *Fuerte* بیشترین میزان اسید چرب آزاد و اندیس یدی را داشته و واریته *Hass* بیشترین درصد ترکیبات غیر قابل صابونی شونده، بالاترین زمان مقاومت به اکسید شدن و بیشترین اندیس صابونی را دارا می‌باشد. همچنین بتاسیتواسترول، استرول غالب و آلفا- توکوفرول، توکوفرول اصلی روغن آووکادو می‌باشد.

نتیجه‌گیری: با توجه به یافته‌های حاصل شده، میوه آووکادو از نظر ارزش تغذیه‌ای می‌تواند رقیبی برای روغن زیتون به شمار آید و واریته *Hass* بدلیل داشتن خصوصیات مطلوب‌تر و همچنین میزان روغن بالاتر مناسب‌تر از واریته *Fuerte* معرفی می‌گردد.

واژه های کلیدی: *آووکادو، ترکیب اسید چرب، روغن، مواد غیر قابل صابونی*

*نویسنده مسئول مکاتبات email: m_gharachorlo@srbiau.ac.ir

jftn.srbiau.ac.ir

مقدمه

آووکادو درختی متعلق به خانواده Lauracea می‌باشد (زرگری، ۱۳۶۹). نام علمی آن *Persea Americana* است (Ding *et al*., 2007). نام‌های رایج دیگر که اغلب برای آن مورد استفاده قرار می‌گیرد عبارتند از: گلابی تمساح[1]، آووکاتو[2] و آهوکات[3] (Efendi, 2003). منشاء اصلی این درخت مکزیک است (Salazar *et al*., 2005) و امروزه بطور وسیع در مناطق حاره و نیمه حاره کشت می شود. دارای میوه‌ای گلابی شکل با هسته‌ای مدور است (صالحی سورمقی، ۱۳۸۵). میوه آووکادو به علت داشتن میزان چربی بالا یک منبع ارزشمند انرژی است و از لحاظ تغذیه‌ای بسیار حائز اهمیت می‌باشد (Bora, 2001) و از هزاران سال پیش تا به امروز به عنوان یک غذای مناسب و ساده مورد مصرف است (Swisher, 1988; Samson, 1986) و یا بصورت یک جزء در فرمولاسیون مواد دارویی و بهداشتی مورد استفاده قرار می گیرد (Bora, 2001).

بخش گوشتی میوه آووکادو بسته به نوع واریته و اکولوژی منطقه دارای۳۰-۱۵٪ روغن است. اکثر اسیدهای چرب یافت شده در روغن آن بلند زنجیر با ۱۶ اتم کربن یا بیشتراند (Naveh *et al*., 2002) که قسمت اعظم آنها را اسیدهای چرب غیراشباع خصوصاً اسید چرب اولئیک تشکیل داده است و از نظر میزان اسید اولئیک با روغن زیتون برابری می‌کند. همچنین نسبت به سایر روغن‌های گیاهی دارای اسیدهای چرب اشباع کمی می‌باشد (Kikuta and Erickson, 1968). روغن حاصل از میوه بسیار قابل هضم است و به علت غیراشباعیت بالایی که دارد یک منبع ارزشمند جهت کاهش کلسترول است (Mazliak, 1965; Garant, 1960). این روغن به مقدار زیاد در کالیفرنیا، فلوریدا، کوبا و هاوایی تولید شده و به نقاط دیگر دنیا صادر می‌شود (صالحی سورمقی، ۱۳۸۵). علاوه بر چربی، میوه آووکادو به علت داشتن قند پائین، یک غذای پرانرژی برای بیماران دیابتی است (Samson, 1986; Swisher, 1988). منبع غنی از ویتامین‌ها (A، B، C وE) و پروتئین می‌باشد. دارای مقادیر بالایی مواد معدنی خصوصاً پتاسیم است (Efendi, 2003). همچنین بیشترین مقدار فیبر را در میان سایر میوه‌ها دارا می‌باشد که شامل ۷۵٪ فیبر نامحلول و ۲۵٪ فیبر محلول است (Naveh *et al*., 2002).

Kaiser و Wolstenholme در سال ۱۹۹۴ تأثیر آب و هوا را بر روی اسیدهای چرب میوه آووکادو مورد بررسی قرار دادند و یافتند که اولئیک اسید در مناطق گرم، ۲۰٪ کمتر از مناطق سرد می‌باشد، پالمتیک اسید ۱۶٪ در مناطق گرم بیشتر از مناطق سرد بوده و در کل مجموع اسیدهای چرب تک غیر اشباع تقریبا ۱۵٪ در مناطق سرد بیشتر از مناطق گرم می‌باشد (Kaiser & Wolstenholme, 1994).

Requejo و همکاران در سال ۱۹۹۸ نیز در این زمینه گزارش کردند که دمای منطقه عاملی موثر در سنتز و ترکیب چربی در میوه می‌باشد (Requejo *et al*., 1998) .

عزیزی و نجف زاده در سال ۲۰۰۸ برای اولین بار در ایران با استفاده از کروماتوگرافی گازی و بر اساس Retention Time بدست آمده از هر پیک، ترکیب اسیدهای چرب موجود در گوشت دو واریته *Hass* و *Fuerte* را شناسایی کردند. اسیدهای چرب شناسایی شده توسط این محققین در واریته *Hass* اسیدهای اولئیک، پالمیتیک، پالمیتولئیک، لینولئیک، لینولنیک و استئاریک و در واریته *Fuerte* اسیدهای اولئیک، پالمیتیک، پالمیتولئیک و لینولئیک بودند و گزارش نمودند که اسید چرب غالب در دو واریته اسید اولئیک می‌باشد (Azizi & Najafzade, 2008) .

Turatti و همکاران یافتند که زمانیکه آووکادو خشک می‌شود و سپس در معرض فشار هیدرولیکی قرار می‌گیرد، روغن استخراج شده حاوی بالاترین درصد ماده غیر قابل صابونی شونده (۴/۹٪) و همچنین بالاترین درصد آلفا توکوفرول (۶/۹۲٪) می باشد (Turatti *et al*., 1985).

Bora و همکاران گزارش کردند که محتوای روغن استخراج شده توسط هگزان از بخش گوشتی و هسته آووکادو واریته *Fuerte* ، به ترتیب دارای اندیس رفراکت (۱/۴۵۹۲-۱/۴۶۰۸)، وزن مخصوص (۰/۹۷۲۷-۰/۰۰۹۳) و اندیس پراکسید (۱/۳۷-۱/۴۰ میلی اکی والان بر کیلوگرم) مشابهی هستند ولی اندیس اسیدی (۴/۱۲-۲/۴۵)، اندیس یدی (۶۹/۴-۷۷/۶) و اندیس صابونی (۲۳۱/۶-۱۷۸/۳) متفاوتی دارند. تفاوت اصلی میان این دو روغن حاصل از بخش گوشتی و هسته، در ترکیب اسیدهای چرب از نظر تک غیراشباعیت ۱۸:۱ (برای بخش گوشتی ۶۴/۳٪ و برای هسته ۱۵/۴٪) و چند غیر اشباعیت ۲ : ۱۸ (برای بخش

[1]- Alligator Pear
[2]- Avocato
[3]-Ahuacat

ijftn.srbiau.ac.ir

گوشتی ۹/۱۴٪ و برای هسته ۳۴/۳۹٪) و ۱۸:۳ (برای بخش گوشتی ۰/۴۶٪ و برای هسته ۶/۷۵٪) می‌باشد (Bora *et al*., 2007).

توکوفرول غالب در روغن آووکادو آلفا–توکوفرول است و بعد از آن گاما–توکوفرول و بتا–توکوفرول قرار دارند. دلتا– توکوفرول و آلفا– توکوتری‌انول نیز در مقادیر بسیار اندک در بعضی از واریته‌ها موجود می‌باشند. در میان میوه-های روغنی میزان کل توکوفرول‌های روغن آووکادو و زیتون تقریباً مشابه است ولی میزان کل توکوفرول‌های روغن پالم از دیگر میوه‌های روغنی بالاتر می‌باشد (Kilcast, 2000).

در میان فیتواسترول‌های موجود در روغن آووکادو، بتاسیتواسترول فراوان‌ترین استرول است و پس از آن کمپسترول و استیگمااسترول قرار دارند. در میان میوه‌های روغنی میزان کل استرول و کمپسترول روغن آووکادو از روغن زیتون بالاتر است. همچنین از نظر بتاسیتواسترول بعد از روغن زیتون، روغن آووکادو قرار دارد (Singhal *et al*., 1997).

