نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۲۱ شماره ۴/ سال ۱۳۹۰

ترکیبات شیمیائی و تاثیر برخی روش‌های فرآوری حرارتی بر میزان ترکیبات فنولی میوه دو واریته بلوط ایرانی

مریم قادری قهفرخی[1*]، مهران اعلمی [2]، علیرضا صادقی ماهونک[2]، محمد قربانی[2] و محمد حسین عزیزی[3]

تاریخ دریافت: ۸۹/۶/۲۴ تاریخ پذیرش : ۹۰/۹/۱۲

۱- دانشجوی دکتری تکنولوژی مواد غذائی دانشگاه تربیت مدرس تهران

۲- استادیار گروه علوم و صنایع غذائی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۳- دانشیار گروه علوم و صنایع غذائی دانشگاه تربیت مدرس تهران

*مسئول مکاتبه : Email: mghaderi_gh@yahoo.com

چکیده

در مطالعه حاضر، ترکیبات شیمیائی و تاثیر روش‌های فرآوری شامل جوشاندن، اتوکلاو و برشته کردن بر میزان کاهش ترکیبات فنولی دو واریته بلوط ایرانی به نام‌های کوئرکوس برانتی واریته پرسیکا و کوئرکوس کاستانیفولیا واریته کاستانیفولیا مورد بررسی قرار گرفت. از نظر میزان پروتئین، چربی، فیبر، خاکستر، کربوهیدرات، اسیدهای چرب و املاح، اختلاف معنی داری ($P<۰/۰۵$) بین دو واریته مورد بررسی وجود داشت. مقدار ترکیبات فنولی در واریته‌های پرسیکا و کاستانیفولیا به ترتیب ۴/۳۳ و ۹/۱۱ ٪ (بر حسب ماده خشک) بود. با استثنای برشته کردن، دو روش دیگر میزان ترکیبات فنولی را نسبت به نمونه‌های شاهد به طور چشمگیری کاهش دادند. در حین برشته کردن به موازات افزایش دما و زمان، مقدار ترکیبات فنولی دو واریته به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافت. واریته های پرسیکا و کاستانیفولیا طی فرآیند جوشاندن به ترتیب ۵۲-۱۴ ٪ و ۵۲-۴۷٪ از ترکیبات فنولی خود را از دست دادند در حالی که این میزان طی فرآیند اتوکلاو به ترتیب ۶۲/۹۴-۵۱/۳۳٪ و ۴۹/۹۴-۴۶/۴٪ بود. بهترین تیمارها از نظر کاهش مقدار ترکیبات فنولی برای واریته‌های پرسیکا اتوکلاوکردن به مدت ۳۰ دقیقه و برای واریته کاستانیفولیا جوشاندن به مدت ۶۰ دقیقه بود.

واژه‌های کلیدی : اتوکلاو، برشته کردن، جوشاندن، میوه بلوط، ترکیبات فنولی

Chemical composition and effect of thermal processing methods on polyphenol content of two Iranian acorn varieties

M Ghaderi Ghahfarokhi [1*], MAlami[2], A Sadeghi Mahoonak[2], M Ghorbani[2], M Azizi

Revised: September 15, 2010 Accepted: December 03, 2011

[1]Ph.D Student, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran
[2]Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
[3]Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran
[*]Corresponding author: Email: mghaderi_gh@yahoo.com

Abstract

In the present study, chemical composition and the effects of different processing treatments including boiling, autoclaving, roasting on the reduction of polyphenol compounds of two acorns varieties namely *Quercus branti* var. persica and *Quercus castaneifolia* var. castaneifolia were investigated. There were significant ($P < 0.05$) differences among the acorn varieties in terms of crude protein, oil, fiber, ash, carbohydrates, fatty acids and mineral content. Polyphenol content in *Q.castaneifolia* and *Q.branti* were 9.11 and 4.33 (gr/100gr d.b), respectively. Except roasting treatment, other investigated processes caused a significant ($P \leq 0.05$) decrease in the polyphenol contents as compared to the raw samples. In roasting treatment, the polyphenol content increased for two varieties as the roasting time and temperature increased. Boiling reduced the concentrations of polyphenols of *Q.branti* by 14-52% and of *Q.castaneifolia* by 47-52% while in autoclaving treatment 51.33-62.94% and 46.4-49.94% of poluphenol content were decreased, respectively. Boiling for 60 min and autoclaving for 30 min caused the highest reduction in polyphenol content for *Q.castaneifolia* and *Q.branti,* respectively.