با توجه به اینکه میوه آووکادو غنی از روغن بوده اما تاکنون گزارش عملی در زمینه استفاده از آن چه به صورت تازه خوری و چه در صنعت غذا در ایران انجام نگرفته است، لذا تحقیق حاضر با هدف استخراج روغن دو واریته رایج Hass و Fuerte میوه آووکادو و ارزیابی ویژگی‌های شیمیایی روغن مورد توجه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

- **تهیه و آماده‌سازی نمونه**

دو واریته *Hass* و *Fuerte* میوه آووکادو از یکی از باغ‌های تولید کننده نهال و میوه آووکادو واقع در استان مازندران (شهر آمل) تهیه گردید و جهت رسیدن کامل به مدت ۵ تا ۷ روز در دمای اتاق و بعد از رسیدگی در یخچال نگهداری شدند. جهت انجام آزمایشات ابتدا میوه‌ها شسته شد و توزین گردید. سپس هسته‌های آنها خارج گشت و نسبت وزن هسته به کل میوه تعیین شد. تعیین درصد رطوبت گوشت میوه‌ها از طریق قرار دادن وزن مشخصی از هر نمونه در آون تحت خلاء با دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن ثابت و سپس محاسبه درصد رطوبت انجام شد.

جهت استخراج روغن ابتدا بخش گوشتی هر واریته جداگانه تکه تکه شد و در آون تحت خلاء به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد خشک شد. سپس توسط دستگاه، آسیاب گردید. روغن هر نمونه به روش سوکسله توسط حلال n – هگزان طی مدت ۵ ساعت استخراج گردید. روغن بدست آمده در ظروف شیشه‌ای تمیز و تیره در یخچال نگهداری شد.

- **آزمون‌های شیمیایی**

تعیین درصد روغن نمونه‌ها به روش سوکسله و با حلالn – هگزان به مدت ۵ ساعت انجام شد (حسینی، ۱۳۸۲).

درصد اسید چرب آزاد براساس استاندارد AOCS به شماره Cd3d-63 از طریق تیتراسیون روغن محلول در اتانول و دی اتیل اتر به وسیله سود ۰/۰۱ نرمال در مجاورت فنل‌فتالئین در دو تکرار تعیین شد و اسید چرب آزاد بر حسب اسید اولئیک گزارش گردید (Fireston, 1990).

تعیین ترکیب اسید چرب مطابق استاندارد AOCS به شماره CeLe- 91 با استفاده از روش تجزیه کروماتوگرافی گازی و پس از آماده‌سازی نمونه به صورت مشتق متیل استر براساس استاندارد AOAC به شماره 969/33 انجام‌شد. دستگاه مورد استفاده گاز کروماتوگراف مدل Acme 6000 مجهز به آشکارکننده شعله‌ای (FID[1]) و ستون ۶۰ متری بود که تحت شرایطی چون درجه حرارت محل تزریق۲۶۰°C، آشکارکننده ۲۸۰°C و ستون ۲۶۰°C، سرعت جریان گاز حامل هیدروژن ۰/۶ میلی‌لیتر بر دقیقه، فشار ۱۴/۲ PSI و مقدار تزریق نمونه ۱ میکرولیتر مورد استفاده قرار گرفت (Fireston, 1994).

اندیس یدی بر اساس رابطه ریاضی ارائه شده در استاندارد AOCS به شماره Cd1c-85 بطور مستقیم از روی ترکیب اسید چرب روغن محاسبه شد (Fireston, 1990).

اندیس صابونی به روش AOCS به شماره Cd3-25 اندازه‌گیری شد. نمونه روغن در حضور پتاس الکلی با استفاده از مبرد صابونی گردید. سپس تیتراسیون با اسید کلریدریک در حضور معرف فنل فتالئین انجام گردید (Fireston, 1994).

زمان پایداری با استفاده از دستگاه رنسیمت[2] مدل Metrohm743 در درجه حرارت ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد

[1]-Flame Ionization Detector

[2]-Rancimat

jftn.srbiau.ac.ir

و با جریان هوای ۲۰ لیتر بر ساعت ارزیابی گردید (Fireston, 1994).

اندازه‌گیری ترکیبات غیر قابل صابونی شدن طبق استاندارد AOAC به شماره 933/08 از طریق صابونی کردن روغن با پتاس الکلی و سپس استخراج با دی‌اتیل‌اتر انجام شد (Fireston, 1994).

جهت شناسایی ترکیبات غیر قابل صابونی شدن، لکه گذاری این ترکیبات روی صفحه کروماتوگرافی لایه نازک (TLC)[1] انجام شد و اجزای آن از یکدیگر تفکیک گردید. پس از جداسازی باند استرولی از صفحه TLC استخراج استرول توسط دی‌اتیل‌اتر انجام شد. شناسایی استرول‌های استخراج گشته از روغن براساس استاندارد AOAC به شماره 970/51 با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی مجهز به آشکارکننده شعله‌ای با ستون موئین ۳۰ متری dp5 با قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و دمای $^{\circ}C$ ۲۶۰ انجام شد. بطوریکه درجه حرارت محل تزریق$^{\circ}C$ ۳۰۰، درجه حرارت آشکارکننده $^{\circ}C$ ۳۲۰ و میزان تزریق ۵ میکرولیتر بود (Fireston, 1994).

شناسایی و تعیین مقدار توکوفرول‌های روغن بوسیله کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا، مدل Acme 9000، مجهز به آشکارکننده uv/vis، فاز حامل استون، نیتریل، متانول و دی‌کلرومتان، سرعت جریان ۱ ml/min، ستون C18-lichrosphere، به ابعاد ۵µ ×۴/۶mm × ۲۵cm و ۱۰۰RP، مطابق با استاندارد AOCS به شماره Ce8-89 انجام شد (Fireston, 1994).

در این آزمایشات از مواد شیمیایی ساخت شرکت مرک[2] آلمان و دارای درجه خلوص بالا و مخصوص آزمون‌های تجزیه‌ای[3] استفاده گردید و همه آزمون‌ها در دو تکرار انجام شد.

- **تجزیه و تحلیل آماری**

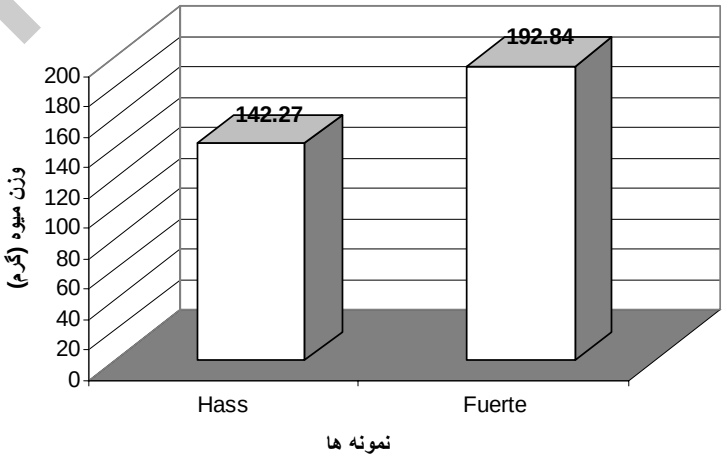
تحلیل آماری نتایج حاصل از خصوصیات شیمیایی روغن‌های حاصل از دو واریته مورد بررسی بوسیله تجزیه واریانس بصورت طرح کاملاً تصادفی با استفاده از نرم‌افزار spss 17 انجام گردید.

یافته‌ها

نمودار ۱ وزن میوه‌ها را بر حسب گرم نشان می‌دهد. میانگین وزن میوه *Fuerte* (۱۹۲/۸۴ گرم) بالاتر از میانگین وزن میوه *Hass* (۱۴۲/۲۷ گرم) می‌باشد و با اطمینان۹۵٪ از نظر وزنی بین دو واریته اختلاف آماری معنی‌داری وجود دارد.

نمودار۲ وزن هسته دو واریته مورد بررسی را بر حسب گرم نشان می‌دهد. میانگین وزن هسته واریته *Hass* (۳۴/۴۴گرم) بالاتر از میانگین وزن هسته واریته *Fuerte* (۲۹/۰۴٪) می‌باشد و با اطمینان ۹۵٪ از نظر وزنی اختلاف آماری معنی‌داری بین دو هسته وجود دارد.