Key Words: Acorn fruit, Autoclaving, Boiling, Polyphenolic compound, Roasting

مقدمه

ارزش تغذیه‌ای بسیاری از منابع غذایی گیاهی نظیر حبوبات و غلات به واسطه حضور انواع مختلفی از ترکیبات ضد تغذیه‌ای محدود می‌گردد. ترکیبات ضد تغذیه‌ای دسته بزرگی از متابولیت های ثانویه هستند که توزیع گسترده‌ای در گیاهان دارند. از جمله ترکیبات ضد تغذیه‌ای موجود در گیاهان می‌توان به بازدارنده-های آنزیمی، ساپونین‌ها، لکتین، پلی فنول‌ها، اسید فیتیک، اگزالات و غیره اشاره کرد (دشپنده ۲۰۰۲). پلی فنول‌ها و تانن‌ها ترکیباتی هستند که به وفور در بسیاری از اندام‌های گیاه یافت می‌شوند و از این رو جزء جدائی ناپذیر رژیم غذائی انسان به شمار می‌آیند و از تنوع چشم‌گیری در ساختار شیمیائی خود برخوردارند. یکی از مهمترین و شناخته شده‌ترین ویژگی‌های ترکیبات فنولی، توانایی اتصال آنها به گروه-های دارای بار مثبت موجود در ساختار پروتئین‌ها، اسیدهای آمینه، کاتیون‌های چند ظرفیتی و مواد معدنی از قبیل آهن، روی و کلسیم و بنابراین کاهش ارزش تغذیه‌ای این ترکیبات می‌باشد (خاندلوال و همکاران ۲۰۰۹). علاوه بر این، فنول‌ها می‌توانند به پروتئین‌های داخلی بدن نظیر آنزیم‌های دستگاه گوارش متصل گردند و از فعالیت آنها جلوگیری کنند. این عمل نیز قابلیت هضم پروتئین‌ها و سایر ماکرومولکول‌ها نظیر نشاسته را کاهش می‌دهد (راول و همکاران ۲۰۰۳). از سایر آثار نامطلوب تانن ها و ترکیبات فنولی می‌توان به افزایش دفع پروتیین‌ها، آمینواسیدها و املاح ضروری از بدن و آسیب به لایه مخاطی دستگاه گوارش اشاره کرد (یراوو ۱۹۹۸). علاوه بر تاثیر این ترکیبات بر

ویژگی‌های تغذیه‌ای مواد غذائی، ترکیبات فنولی مسئول برخی ویژگی‌های حسی مرتبط با کیفیت مواد غذایی گیاهی می‌باشند که از آن جمله می‌توان به تاثیر آنها در ایجاد طعم تلخ وگس، رنگ تیره، بو و پایداری اکسیداتیو مواد غذایی اشاره کرد و از این رو حضور آنها برای بسیاری از تولید کنندگان و مصرف‌کنندگان حائز اهمیت است (شوجی ۲۰۰۷). روش‌های مختلفی برای کاهش این ترکیبات از منابع غذایی مختلف وجود دارد که از آن جمله می‌توان به پوست‌گیری، خیساندن در محلول‌های مختلف و یا روش‌های حرارتی نظیر برشته‌کردن، جوشاندن و اتوکلاو کردن اشاره کرد (دشپنده ۲۰۰۲). این روش‌ها علاوه بر بهبود کیفیت تغذیه‌ای، میزان پذیرش فرآورده توسط مصرف کنندگان را نیز تحت تاثیر قرار می‌دهند، چرا که با تغییرات قابل قبولی در ویژگی‌های ارگانولپتیکی نظیر بافت، مزه، بو و رنگ همراه می‌باشند. تمامی این روش‌ها به وفور در مقیاس خانگی برای فرآوری غلات ، حبوبات و حتی برخی از سبزیجات مورد استفاده قرار می‌گیرند (سامسوب و همکاران ۲۰۰۸). فرآیندهای حرارتی یا پختن، از قدیمی-ترین روش‌های فرآوری مواد غذایی برای مصارف انسانی محسوب می‌شوند. پختن ممکن است در شرایط اتمسفری (جوشاندن) یا تحت فشارهای بالاتر (اتوکلاوکردن) و یا به صورت برشته کردن انجام گردد (دشپنده ۲۰۰۲). هدف اولیه از این فرآیند افزایش قابلیت خوردن، خوشمزه شدن و توسعه طعم و عطر مناسب می‌باشد. روش‌های حرارتی مورد استفاده جهت آماده سازی مواد غذایی بر پایه غلات، بافت، طعم و ارزش تغذیه‌ای آنها را از طریق ژلاتینه کردن نشاسته، تغییر ماهیت پروتئین، افزایش قابلیت دسترسی به مواد مغذی و غیر فعال کردن ترکیبات ضد تغذیه‌ای افزایش می‌دهد (گالگوس- اینفنت و همکاران ۲۰۰۹). درخت بلوط متعلق به خانواده فاگاسه و جنس کوئرکوس می‌باشد. میوه‌ی این درخت یکی از منابع غنی از کربوهیدرات، اسید آمینه، چربی و استرول‌های مختلف بوده که از قدیم الایام در بسیاری از مناطق جهان در تهیه‌ی نان یا کیک مورد استفاده قرار گرفته است. میوه‌ی بلوط علاوه بر ترکیبات تغذیه‌ای حاوی مقادیر قابل توجهی از ترکیبات فعال بیولوژیکی می‌باشد که از آن جمله می‌توان به تانن، گالیک اسید، الاجیک اسید و مشتقات گالویل یا هگزا هیدروکسی دی فنوئیل اشاره کرد (راکیک و همکاران ۲۰۰۶). در کشور ما، جنگل‌های بلوط توزیع گسترده‌ای در نواحی غرب، جنوب غرب، شمال و شمال غرب دارند. متاسفانه میوه بلوط تولیدی در این مناطق به جزء استفاده‌ی محدود در خوراک دام و نیز صنایع تولید تانن، کاربرد دیگری نداشته و در جنگل بدون استفاده هدر می‌روند. از آن جا که همانند سایر منابع غذایی گیاهی معمول، این محصولات نیز ممکن است حاوی مقادیر قابل توجهی ترکیبات ضد تغذیه‌ای باشند (شیمادا ۲۰۰۱) و هم چنین نظر به اینکه این میوه قبل از مصرف ممکن است به وسیله برخی روش های خانگی فرآوری گردد، بنابراین هدف از این تحقیق، بررسی تاثیر فرآیندهای حرارتی بر میزان ترکیبات فنولی این دو واریته می‌باشد.