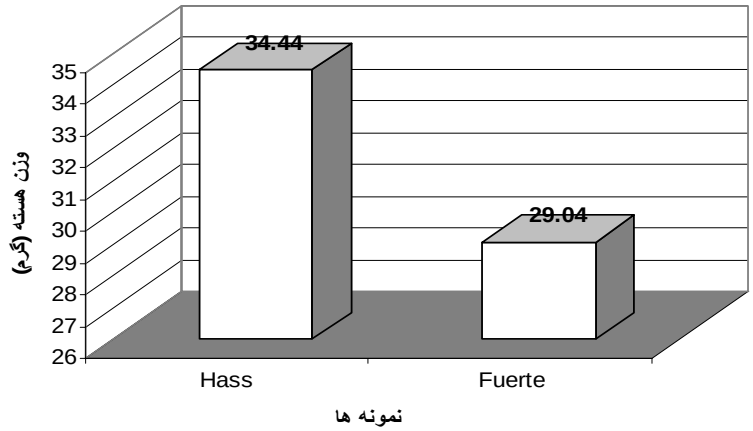
نمودار ۳ درصد رطوبت موجود در بخش گوشتی هر یک از واریته‌های مورد بررسی را نشان می‌دهد. بخش گوشتی واریته *Fuerte* (۷۲/۴۲٪) رطوبت بالاتری نسبت به واریته *Hass* (۶۹/۸۲٪) دارد و با اطمینان ۹۵٪ از نظر درصد رطوبت اختلاف آماری معنی‌داری بین دو واریته وجود دارد.



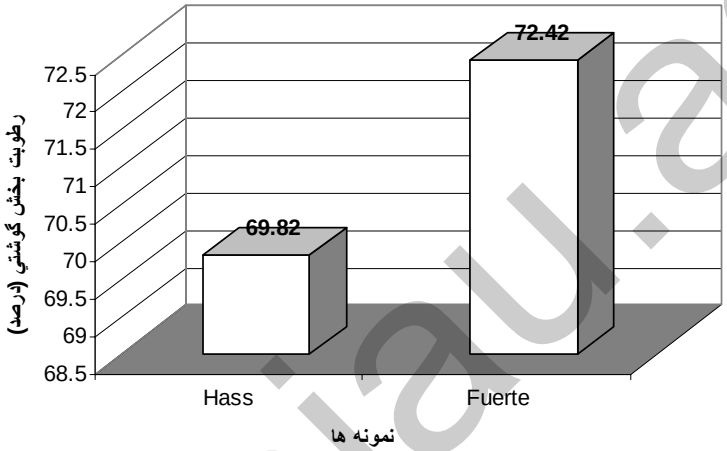
نمودار۱- وزن میوه آووکادو

[1]-Thin Layer Chromatography [2]-Merck [3]-Analytical Grade

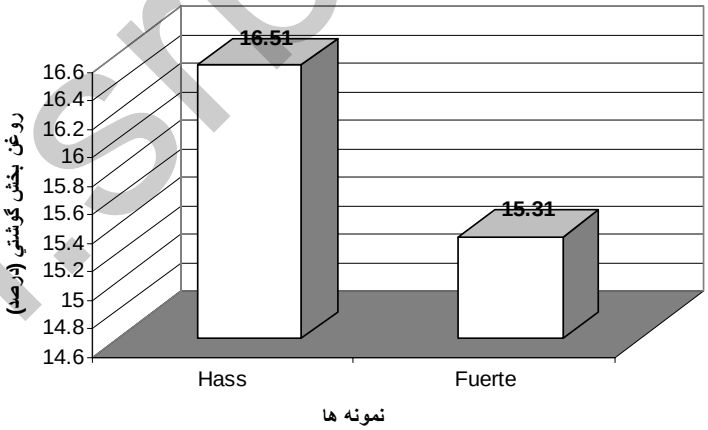
jftn.srbiau.ac.ir



نمودار۲- وزن هسته میوه آووکادو



نمودار۳- درصد رطوبت بخش گوشتی میوه آووکادو



نمودار ۴- درصد روغن بخش گوشتی میوه آووکادو

نمودار ۴ درصد روغن موجود در بخش گوشتی هر یک از دو واریته مورد بررسی را نشان می‌دهد. میانگین میزان روغن موجود در بخش گوشتی دو واریته *Hass* و *Fuerte* بر مبنای وزن خشک به ترتیب ۱۶/۵۱ و ۱۵/۳۱درصد تعیین گردید و با اطمینان ۹۵٪ اختلاف آماری معنی‌داری از نظر درصد روغن بین دو واریته وجود دارد.

نمودار ۵ درصد اسیدهای چرب آزاد روغن دو واریته مورد بررسی را نشان می‌دهد. میانگین درصد اسید چرب آزاد روغن بخش گوشتی واریته *Hass* ۱/۰۷٪ و میانگین درصد اسید چرب آزاد روغن واریته *Fuerte* ۱/۲۶٪ می‌باشد. از نظر درصد اسید چرب آزاد، اختلاف آماری معنی‌داری بین دو نمونه با اطمینان ۹۵٪ وجود ندارد.

jftn.srbiau.ac.ir

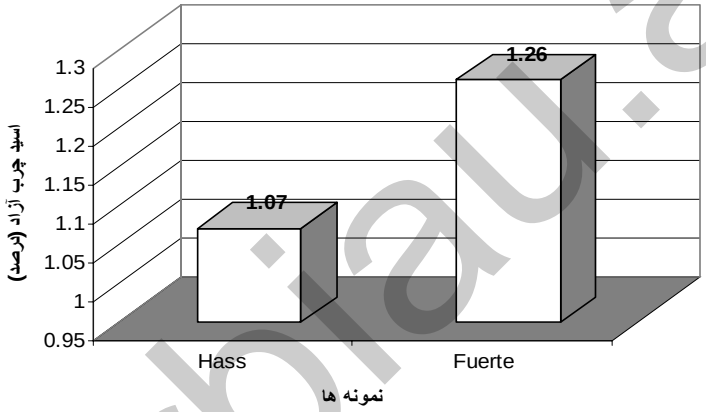
ترکیب اسیدهای چرب روغن حاصل از گوشت دو واریته مورد بررسی در جدول ۱ نشان داده شده است. در هر دو واریته اسیدچرب غالب اسید اولئیک بوده و سایر اسیدهای چرب شامل پالمیتیک، لینولئیک و پالمیتولئیک می باشند.

روغن حاصل از واریته *Hass* دارای اندیس یدی (۸۵/۳۰ گرم ید بر صد گرم روغن) اندکی کمتر نسبت به واریته *Feurte* (۸۵/۹۰ گرم ید بر صد گرم روغن) می‌باشد، ولی اختلاف آماری معنی‌داری با اطمینان ۹۵٪ بین آنها وجود ندارد (نمودار ۶).

نمودار ۷ اندیس صابونی دو واریته مورد بررسی را نشان می‌دهد. اندیس صابونی واریته *Hass* (۱۹۶/۰۱ میلی گرم پتاس بر گرم روغن) از واریته *Fuerte* (۱۹۴/۶۰ میلی گرم پتاس بر گرم روغن) بالاتر است و اختلاف آماری معنی‌داری بین نمونه‌ها با اطمینان ۹۵٪ وجود دارد.

نمودار ۸ زمان پایداری روغن حاصل از بخش گوشتی دو واریته را نشان می‌دهد. نمونه *Hass* (۹/۰۲ ساعت) نسبت به نمونه *Fuerte* (۸/۳۲ ساعت) دارای زمان مقاومت به اکسید شدن بالاتری است.

نمودار ۹ میزان ترکیبات غیر قابل صابونی شونده را بر حسب گرم در ۱۰۰ گرم روغن نشان می‌دهد. میانگین میزان مواد غیر قابل صابونی مربوط به واریته *Hass* (۱/۶۸٪) بصورت جزئی بالاتر از واریته *Fuerte* می‌باشد ولی بین نمونه ها از نظر آماری اختلاف معنی داری با اطمینان ۹۵٪ وجود ندارد.