مواد و روش ها

در این تحقیق از میوه دو واریته‌ی بلوط استفاده شد. جمع‌آوری میوه‌ی گونه‌های کوئرکوس برانتی واریته پرسیکا و کوئرکوس کاستانیفولیا واریته‌ی کاستانیفولیا به ترتیب از مناطق جنگلی استان‌های چهارمحال و بختیاری و گلستان در اواخر آبان ماه سال ۱۳۸۷ صورت گرفت، جهت سهولت و پرهیز از تکرار اسامی، از این پس اسامی دو واریته را به ترتیب به صورت Qb و Qc بیان خواهیم نمود. به دلیل بالا بودن محتوای رطوبت، میوه‌ها به مدت ۳ هفته در شرایط محیط تا رسیدن به رطوبت مطلوب، خشک شدند.

آزمون‌های شیمیائی

اندازه گیری رطوبت، چربی، پروتئین، فیبر و خاکستر طبق روش های استاندارد صورت پذیرفت. جهت تعیین املاح سدیم، پتاسیم نمونه‌ها از دستگاه فلیم فتومتر و جهت تعیین میزان آهن، منیزیم، روی، کلسیم و مس از دستگاه جذب اتمی استفاده شد. میزان فسفر نیز با دستگاه اسپکتروفتومتری تعیین گردید. نوع و میزان اسیدهای چرب موجود در نمونه‌ها پس از استخراج با هگزان و متیله کردن اسیدهای چرب (پرز و یرادیلا،

۲۰۰۷)، توسط دستگاه کروماتوگرافی گازی (یونیکم-۴۶۰۰ مجهز به دتکتور یونیزاسیون شعله) صورت پذیرفت. غلظت اسیدهای چرب از طریق مقایسه با استانداردهای اسیدهای چرب و بر حسب میلی‌گرم در یک گرم پودر بلوط و نیز در صد آنها از کل اسیدهای چرب موجود در نمونه تعیین گردید.

تیمارهای حرارتی

به دلیل غیر یکنواخت بودن شکل و اندازه مغزهای بلوط، پس از جداکردن پوسته چوبی و پوشش داخلی مقداری از میوه‌ها کوبیده و از الک با شماره مش ۲۰ عبور داده شدند تا نمونه هائی یکنواخت با ابعاد کوچک-تر به دست آید.

جوشاندن

۱۰ گرم نمونه به ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر در حال جوش اضافه شد. پس از بستن درب ظروف با فویل آلومینیومی، نمونه ها به مدت ۲۰، ۴۰ و ۶۰ دقیقه در حمام آب جوش قرار گرفتند (ویجیاکوماری و همکاران،۲۰۰۷).

اتوکلاو کردن

ابتدا ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر به ۱۰ گرم ازنمونه‌ها افزوده شد. پس از بستن درب ظروف، اتوکلاو کردن نمونه‌ها تحت دمای $^{\circ}C$ ۱۲۱ و فشار psi ۱۵ به مدت ۱۰، ۲۰ و ۳۰ دقیقه صورت گرفت (ویجیاکوماری و همکاران ۲۰۰۷).

برشته کردن

به منظور برشته کردن نمونه‌ها از دمای ۱۲۰ و ۱۵۰ درجه سانتیگراد استفاده شد. ابتدا پلیت‌ها در به مدت نیم ساعت در آون قرار گرفت و سپس ۱۰ گرم نمونه به پلیت‌های شیشه‌ای داغ منتقل و به مدت ۳۰ دقیقه برشته شد. پس از سرد کردن، مقدار ترکیبات فنولی در نمونه-های برشته شده اندازه‌گیری شد (آرلوریو و همکاران ۲۰۰۸).