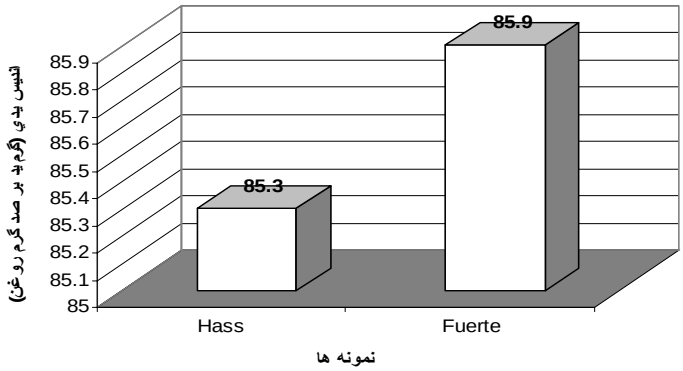


نمودار ۵- درصد اسید چرب آزاد روغن بخش گوشتی میوه آووکادو

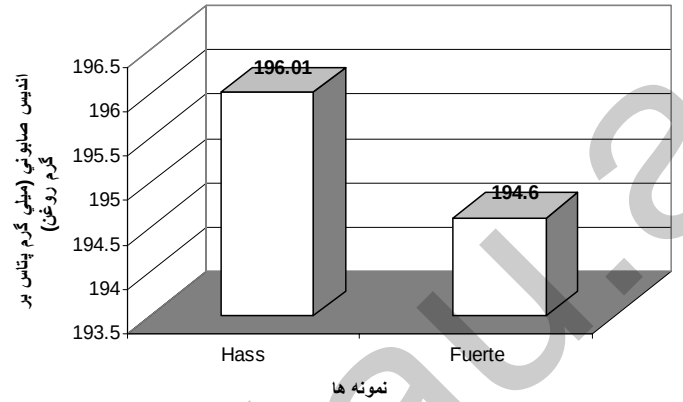
جدول ۱- ترکیب اسیدهای چرب موجود در روغن بخش گوشتی دو واریته آووکادو

ترکیب اسید چرب (٪)	بخش گوشتی *Hass*	بخش گوشتی *Fuerte*
C۱۴:۰	۰/۰۶	۰/۱۰
C۱۶:۰	۱۸/۹۲	۱۷/۶۱
C۱۶:۱	۱۱/۰۹	۵/۰۷
C۱۷:۰	۰/۰۴	–
C۱۷:۱	۰/۲۵	۰/۱۳
C۱۸:۰	۰/۹۴	۱/۰۵
C۱۸:۱	۵۱/۰۰	۵۷/۱۶
C۱۸:۲	۱۵/۸۳	۱۶/۳۳
C۱۸:۳	۱/۲۷	۱/۱۷
C۲۰:۰	۰/۰۹	۰/۱۲
C۲۰:۱	۰/۲۱	۰/۷۴
C۲۲:۰	۰/۰۴	۰/۲۱
سایر	۰/۲۷	۰/۳۱
کل اسیدهای چرب غیر اشباع	۷۹/ ۶۵	۸۰/۶۰
کل اسیدهای چرب اشباع	۲۰/۰۹	۱۹/۰۹

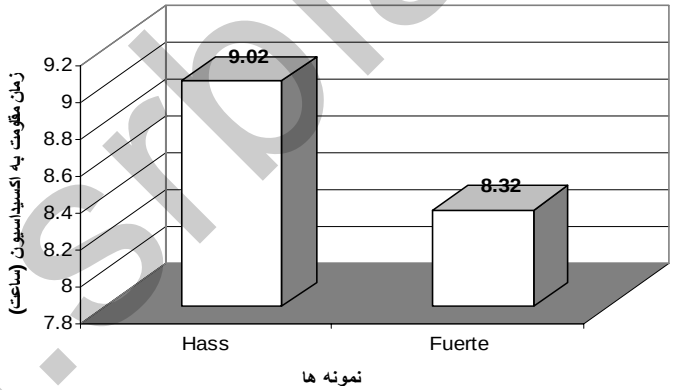
jftn.srbiau.ac.ir



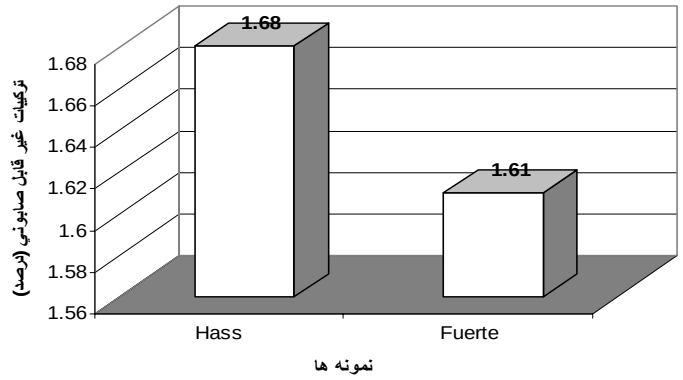
نمودار ۶- عدد یدی روغن بخش گوشتی میوه آووکادو



نمودار۷- عدد صابونی روغن بخش گوشتی میوه آووکادو



نمودار ۸- زمان مقاومت به اکسیداسیون روغن بخش گوشتی میوه آووکادو



نمودار۹- میزان ترکیبات غیر قابل صابونی روغن بخش گوشتی میوه آووکادو

jftn.srbiau.ac.ir

جدول۲- ترکیبات استرولی روغن بخش گوشتی دو واریته میوه آووکادو

نوع استرول	*Hass*(٪)	*Fuerte*(٪)
Cholesterol	۰/۳۲	۰/۳۲
Campesterol	۴/۲۲	۵/۶۰
$\Delta^{5,23}$Stigmastadienol	۱/۰۱	۰/۴۳
Clerosterol	۱/۵۲	۱/۳۸
Beta-Sitosterol	۷۱/۴۴	۷۹/۳۱
Δ^{5}-Avenasterol	۳/۳۳	۷/۴۹
Δ^{7}-Stigmastenol	۶/۵۴	۰/۷۹
Δ^{7}-Avenasterol	۲/۲۰	۰/۹۳
$\Delta^{5,24}$-Stigmastidienol	–	۳/۸۴
Other	۹/۴۲	۰/۰۰

جدول ۳- توکوفرول‌های روغن بخش گوشتی دو واریته میوه آووکادو

نوع توکوفرول	*Hass*(ppm)	*Fuerte*(ppm)
آلفا توکوفرول	۳۳۴/۷۶	۲۰۵/۴۰
گاما توکوفرول	۱۵/۰۷	۸/۹۸
دلتا توکوفرول	۱۵/۸۰	۸/۱۴
سایر	۱/۶۴	۰/۷۱

جدول ۲ ترکیب و درصد استرولهای موجود در روغن حاصل از بخش گوشتی دو واریـته را نشان می‌دهد. در هر دو واریـته بتاسیتواسترول، استرول غالب است.

جدول ۳ میزان توکوفرولهای موجود در روغن حاصل از بخش گوشتی دو واریته مورد بررسی را نشان می‌دهد. در هر دو واریته توکوفرول غالب، آلفاتوکوفرول می‌باشد.

بحث

با توجه به نمودار ۱ اختلاف در وزن میوه‌ها شاید بدلیل اختلاف در نوع واریته، شرایط رشد، میزان آبیاری، کوددهی، تغذیه و غیره باشد. همچنین طبق آیین‌نامه کشور هاوایی هر دو واریته مورد بررسی در دسته میوه کوچک قرار دارند زیرا وزن دو واریته کمتر از ۲۸۰ گرم می‌باشد.

طبق نمودار ۲ در واریته *Hass* ۲۴/۲۰٪ و در واریته *Fuerte* ۱۵/۰۵٪ از وزن کل میوه را هسته تشکیل داده است و بطور کلی می‌توان گفت هرچه هسته بزرگتر باشد نسبت بخش گوشتی کمتر است. پس واریته *Hass* به‌دلیل داشتن هسته بزرگتر، دارای گوشت کمتری نسبت به واریته *Fuerte* می‌باشد.

اختلاف در میزان رطوبت واریته‌های آووکادو احتمالاً می‌تواند بدلیل تفاوت در نوع آب و هوا، شرایط کشت و نگهداری و همچنین نوع بذر باشد. رطوبت سرعت اکسیداسیون چربیها را افزایش می‌دهد. انجام این اکسیداسیون بر مبنای وجود رادیکال آزاد است. با افزایش درصد رطوبت، رادیکال‌های آزاد می‌توانند به شکل فعال‌تری عمل کنند و با حمله به مولکولهای سالم، آنها را نیز بصورت آزاد در آورند و به این ترتیب یک جریان از اکسیداسیون همچنان ادامه می‌یابد (فاطمی ۱۳۸۶). همچنین رطوبت می‌تواند باعث هیدرولیز روغن و ایجاد اسیدهای چرب آزاد گردد. از طرفی با افزایش درصد رطوبت، مقدار روغن میوه کاهش می‌یابد (Parodi *et al.*, 2007). بنابراین می‌توان گفت که درصد رطوبت بالا در واریته *Fuerte* می‌تواند باعث افزایش درصد اسیدچرب آزاد و افزایش سرعت هیدرولیز روغن این واریته نسبت به واریته *Hass* گردد و همچنین باعث کاهش روغن آن شود که همان‌طور که در نمودار ۴ مشاهده می‌گردد، میزان روغن موجود در واریته *Hass* بالاتر از واریته *Fuerte* می‌باشد.