اندازه‌گیری ترکیبات فنولی نمونه‌های خام و فرآیند شده

به منظور اندازه‌گیری ترکیبات فنولی، از روش فولین سیو کالتیو استفاده شد (دشپنده و همکاران ۱۹۸۶). غلظت های مختلف اسید تانیک جهت رسم منحنی استاندارد مورد استفاده قرار گرفت و مقدار ترکیبات فنولی بر حسب گرم اسید تانیک در ۱۰۰ گرم از نمونه های خام یا فرآیند شده گزارش شد.

آنالیز آماری

تجزیه و تحلیل نتایج به دست آمده در آزمون‌های مربوط به اندازه‌گیری ترکیبات شیمیائی، اسیدهای چرب، املاح و ترکیبات فنولی کل در قالب طرح کاملاً تصادفی صورت گرفت و مقایسه‌ی میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام شد. در آزمایشات مربوط به حذف ترکیبات مقایسه‌ی بین تیمارهای مختلف در طی زمان و نیز اثرات متقابل آنها با استفاده از روش اندازه‌گیری‌های تکرار شده در زمان[1] در سطح احتمال ($P<۰/۰۵$) صورت گرفت. آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS و رسم گراف‌ها با نرم افزار Excell انجام گردید. کلیه‌ی آزمایشات در سه تکرار انجام شد.

نتایج

ترکیبات شیمیائی

آنالیز تقریبی ترکیبات شیمیائی آرد میوه‌ی دو واریته Qb و Qc در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج آنالیز واریانس نشان داد، دو واریته‌ی مورد بررسی از نظر مقدار ترکیبات شیمیائی اختلاف معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) داشتند. در صد روغن در میوه بلوط Qb تقریباً ۲/۵ برابر واریته‌ی Qc بود. اگرچه مقدار چربی میوه بلوط در حد دانه‌های روغنی نیست اما محتوای چربی هر دو واریته نسبت به بسیاری از غلات نظیر ذرت، گندم، سورگوم، برنج و جو بیشتر است و لذا این میوه می-تواند به عنوان منبع جدیدی از روغن‌های گیاهی خوراکی مورد توجه قرار بگیرد.

[1] - Repeated Measurement

جدول ۱- مقایسه میانگین ترکیبات شیمیائی آرد میوه دو واریته بلوط.

واریته	ترکیبات شیمیائی				
	کربوهیدرات	چربی	پروتئین	فیبر	خاکستر
برانتی	۷۹/۳۳ ±۰ /۰۸^{b}	۹/۶۸^{a}	۴/۴۹ ± ۰/۰۹^{b}	۴/۴۵ ± ۰/۰۱^{a}	۲/۰۳ ±۰/۰۱^{b}
کاستانیفولیا	۸۵/۰۱ ± ۰/۰۹^{a}	۴/۱۴^{b}	۵/۴۹ ± ۰/۰۸^{a}	۳/۰۵ ± ۰/۰۲^{b}	۲/۲۹ ±۰/۰۲^{a}

حروف غیرمشابه در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند.

مقادیر ترکیبات شیمیائی بر حسب درصد در ماده خشک نمونه بیان شده است.

جدول ۲- مقایسه میانگین املاح آرد میوه دو واریته‌ی بلوط.

واریته	عناصر پر مقدار (گرم در ۱۰۰ گرم)					عناصر کم مقدار (میلی‌گرم در کیلوگرم)		
	سدیم	پتاسیم	منیزیم	کلسیم	فسفر	آهن	مس	روی
برانتی	۰/۰۱۳^{b}	۰/۷۹^{b}	۰/۲۷^{a}	۰/۵۰۶^{a}	۰/۲۳^{a}	۱۳/۴^{b}	۹^{b}	۶/۱^{b}
کاستانیفولیا	۰/۰۸۷ ^{a}	۰/۸۵^{a}	۰/۲۱^{b}	۰/۴۴^{b}	۰/۱۸^{b}	۲۷/۹^{a}	۱۳^{a}	۷/۴^{a}

حروف غیر مشابه در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ است.

جدول ۳- مقایسه میانگین درصد اسیدهای چرب مختلف در روغن میوه دو واریته بلوط.