Tango و همکاران میزان روغن بخش گوشتی واریته *Fuerte* را ۲۲/۲٪ گزارش کردند در حالیکه Frietas و همکاران برای همان واریته مقدار ۲۰٪ را اعـــلام نمـــودند (Frietas *et al.*, 1993; Tango *et al.*, 1972).

jftn.srbiau.ac.ir

Werman و همکاران میزان روغن بخش گوشتی واریته *Hass* را ۱۵/۱۰٪ گزارش نمودند در صورتیکه Fumio و همکاران میزان روغن موجود در گوشت واریته مشابه را ۱۸/۲٪ و روغن حاصل از گوشت واریته *Fuerte* را ۱۸/۷٪ اعلام کردند(Werman *et al*., 1996; Fumio *et al*., 2008).

Biale and young نیز در سال ۱۹۷۱ رنج ۱۵ تا۳۰٪ روغن را برای واریته‌های *Fuerte* و *Hass* گزارش کردند.

Bora و همکاران میزان روغن موجود در گوشت آووکادو *Fuerte* کشت شده در برزیل را ۱۵/۳۹٪ و Gomez- Lopez درصد روغن موجود در گوشت واریته‌های *Lula*، *Peruano* و *Pope* را به ترتیب ۱۱/۴۹ ، ۱۱/۲۴ و ۱۳/۳۶ درصد گزارش کردند (Bora *et al*., 2001;Gomez-Lopez, 2002).

اختلاف درصد روغن موجود در بخش گوشتی آووکادوهای کشت شده در ایران با واریته‌های مشابه بررسی شده توسط دیگر محققین می‌تواند به علت تفاوت در منطقه رشد، شرایط آب و هوایی، عوامل محیطی و... باشد. تفاوت در منطقه و آب‌وهوا بر سنتز و ترکیب چربی‌های موجود در میوه بسیار موثر است. از عوامل محیطی موثر بر میزان روغن، دما مهمترین عامل محسوب می‌شود که با افزایش آن درصد روغن کاهش می‌یابد (Angerosa *et al*., 1996).

طبق نمودار ۵ حداکثر اسید چرب آزاد اندازه‌گیری شده ۱/۲۶٪ می‌باشد که در مقایسه با استانداردهای دیگر روغن‌های خام نسبتاً پایین‌تر است، به عنوان مثال درصد اسید چرب آزاد روغن زیتون طبق استاندارد کدکس باید کمتر از ۲٪ باشد. بالا بودن درصد اسید چرب آزاد در واریته *Fuerte* (۱/۲۶٪) نسبت به واریته *Hass* (۱/۰۷٪) می‌تواند به میزان رطوبت اولیه (۷۲/۴۲٪) میوه قبل از استخراج روغن مربوط باشد که این رطوبت طی نگهداری باعث هیدرولیز محتوی روغن آنها شده و درصد اسید چرب آزاد روغن را افزایش می‌دهد. همچنین عدم دقت در برداشت میوه، حمل‌ونقل و نگهداری نیز باعث آزاد شدن آنزیم‌های تجزیه کننده چربی و فعالیت لیپولیتیکی آنها گشته و چون همیشه مقدار قابل توجهی رطوبت وجود دارد، این آنزیم‌ها می‌توانند چربی را به سرعت هیدرولیز نمایند و درصد اسید چرب آزاد را افزایش دهند. اسیدهای چرب آزاد را می‌توان در طی فرایند تصفیه قلیایی یا خنثی‌سازی توسط قلیا به صابونهای نامحلول تبدیل کرد و از روغن جدا نمود. همچنین در مرحله بوگیری نیز اسیدهای چرب آزاد کاهش می‌یابند (Verhe *et al*., 2006).

Werman and Neeman درصد اسید چرب آزاد روغن استخراج شده با استفاده از حلال هگزان از بخش گوشتی واریته *Fuerte* را ۱/۰۳ ٪ گزارش نمودند. همچنین بیان نمودند که در صورتیکه روغن با استفاده ار روش سانتریفوژ از بخش گوشتی استخراج شود، درصد اسید چرب آزاد آن برابر با ۴/۲۰٪ می‌شود (Werman and Neeman, 1987).

Mclachan and Lazar درصد اسید چرب آزاد واریته *Fuerte* را ۰/۸٪ در حالیکه Bora و همکاران میزان اسید چرب آزاد را برای همان واریته ۳/۲٪ گزارش کردند.(Mclachan & Lazar, 2000; Bora *et al*., 2001)

براساس جدول ۱ اسید چرب غالب در روغن‌های استخراج شده به اولئیک اسید اختصاص دارد. وجود مقدار بالای اسید اولئیک به عنوان یکی از مهمترین اسیدهای چرب تک غیر اشباع اهمیت روغن میوه آووکادو را بالا می‌برد زیرا باعث مقاومت بالای این روغن به اکسیداسیون می‌شود. از طرفی به دلیل داشتن بیش از ۵۰٪ اسید اولئیک، می‌توان روغن آووکادو را در گروه روغن‌های اسید اولئیکی به حساب آورد. روغن حاصله همچنین محتوی مقادیر قابل توجهی اسید چرب اشباع پالمیتیک می‌باشد. از طرف دیگر وجود اسید لینولئیک در آن باعث اهمیت تغذیه-ای روغن حاصله می‌گردد چرا که یک اسید چرب ضروری بوده و در پیش گیری از بیماری‌های قلبی-عروقی نقش دارد، از فشار خون بالا جلوگیری می‌کند، کلسترول را کاهش می‌دهد و نیز مشتقات لینولئیک اسید در نقش اجزاء ساختاری غشای پلاسمایی و به عنوان پیش ساز بعضی ترکیبات تنظیم کننده متابولیسم عمل می‌کنند (Ajayi and Adesanwo, 2009).

Mazliak مقدار اسیدهای چرب اولئیک، پالمیتیک و لینولئیک موجود در روغن بخش گوشتی واریته *Fuerte* را به ترتیب ۷۲-۶۷، ۱۶/۷-۱۳، ۱۱/۴-۱۰/۴٪ گزارش نمود و اعلام کرد که میزان اسید پالمیتولئیک ۵/۱-۳٪ می‌باشد (Mazliak, 1971).

jftn.srbiau.ac.ir

Martinez محدوده ۶۵-۶۰ ، ۱۹-۱۵ ،۱۲-۱۱ و ۸/۶-۷/۵ درصد را به ترتیب برای اسیدهای چرب اولئیک، پالمیتیک، لینولئیک و پالمیتولئیک در روغن‌های حاصل از بخش گوشتی واریته‌های *Bacon*، *Fuerte* و *Hass* گزارش نمودند (Martinez *et al*., 1988).

Kadam and Solunkhe در سال ۱۹۹۵ میزان اسیدهای چرب اشباع روغن بخش گوشتی واریته‌های *Fuerte* و *Hass* را به ترتیب ۱۲/۹۳ و۱۱/۲۱ درصد و میزان اسیدهای چرب غیراشباع آنها را ۸۷/۰۷ و ۸۸/۷۹ درصد گزارش کردند.

Werman and Neeman گزارش کردند که روغن استخراج شده از بخش گوشتی میوه آووکادو واریته *Fuerte* حاوی ۶۴/۴٪ اسید اولئیک می‌باشد (Werman & Neeman, 1987)

Mclachlan and Lazar در سال ۲۰۰۰ گزارش نمودند که روغن حاصل از بخش گوشتی واریته *Fuerte* حاوی ۷۰/۵۷٪ اسید اولئیک، ۱۱/۸۵٪ اسید پالمیتیک، ۹/۴۵٪ اسید لینولئیک، ۳/۹۸٪ اسید پالمیتولئیک، ۰/۸۷٪ اسید لینولنیک، ۰/۸۷٪ اسید استئاریک، ۰/۵٪ اسید آراشیدیک، ۰/۶۱٪ اسید بهنیک، ۰/۳۴٪ اسید لیگنوسریک و ۰/۳۹٪ اسید ایکوسنوئیک می‌باشد.