نوع اسید چرب	واریته			
	برانتی		کاستانیفولیا	
	میلی‌گرم در گرم پودر	٪ اسید چرب در کل اسیدهای چرب	میلی‌گرم درگرم پودر	٪ اسید چرب درکل اسیدهای چرب
میریستیک اسید	۰/۱	۰/۱۶^{b}	۰/۰۴	۰/۳۳^{a}
پالمتیک اسید	۹/۸۲	۱۵/۴۶^{b}	۲/۷۳	۲۱/۳۹^{a}
پالمیتولئیک اسید	۰/۷۶	۱/۲۰^{a}	۰	۰^{b}
مارگاریک اسید	۰/۰۳	۰/۰۵^{a}	۰	۰^{b}
هپتا دکانوئیک اسید (۱۰-سیس)	۰/۰۲	۰/۰۴^{a}	۰	۰^{b}
استئاریک اسید	۱/۲۱	۱/۹^{b}	۰/۲۶	۲/۰۷^{a}
اولئیک اسید	۳۷/۱۵	۵۸/۵۰^{a}	۵/۲۶	۴۱/۲۶^{b}
لینولئیک اسید	۱۳/۶۷	۲۱/۵۳^{b}	۴/۲	۳۲/۹۳^{a}
لینولنیک اسید	۰/۴۴	۰/۶۹^{b}	۰/۲۶	۲/۰۲^{a}
آراشیدیک اسید	۰/۱۴	۰/۲۳^{a}	۰	۰^{b}
گادولئیک اسید	۰/۱۷	۰/۲۶^{a}	۰	۰/۰^{b}
اسیدهای چرب اشباع کل	۱۱/۳	۱۷/۷۸^{b}	۳/۰۳	۲۳/۷۹^{a}
اسیدهای چرب غیر اشباع کل	۵۲/۲۱	۸۲/۲۲^{a}	۹/۷۲	۷۶/۲۱^{b}
اسیدهای چرب چند غیر اشباعی	۱۴/۱۱	۲۲/۲۲^{b}	۴/۴۶	۳۴/۹۵^{a}
اسیدهای چرب تک غیر اشباعی	۳۸/۱	۶۰/۰۰^{a}	۵/۲۶	۴۱/۲۶^{b}
نسبت اسیدهای چرب غیراشباع/اشباع	۴/۶۲	۴/۶۲^{a}	۳/۲۰	۳/۲^{b}

حروف غیر مشابه در هر ردیف بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشد.

جدول ۴- مقایسه میانگین مقدار کل ترکیبات فنولی (گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک)میوه دو واریته بلوط.

واریته	
کوئرکوس برانتی	کوئرکوس کاستانیفولیا
۴/۳۳ ± ۰/۱۷^{b}	۹/۱۱ ± ۰/۳۸^{a}

حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ است.

فیبر نیز یکی از ترکیبات تشکیل دهنده‌ی میوه‌ی بلوط بود که مقدار آن در آرد واریته‌ی Qb بیشتر بود. مقدار فیبر در میوه بلوط با غلاتی نظیر گندم، سورگوم، چاودار و ذرت قابل مقایسه است (صفرزاده و همکاران ۱۹۹۹). ابوتراب (۱۳۸۷) نیز درصد خاکستر، چربی، پروتئین و فیبر آرد بلوط Qb را به ترتیب ۱/۹۴، ۸/۶۳، ۴/۱۸ و ۱/۵٪ گزارش نمود که به جز مقدار فیبر، درصد بقیه ترکیبات مشابه با نتایج به دست آمده در این بررسی بود. هم چنین صفرزاده و همکاران (۱۹۹۹) درصد نشاسته، چربی، پروتئین، خاکستر و فیبر میوه بلوط Qb را به ترتیب ۵۸/۸، ۷/۷ ، ۳/۹۳، ۱/۵ و۰/۳۷ گزارش کردند.

املاح

مقایسه میانگین تعدادی از عناصر پر مقدار و کم مقدار آرد میوه دو واریته در جدول ۲ نشان داده شده است. دو واریته از نظر در صد تمامی املاح مورد بررسی اختلاف معنی‌داری (P<۰/۰۵) نشان دادند. پتاسیم و کلسیم فراوان‌ترین عناصر پر مقدار در هر دو واریته بودند. واریته Qb نسبت به واریته‌ی دیگر مقادیر بیشتری منیزیم، کلسیم و فسفر داشت، در مقابل در صد املاح سدیم و پتاسیم در واریته Qc بیشتر بود.

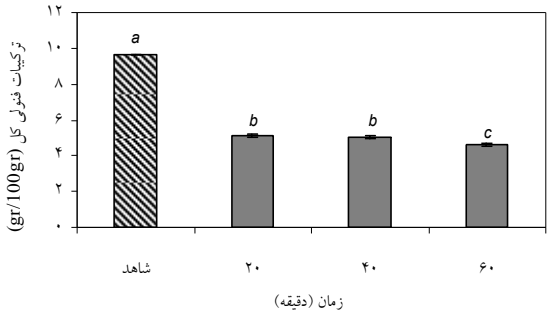
از بین املاح کم مقدار نیز سه عنصر آهن، مس و روی اندازه گیری شدند و همانطور که در جدول ۲ دیده می‌شود، اختلاف معنی‌داری (P<۰/۰۵) از این نظر بین دو واریته مورد بررسی وجود داشت. راکیک و همکاران (۲۰۰۶) نیز با اندازه‌گیری درصد خاکستر، املاح کم مقدار و پر مقدار میوه‌ی کوئرکوس روبور گزارش کردند این میوه حاوی ۲/۰۷٪ خاکستر است. فراوان‌ترین عناصر پر مقدار این واریته به ترتیب فراوانی پتاسیم، کلسیم، فسفر، منیزیم بودند و آهن نیز بیشترین مقدار را در بین عناصر کم مقدار به خود اختصاص داد.

اسیدهای چرب

نتایج به دست آمده از آنالیز اسیدهای چرب روغن دو واریته توسط کروماتوگرافی گازی در جدول ۳ آورده شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود، دو واریته از نظر درصد تمامی اسیدهای چرب مورد بررسی اختلاف معنی‌داری (P<۰/۰۵) داشتند. اسیدهای چرب اولئیک اسید (۴۱/۲۶٪)، لینولئیک اسید (۳۲/۹۳٪) و پالمتیک اسید (۲۱/۳۹٪) به ترتیب فراوان‌ترین اسیدهای چرب روغن میوه‌ی Qc بودند. میوه واریته‌ی Qc نسبت به دیگر واریته مورد بررسی درصد بیشتری از اسیدهای چرب اشباع نظیر پالمتیک اسید و استئاریک اسید را داشت. در روغن میوه Qb، فراوان‌ترین اسیدهای چرب به ترتیب اولئیک اسید (۵۸/۵٪)، لینولئیک اسید (۲۱/۵۳٪) و پالمتیک اسید (۱۵/۴۶٪) بودند. این نتایج با یافته‌های ابوتراب (۱۳۸۷) (۵۶/۵۹٪ اولئیک اسید، ۱۵/۱۶٪ پالمتیک اسید و ۱۸/۵۲٪ لینولئیک اسید) و صفرزاده و همکاران (۱۹۹۹) (۶۰/۰۹٪ اولئیک اسید، ۱۶/۰۵٪ پالمتیک اسید و ۱۹/۶۵٪ لینولئیک اسید) در بررسی اسیدهای چرب میوه بلوط Qb مطابقت داشت. اوزکان (۲۰۰۷) با بررسی ترکیب اسیدهای چرب ۱۶ واریته بلوط بومی ترکیه گزارش کرد، اولئیک اسید (۵۴/۴-۱۰/۲)، لینولئیک اسید (۴۹/۱-۲۴/۲)، پالمتیک اسید (۳۰/۴- ۱۳/۴)، آلفا لینولنیک اسید (۸/۶-۱/۵) و استئاریک اسید (۴/۵-۱/۵) فراوان‌ترین اسیدهای چرب را در تمامی واریته‌های مورد بررسی تشکیل می‌دهند.

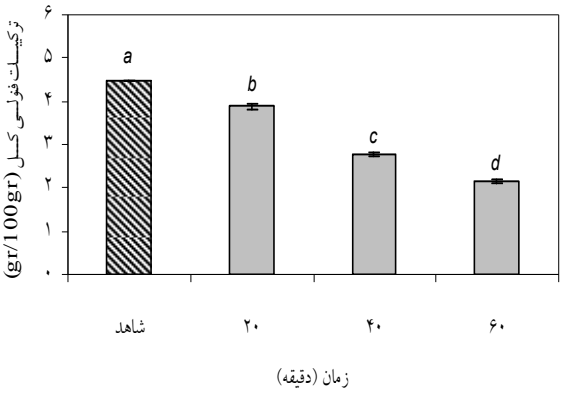
مقدار کل ترکیبات فنولی

میانگین مقدار کل ترکیبات فنولی برای دو واریته Qc و Qb، در جدول ۴ آورده شده است. میوه بلوط دوواریته مورد بررسی از این نظر با یکدیگر اختلاف معنی‌دار (P<۰/۰۵) داشتند و مقدار ترکیبات فنولی در واریته‌ی Qc بیش از دو برابر واریته‌ی Qb بود. مقدار ترکیبات فنولی در میوه بلوط هر دو واریته مورد بررسی از مقادیر گزارش شده برای حبوباتی نظیر *Bauhinia Purprea* (۲/۷۵٪) (ویجایاکوماری و همکاران، ۲۰۰۷)، *Canavalia Cathartica*(۱/۴۹٪) (سنا و همکاران ۲۰۰۵) و غلاتی نظیرسورگوم (۲/۳-۰/۱٪) و گندم (۱/۴-۰/۰۷٪) (فاردت و همکاران ۲۰۰۸) بیشتر است.



شکل ۱- مقایسه میانگین مقدار ترکیبات فنولی واریته کاستانیفولیا پس از جوشاندن.

عوامل متعددی مقدار ترکیبات فنولی موجود در بافت های گیاهی را تحت تاثیر قرار می‌دهند که از آن جمله می‌توان به فاکتورهای ژنتیکی، میزان تابش نور خورشید، شرایط خاک، درجه رسیدگی در زمان برداشت، شرایط محیطی و آب و هوائی، عملیات پس از برداشت و شرایط نگهداری اشاره کرد (فالر و فیالهو ۲۰۰۹). ابوتراب (۱۳۸۷) مقدار ترکیبات فنولی میوه خام کوئرکوس برانتی را ۲/۰۱٪ گزارش کرد که از نتایج به دست آمده در این بررسی کمتر است. در تحقیق انجام شده توسط راکیک و همکاران (۲۰۰۷) روی میوه بلوط گونه کوئرکوس روبور مشخص شد این میوه حاوی ۱۲/۳۳٪ ترکیبات فنولی است که به ترتیب ۹/۰۶٪ و ۰/۱۴۲٪ از این مقدار را تانن و اسید گالیک تشکیل می-دادند.