مقایسه نتایج بدست آمده از آووکادوهای کشت شده در ایران، از نظر ترکیب اسیدچرب موجود در روغن حاصل از بخش گوشتی، با نتایج بدست آمده توسط دیگر محققین نشاندهنده این است که میزان اسید اولئیک موجود در واریته‌های ایرانی کمتر از انواع مشابه خارجی است و همچنین میزان اشباعیت دو واریته مورد بررسی از انواع خارجی مشابه بالاتر ولی میزان غیراشباعیت آنها از انواع خارجی مشابه پایین‌تر است. میزان اشباعیت واریته *Fuerte* (۱۹/۰۹٪) از واریته *Hass* (۲۰/۰۹٪) کمتر است و بالعکس میزان غیراشباعیت واریته *Fuerte* (۸۰/۶۰٪) از واریته *Hass* (۷۹/۶۵٪) بالاتر است. پس در کل می‌توان چنین گفت که نوع واریته میوه، منطقه رشد، تغییرات سالانه، فصل، روش‌های فرآوری و ... از عوامل مهم در اختلاف در ترکیب اسیدچرب و مقادیرشان در میوه آووکادو می‌باشند.

اندیس یدی واریته *Hass* بصورت جزئی کمتر از واریته *Fuerte* است که علت آن تفاوت جزئی در غیر-اشباعیت آن نسبت به واریته *Fuerte* می‌باشد. بطورکلی عدد یدی شاخصی از میزان غیر اشباعیت اسیدهای چرب می‌باشد و به ترکیب اسیدهای چرب روغن وابسته است که با افزایش درجه غیر اشباعیت اسیدهای چرب افزایش می‌یابد.

Fumio و همکاران در سال ۲۰۰۸ اندیس یدی روغن بخش گوشتی واریته‌های *Hass* و *Fuerte* را به ترتیب ۹۴/۳ و ۹۲/۴ گرم ید بر صد گرم روغن گزارش کردند. در حالیکه Bora و همکاران در سال ۲۰۰۱ اندیس یدی روغن بخش گوشتی واریته *Fuerte* را ۷۷/۶ گرم ید بر صد گرم روغن و Martinez و همکاران در سال ۱۹۸۸ اندیس یدی بالای ۱۳۳ گرم ید بر صد گرم روغن را برای روغن حاصل از بخش گوشتی واریته‌های *Hass* و *Fuerte* گزارش نمودند که این اختلاف در اندیس یدی در ارتباط با ترکیب اسید چرب و درجه غیر اشباعیت آن می‌باشد.

Tango و همکاران در سال ۱۹۷۲ اندیس یدی روغن بخش گوشتی واریته‌های آووکادو را ۷۶/۵ تا ۹۹/۷ گرم ید بر صد گرم روغن گزارش نمودند.

اختلاف در نتایج حاصله با یافته‌های سایر محققین نشان دهنده آن است که میزان غیراشباعیت اسیدهای چرب واریته های کشت شده در ایران با واریته‌های مشابه خارجی متفاوت است و در اکثر موارد غیر اشباعیت کمتری دارند. میزان اندیس یدی روغن زیتون طبق استاندارد کدکس (CODEX STAN 33-1981/Rev.2-2003) ۹۴-۷۵ گرم ید بر صد گرم روغن است که در مقایسه با آن، اندیس یدی حاصل از بخش گوشتی میوه آووکادو نیز در این محدوده می‌باشد که این نشان‌دهنده میزان غیر اشباعیت تقریباً مشابه این دو روغن با یکدیگر است. اگرچه از نظر ترکیب اسیدهای چرب این دو روغن، تفاوت‌هایی مشاهده می‌گردد.

عدد صابونی، متوسط وزن مولکولی اسیدهای چرب تشکیل دهنده گلیسریدهای یک چربی را نشان می‌دهد و به صورت میلی‌گرم پتاس لازم برای صابونی کردن ۱ گرم از چربی یا روغن بیان می‌شود. این پارامتر در ارتباط معکوس با وزن مولکولی چربی است. به عبارت دیگر، وزن مولکولی بالاتر، عدد صابونی پایین تری می‌دهد. اسیدهای چرب کوتاه زنجیرتر اعداد صابونی بالاتری نسبت به اسیدهای چرب بلند زنجیرتر دارند(Shahidi, 2005).

Fumio و همکاران در سال ۲۰۰۸ میزان اندیس

jftn.srbiau.ac.ir

صابونی را برای دو واریته *Hass* و *Fuerte* به ترتیب ۱۹۵/۱و ۱۹۴/۲ (میلی گرم پتاس بر صد گرم روغن)، Bora و همکاران در سال ۲۰۰۱ برای واریته *Fuerte* کشت شده در برزیل ۱۷۶/۳ (میلی گرم پتاس بر صد گرم روغن) وMclachlan and Lazar در سال ۲۰۰۰ برای واریته *Fuerte* ۱۹۱ (میلی گرم پتاس بر صد گرم روغن) گزارش کردند. Tango و همکاران در سال ۱۹۷۲ رنج ۱۶۷/۶ تا ۱۹۵/۱(میلی گرم پتاس بر صد گرم روغن) را برای اندیس صابونی واریته‌های آووکادو اعلام کردند. با مقایسه نتایج حاصله طبق نمودار۷ با یافته‌های سایر محققین، مشخص گردید که میزان اندیس صابونی حاصله از میزان بدست آمده توسط سایر محققین بالاتر است که نشان‌دهنده وزن مولکولی پایین‌تر اسیدهای چرب آووکادوهای کشت شده در ایران نسبت به آووکادوهای خارجی است. از طرف دیگر اکسیداسیون نیز می‌تواند باعث افزایش اندیس صابونی گردد. که با توجه به درصد اسید چرب آزاد واریته‌های مورد بررسی و اینکه اکسیداسیون یک واکنش محتمل در روغن‌ها است، می‌تواند در این رابطه موثر بوده باشد. همچنین بالا بودن اندیس صابونی واریته *Hass* نسبت به واریته *Fuerte* می‌تواند بدلیل بالا بودن میزان اسید پالمیتیک و اسید پالمیتولئیک باشد.

روش رنسیمت غالباً برای تعیین پایداری روغن و چربی به اکسیداسیون استفاده می‌شود. زمان القایی یا زمان مقاومت به اکسید شدن روغن، مدت زمان بین لحظه رسیدن نمونه به دمای مورد نظر و لحظه‌ای است که تولید محصولات ثانویه حاصل از اکسید شدن چربی به سرعت افزایش می‌یابد و بر حسب ساعت گزارش می‌گردد (Gunstone, 2007). به طور کلی افزایش درصد غیر اشباعیت، سرعت اکسیداسیون را افزایش می‌دهد. با توجه به نمودار ۸ و جدول ۱ نمونه‌های موجود به علت داشتن مقادیر بالای اسید اولئیک و مقادیر پایین لینولئیک اسید دارای زمان مقاومت نسبتاً بالایی می‌باشند. واریته *Fuerte* اگر چه دارای مقادیر بالاتر اسید اولئیک (۵۷/۱۶٪) نسبت به واریته *Hass* (۵۱/۰۰٪) است اما دارای زمان مقاومت به اکسیداسیون کمتری است که می‌توان فعالیت آنتی‌اکسیدانی ترکیبات کم مقدار شامل مواد غیر صابونی همچون توکوفرول‌های بالاتر در واریته *Hass* را در زمان مقاومت به اکسیداسیون بالاتر آن نسبت به واریته *Fuerte* موثر دانست. در مجموع زمان پایداری بدست آمده برای روغن‌های خام مورد بررسی مناسب ارزیابی می‌گردد چرا که در بسیاری از منابع روغنی خام، زمان پایداری به اکسیداسیون بسیار کمتر از مقدار بدست آمده در دو واریته مورد بررسی است.

تمامی روغنها حاوی ترکیباتی هستند که توسط قلیای الکلی صابونی نمی‌شوند که به آنها ترکیبات غیر صابونی شدن گفته می‌شود (قنبرزاده ۱۳۸۷).

Mclachlan and Lazar در سال ۲۰۰۰ میزان ترکیبات غیر صابونی را برای واریته *Fuerte* ۱/۶٪ گزارش کردند.

Werman and Neeman در سال ۱۹۸۷ میزان ترکیبات غیرصابونی را برای روغن استخراج شده با هگزان از گوشت واریته *Fuerte* ۱/۷۹٪ و برای روغن استخرج شده با حلال پترولیوم اتر ۱/۶۸٪ گزارش نمودند. همچنین بیان کردند که روغن جدا شده از واریته *Hass* با روش سانتریفوژی دارای مقدار ۱/۴٪ ترکیبات غیرصابونی می‌باشد. با مقایسه نتایج حاصله با یافته‌های سایر محققین، اختلاف چندانی میان واریته *Fuerte* کشت شده در ایران با واریته مشابه خارجی وجود ندارد. همچنین ترکیبات غیرقابل صابونی بدست آمده برای واریته *Hass* (۱/۶۸٪) و *Fuerte* (۱/۶۱٪) در مقایسه با استاندارد روغن زیتون (حداکثر ۱/۵٪) کمی بالاتر هستند.

طبق جدول ۲ میزان کل فیتوسترول‌های بدست آمده در واریته *Fuerte* (۵۴۷۰/۰۷ ppm) بالاتر از واریته *Hass* (۴۸۹۸/۲۱ ppm) می‌باشد و در هر دو واریته بتاسیتواسترول استرول اصلی است.

استرول‌ها به عنوان ترکیبات کم مقدار روغن آووکادو، ۰/۴۸٪ روغن واریته *Hass*، معادل ۴۸۹۸/۲۱ ppm و ۰/۷۴٪ روغن واریته *Fuerte*، معادل با ۷۴۵۰/۰۷ ppm را تشکیل داده است. طبق استاندارد کدکس (Codex-Stan 210/2005) روغن‌هایی با بالاترین میزان استرول، روغن کانولا با ۱۱۳۰۰-۴۵۰۰ ppm استرول، روغن ذرت با ۲۲۱۰۰-۷۰۰۰ ppm استرول و روغن کنجد با ۱۹۰۰۰-۴۵۰۰ ppm استرول می‌باشند که نسبت به این روغن‌ها، روغن آووکادو نیز جزء روغن‌های حاوی مقادیر بالای استرول است و همچنین نسبت به روغن زیتون (۳۰۷۵-۱۰۰۰ ppm استرول) نیز دارای میزان بالاتری استرول است.

jftn.srbiau.ac.ir

Duester در سال ۲۰۰۱ گزارش نمود که در میان استرول‌های موجود در بخش گوشتی آووکادو، بتاسیتواسترول فراوان‌ترین استرول است که به میزان ۷۶/۴ (mg/۱۰۰g) موجود است. فیتواسترول فراوان بعدی، کامپسترول است که به میزان ۵/۱ (mg/۱۰۰g) یافت شد و استیگما استرول پایین‌تر از حد قابل شناسایی بود.

در کل میزان فیتواسترول‌های موجود در آووکادوهای کشت شده در ایران بالاتر از انواع خارجی است.

با توجه به جدول ۳ میزان توکوفرول تام موجود در روغن حاصل از بخش گوشتی واریته *Hass* (۳۶۷/۲۷ ppm) از واریته *Fuerte* (۲۲۳/۲۳ ppm) بیشتر است. در هر دو نمونه سه توکوفرول آلفا، گاما و دلتا توکوفرول موجود می‌باشند و آلفاتوکوفرول اصلی‌ترین توکوفرول موجود است. Chun و همکاران در سال ۲۰۰۶ میزان کل توکوفرول‌های موجود در واریته *Fuerte* را با استفاده از HPLC، ۱/۵۲ mg/۱۰۰ g و برای واریته *Hass* ۲/۷۵ mg/۱۰۰g و آلفا- توکوفرول را فراوان‌ترین توکوفرول موجود در آووکادو گزارش کردند و بیان نمودند که گاما- توکوفرول به میزان بسیار اندکی فقط در واریته *Hass* موجود است.

Lu و همکاران در سال ۲۰۰۵ میزان آلفا- توکوفرول موجود در روغن واریته *Hass* را ۲۸۷۱ (میکروگرم بر۱۰۰گرم) و میزان گاما- توکوفرول را ۳۳۴ (میکروگرم بر۱۰۰گرم) گزارش کردند.

Brikbeck (2002) میزان کل توکوفرول‌های موجود در روغن آووکادو را بین ۱۳۰ تا ۲۰۰ ppm گزارش نمودند.

طبق جدول ۳ و با مقایسه نتایج بدست آمده با نتایج سایر محققین چنین بدست می‌آید که میزان کل توکوفرول‌های موجود در روغن آووکادوهای کشت شده در ایران نسبت به آووکادوهای خارجی در حد بسیار بالایی قرار دارد و هر سه نوع توکوفرول در هر دو واریته موجود است. پس آووکادوهای ایرانی از لحاظ توکوفرول بر انواع خارجی برتری دارند. مقدار توکوفرول کل در روغن آووکادو واریته *Hass* ۰/۰۳۶٪ و در واریته *Fuerte* ۰/۰۲۲٪ روغن است. ۹۱/۱۴٪ از کل توکوفرولهای واریته *Hass* و ۹۲/۰۱٪ از کل توکوفرولهای واریته *Fuerte* را آلفا- توکوفرول تشکیل داده است. همچنین گاما- توکوفرول به ترتیب ۴/۱۰٪ و ۴/۰۲٪ و دلتا- توکوفرول به ترتیب ۴/۳۰٪ و ۳/۶۵٪ از کل توکوفرولهای واریته *Hass* و *Fuerte* را تشکیل داده‌اند. پس می‌توان نتیجه گرفت که خاصیت آنتی اکسیدانی *Hass* نسبت به *Fuerte* قویتر است و روغن آن دارای زمان مقاومت به اکسیداسیون بالاتری می‌باشد.

نتیجه‌گیری

میزان روغن و همچنین ترکیب مناسب اسیدهای چرب روغن آووکادو (بیش از ۵۰٪ اسید اولئیک) سبب توجه اکثر کشورهای جهان به این میوه روغنی شده است. نتایج حاصل از این پژوهش حاکی از این بود که بخش گوشتی واریته *Hass* دارای درصد روغن (۱۶/۵۱٪) بیشتری نسبت به بخش گوشتی واریته *Fuerte* (۱۵/۳۱٪) می‌باشد و اسید چرب غالب در هر دو واریته اسید اولئیک (بالای ۵۰٪) است. بنابراین می‌توان روغن آووکادو را بدلیل داشتن بیش از ۵۰٪ اسید اولئیک در گروه روغن‌های اسید اولئیکی به حساب آورد. بالاترین عدد صابونی، بیشترین زمان مقاومت به اکسیداسیون و بالاترین میزان ترکیبات غیرقابل صابونی شدن مربوط به واریته *Hass* می‌باشد و واریته *Fuerte* بیشترین میزان اسیدچرب آزاد، اندیس یدی و استرول را دارد. همچنین نتایج نشان داد که بتاسیتواسترول، استرول غالب و آلفاتوکوفرول، توکوفرول اصلی روغن آووکادو است. در کل می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که واریته *Hass* بدلیل داشتن درصد روغن بیشتر، درصد ترکیبات غیر قابل صابونی و خصوصاً توکوفرول بیشتر و نیز زمان پایداری بهتر در مقابل اکسیداسیون مناسبتر از واریته دیگر می‌باشد.

منابع

صالحی سورمقی، م. ح. (۱۳۸۵). گیاهان دارویی و درمانی. انتشارات دانشگاه دنیای تغذیه، صفحه۵۱-۵۲.

زرگری، ع. (۱۳۶۹). گیاهان دارویی. انتشارات دانشگاه تهران، صفحه ۳۴۶-۳۴۹.

قنبرزاده، ب. (۱۳۷۷). شیمی مواد غذایی. چاپ چهارم. انتشارات نعمتی. جلد اول، صفحه ۴۹-۱۰۶.

Angersa, F. L., Giacito, D. & Basti, G. (1996). Influence of pedoclimatic parameters on the virgin Olive oil composition. Sastanze Grass, 23.

American Oil Chemists' Society. (1997). Official Methods of the American Oil Chemists' Society.

jftn.srbiau.ac.ir

Azizi, S. N. & Najafzade, S. (2008). Fatty acids and volatile compounds in avocado cultivated in north of Iran, World Applied Science Journal, 5(1):01 –04.

Birkbeck, J. (2002). Health benefits of avocado oil. Food. N. Z. April/May, 40-42.

Baile, J. B. & Young, R. E. (1971). The Avocado Pear. In: The Biochemistry of Fruits and Their Products. A. C. Hulme (ed). Academic Press. NY.