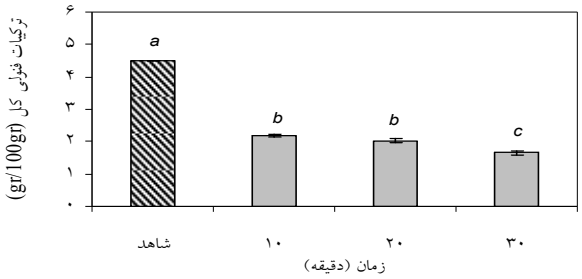
شکل ۲- مقایسه میانگین مقدار ترکیبات فنولی میوه واریته برانتی پس از جوشاندن.

تاثیر فرآیندهای حرارتی بر مقدار ترکیبات فنولی میوه بلوط

جوشاندن

مقدار ترکیبات فنولی باقی مانده پس از جوشاندن نمونه‌ها در زمان‌های مختلف در شکل‌های ۱و ۲ آورده شده است. نتایج آنالیز واریانس نشان داد، جوشاندن تاثیر معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) بر مقدار ترکیبات فنولی نمونه‌ها داشته است. مقدار ترکیبات فنولی هر دو واریته پس از جوشاندن به طور قابل ملاحظه‌ای ($P<۰/۰۵$) کاهش یافت.

در واریته‌ی Qc، سرعت خروج ترکیبات فنولی در ۲۰ دقیقه اول بالا بود به طوریکه حدود ۴۶/۶۱٪ از این ترکیبات طی این مدت حذف شدند. میزان حذف ترکیبات فنولی پس از ۶۰ دقیقه جوشاندن، مشابه واریته Qb بود و نمونه ها ۵۲٪ از ترکیبات فنولی خود را پس از این مدت از دست دادند (شکل ۱).



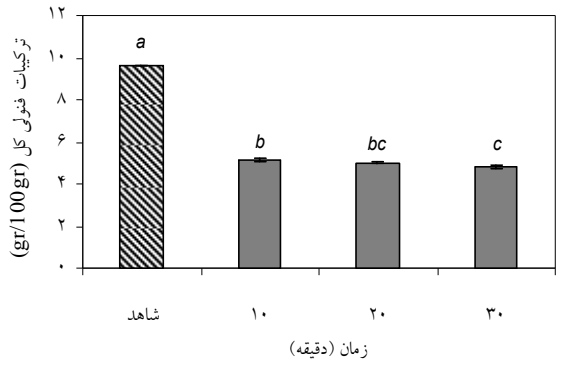
شکل۳- مقایسه میانگین مقدار ترکیبات فنولی میوه واریته برانتی پس از اتوکلاو کردن.

در واریته‌ی Qb، با افزایش زمان جوشاندن، اختلاف معنی‌داری بین میزان ترکیبات فنولی باقی‌مانده در نمونه‌های مختلف با یکدیگر و با نمونه شاهد مشاهده گردید و این نمونه ها پس از ۲۰، ۴۰ و ۶۰ دقیقه جوشاندن به ترتیب ۱۳/۳۱، ۳۸/۱۹ و ۵۲/۲۶٪ از ترکیبات فنولی خود را از دست دادند.

اتوکلاو کردن

یکی از فرآیندهائی است که به وفور جهت پختن حبوبات و غلات مورد استفاده قرار می‌گیرد. میزان ترکیبات فنولی و تانن حذف شده از دانه‌های *Vigna Sinensis*،

پس از ۱۰، ۲۰ و ۳۰ دقیقه اتوکلاو کردن، به ترتیب ۸۲-۲۸ ٪ و ۷۹-۲۱٪ بود.



شکل۴- مقایسه میانگین مقدار ترکیبات فنولی میوه کوئرکوس کاستانیفولیا پس از اتوکلاو کردن.

ویجیاکوماری و همکاران (۱۹۹۸) کاهش مشاهده شده را به بر هم کنش بین ترکیبات پلی فنولی با سایر ترکیبات نظیر پروتئین و تشکیل کمپلکس‌های نامحلول نسبت دادند. آگوو و اورانیه (۲۰۰۶) گزارش کردند، پختن تحت فشار، تاثیر قابل ملاحظه ای بر میزان ترکیبات ضد تغذیه ای میوه *Treculia Africana Decne* داشته است به طوریکه پس از ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ دقیقه اتوکلاو کردن، میزان تانن از ۱۸۴ به ترتیب به ۶۸/۲۴، ۳۰/۰۱، ۱۲/۱۸ و ۴/۴۲ میلی‌گرم در هر کیلوگرم رسید. مهمترین دلایل کاهش ترکیبات فنولی پس از اتوکلاو کردن، انتشار این ترکیبات به محیط آبی، تجزیه حرارتی آنها و افزایش نفوذپذیری غشاء می‌باشد (اوزوگارا و همکاران ۱۹۹۰).