Both, B. M. & McCrindle, R. I. (2003). Supercritical fluid extraction of avocado oil. South African Avocado Grower's Association Yearbook, 26: 11-13.

Bora, P. S., Narain, N., Rocha, R. V. M. & Paula. M. Q. (2001). Characterization of the oils from the pulp and seeds of avocado (cultivar: Fuerte) fruits. Grasas y Aceites, 52:171-174.

Chun, J., Junsoo, L., Ye, L., Exler, J. & Eitenmiller, R. R. (2006). Tocopherol and tocoterienol contents of raw and processed fruits and vegetables in the united states diet. Journal of Food Composition and Analysis, 19:196-204.

Codex Standard for Olive Oil and Olive Pomacs Oils (CODEX STAN 33-1981/Rev 2- 2003).

Codex Standard for Named Vegetable Oils (CODEX STAN 210-2005).

Ding, H., Chin, Y. W., Douglas Kinghorn, A. & D' Ambrosia, S. M. (2007). Chemo preventive characterization of avocado fruit. Seminar in Cancer Biology, 17: 386-394.

Duester, K. C. (2001). Avocado Fruit is a rich a source of β- sitosterol. Journal of The American Dietetic Association, 101(4), 404-405.

Efendi, D. (2003). Trasformation and cryopreservation of embryogenic avocado cultures. A Dissertation Presented to the Graduate of the University of Florida in Partial Fulfillment of the Requirement for the Degree of Doctor OF Philosophy, 4-6.

Fireston, D. (1994). Official methods and recommended practices of the oil chemist society, 4th edn., AOCS Press. Champaign, IL.

Fireston, D. (1990). Official methods of analysis of the association of official analytical chemist. 15th edn., Arlington, USA.

Freitas, S. P., Lago, R. C. A., Jablonca, F. H. & Hartman, L. (1993). Aqueous enzymic extraction of avocado oil fresh pulp. Revue Francaise des Crops Grass, 40(11/12), 365-371.

Fumio, T., Kaori, M., Shin, A., Yasuyoshi, T. & Shingo, I. (2008). Lipid and fatty acid composition of mesocarp and of avocado fruits harvested at northern Japan. Journal of Oleo Science, 57(11), 591-597

Gòmez-Lòpez, V. M. (2002). Fruit characterization of high oil content avocado varieties. Sci. Agri, 59(2), 1-6.

Gunstone, F. D., Harwood, L. & Dijkstra, A. J. (2007). The Lipid Handbook. Third Edition. CRS Press, p: 68.

Kaiser, C. & Wolstenholme, B. N. (1994). Aspects of delayed harvest of *'Hass'* avocado *(Persea Americana Mill)* fruit in cool subtropical climate. I. Fruit lipid and fatty acid accumulation. Journal of Horticulture Science, 63(3), 437-445. Kikuta, Y. & Erickson, L. C. (1968). Seasonal changes of avocado lipids during fruit development and storages, California Avocado Scociety Yearbook, 52, 102-108.

Kilcast, D. & Subramaniam, P.(2000). The Stability and Shelf-Life of Food. Woodhead Publishing in Food Science and Technology.

Lu, Q-Y., Arteoga, J. R., Qifang, Z., Huerta, S., Go, V. L. W. & Heber, D. (2005). Inhibition of prostate cancer cell growth by an avocado extract: Role of lipid- soluble bioactive substances. J. Nutr. Biochem, 16, 23-30.

Mazliak, P. (1965). Fruits, 20:49.

Martinez, N. L., Camacho, R. F., Rodriguez, V. S. & Moreno, H. M. V. (1988). Extraction and characterization of avocado oil. Grasas Y Aceites, 39, 272-277.

McLachlan and Lazar. (2000). Consulting Industrial Chemists, Po Box 3344, Johannesburg.

Naveh, E., Werman, M. J., Sabo, E. & Neeman, I. (2002). Defatted avocado pulp reduces body weight and total hepatic fat

jftn.srbiau.ac.ir

but increases plasma cholesterol in male rats fed diets with cholesterol. J. Nutr, 132(7), 2015-2018.

Parodi, G., Sanchez, M. & Daga, W. (2007). Correlation of oil content, dry matter and pulp moisture as harvested indicators in Hass avocado fruits grown under two conditions of orchards in China-Peru. Proceedings VI World Avocado Congress. ISBN NO 978-956-17-0413-8.

Requejo- Tapia, L. C., Woolf, A. B., Roughan, G., Schroeder, G. R., Young, H. & White, A. (1998/99). Avocado postharvest research: Seasonal changes in lipid content and fatty acid composition of '*Hass*' avocados. Report to the NZ Avocado Industry Council.

Salazar, M. J., Hafidi, M. E. L., Pastelin, G., Rmirez-Ortega, M. C. & Sanchez-Mendoza, M. A. (2005). Effect of an avocado oil – rich diet over an angiotensin II- indused blood pressure response. Journal of Ethnopharamocolory, 98, 335-338.

Samson, J. A. (1986). Tropical Fruits. Second Edition. Longman. Landon, 253.

Shahidi, F. (2005). Bailey's Industerial Oil and Fats Products. Sixth Edition. John Wiely and Sons, Inc, 5, 388-389.

Singhal, R. S., Kulkarni, P. R. & Rege, D. V. (1997). Handbook of Indices of Food Quality and Authenticity. Woodhead Publishing Series in Food Science and Technology: 328.

Swisher, E. H. (1988). Avocado oil from food use to skin care. J. Am. Oil. Chem. 65, 1704-1706.

Tango, J. S., Do Costa. S. L. Antunea A. J. & Figueredo L. B. (1972). Composition of fruit oil of different varieties of avocado grown in são Paulo. Fruits. 27, 143-146.

Turatti, J. M., Santos, L. C., Tanqojs, D. & Arima, K. K. (1985). Characterization of avocado oil extracted by various methods. Ins de Technnologia de Alimentos, Compinas, Sao Paulo, Brazil, Oletim do Institute de Technologia de Alimentos Brazil, 22(2), 267-284.

Veĥre, R., Verleyen, T., Von Hoed, V. & De Greyt, W. (2006). Influence of refining of vegetable oils on minor components. Journal of Oil Palm Research Special Issue.168-179.

Werman, M. J. & Neeman, I. (1987). Avocado oil production and chemical characteristics. JAOCS, 64(2), 229-232.

Werman, M. J. & Neeman, I. (1996). A simple and sensitive method for detecting avocado seed oil in various avocado oils. JAOCS, 73(5), 665-667.

jftn.srbiau.ac.ir

Chemical Evaluation of Oil Extracted from the Pulp of Two Varieties of Avocado Fruit Cultivated in North of Iran

D. Izadyar [a], M. Gharachorloo [b]*, B. Ghiassi Tarzi [b], R. Azizinejad [c]

[a] M. Sc. Student of Food Science and Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

[b] Assistant Professor of the College of Food Science & Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

[c] Academic Member of the College of Agriculture & Natural Resource, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Received: 20 April 2010 Accepted: 3 August 2010

Abstract

Introduction: The plants are the main edible oil sources for food, industrial and pharmaceutical uses. Different sources of oil due to their different composition and components might not be effective alone to fulfilled the nutritional needs, therefore various researches in the field of oil recourses is essential. This study is concerned with the evaluation of oils extracted from two varieties of avocado fruit which were obtained from North of Iran (Mazandaran).

Materials and Methods: The pulp of each variety was subjected to oil extraction. The oils extracted from the pulps were subjected to a series of chemical tests consisting of fatty acids composition, free fatty acids content, iodine and saponification values, nonsaponifiable matter content, induction period measurements and qualitative and quantitative analysis of sterols and tocopherols.

Results: The results of the fatty acids analysis showed that the predominant fatty acid was oleic followed by palmitic, linoleic and palmitoleic acids. The results indicated that *Fuerte* variety had the highest amount of free fatty acid and iodine value and *Hass* variety had the highest amount of nonsaponifiable matter and saponification value. β-sitosterol and α-tocopherol were the predominant sterol and tocopherol present in the oils examined respectively.

Conclusion: According to these results, *Hass* variety has more desirable characteristics and higher oil content and generally the oil might be compared to olive oil in terms of nutritional values.

Keywords: *Avocado, Fatty Acid Composition, Nonsaponifiable Matter, Oil.*

* Corresponding Author: m_gharachorlo@srbiau.ac.ir

jftn-srbiau.ac.ir