برشته کردن

میانگین مقدار ترکیبات فنولی در نمونه‌های خام و برشته شده دو واریته بلوط Qb و Qc در جدول ۵ نشان داده شده است. همانطور که دیده می‌شود، برخلاف دو تیمار حرارتی دیگر، برشته کردن مقدار ترکیبات فنولی را در هر دو واریته به طور معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) افزایش داد. در واریته Qb، کمترین میزان ترکیبات فنولی در نمونه شاهد مشاهده گردید (۳/۹۸٪) برشته کردن این نمونه ها در دمای ۱۲۰°c و ۱۵۰°c، مقدار این ترکیبات را به طور معنی داری ($P<۰/۰۵$) افزایش داد و از ۴/۴۷٪ در نمونه‌ی شاهد به ترتیب به ۴/۵۸ و ۶/۲۸٪ رساند (به ترتیب ۱۳/۲۸ و ۳۶/۷۱٪ افزایش). .در واریته Qc نیز اختلاف معنی داری بین نمونه های برشته شده با یکدیگر و با نمونه شاهد مشاهده گردید. برشته کردن در دمای ۱۲۰ و ۱۵۰°c، مقدار ترکیبات فنولی را نسبت به نمونه شاهد به ترتیب ۲۰/۴۶ و ۳۹/۰۴ ٪ افزایش داد.

جدول ۵- مقایسه میانگین مقدار ترکیبات فنولی میوه دو واریته بلوط پس از برشته کردن.

تیمار	واریته	
	برانتی	کاستانیفولیا
نمونه شاهد	۴/۴۷ ± ۰/۰۶ [c]	۹/۶ ± ۰/۱۲ [c]
دمای ۱۲۰° C	۴/۵۸ ± ۰/۰۲ [b]	۱۱/۵۶ ± ۰/۱۴ [b]
دمای ۱۵۰° C	۶/ ۲۸± ۰/۰۱۲ [a]	۱۳/۳۴ ± ۰/۰۰۳ [a]

حروف غیر مشابه در هر ستون بیانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ است.

در بررسی‌های انجام شده توسط سایر محققین نیز، نتایج مشابهی گزارش شده است. برشته کردن میوه کوئرکوس روبور میزان ترکیبات فنولی را از ۰/۲۲۳ به ۰/۲۳۷ میلی گرم معادل گالیک اسید به میلی گرم عصاره خشک افزایش داد، در حالی که میزان تانن، ۳/۴۳٪ کاهش یافت. راکیک و همکاران (۲۰۰۷) تغییرات مشاهده شده در مقدار ترکیبات فنولی را به تاثیر حرارت بر ترکیبات تاننی نسبت دادند. تانن های قابل هیدرولیز در درجه حرارت های بالا تجزیه می شوند، در نتیجه میزان ترکیبات فنولی غیر تاننی نظیر اسید گالیک و سایر اسید های فنولی و به دنبال آن مقدار ترکیبات فنولی کل افزایش می یابد. در تحقیق دیگری، برشته کردن هسته زردآلو به مدت ۵ و ۱۰ دقیقه در دمای ۱۵۰°c، مقدار ترکیبات فنولی را از ۱/۶۸ به ترتیب به ۳/۴۸ و ۵/۸۵ میکروگرم معادل گالیک اسید به گرم وزن خشک نمونه افزایش داد (دورماز و آلپاسلان ۲۰۰۷).

نتیجه‌گیری کلی

در واریته Qb، بیشترین میزان حذف ترکیبات فنولی در روش‌های حرارتی به ترتیب در اتوکلاو کردن به مدت ۳۰ دقیقه و جوشاندن به مدت ۶۰ دقیقه حاصل گردید و اختلاف معنی‌داری (P<۰/۰۵) از این نظر بین این دو روش مشاهده شد. بر خلاف واریته Qb، روش جوشاندن نسبت به اتوکلاو تاثیر بیشتری در حذف ترکیبات فنولی واریته Qc داشت و بهترین تیمارها از این نظر جوشاندن به مدت ۶۰ دقیقه و اتوکلاو کردن به مدت ۲۰ دقیقه بودند. در کل روش‌های حرارتی به ویژه آنهائی که در محیط مرطوب صورت می پذیرند، از طریق شکستن دیواره سلولی باعث آزاد شدن هر چه بیشتر ترکیبات فنولی می‌گردند. در فرایند اتوکلاو به دلیل افزایش فشار و دما، غشای سلولی در زمان کمتری تخریب شده لذا هر دو واریته در دقایق نخست فرآیند مقدار زیادی از ترکیبات فنولی خود را از دست می‌دهند اما در فرایند جوشاندن به تدریج با افزایش زمان، نمونه‌ها مقدار بیشتری از ترکیبات فنولی خود را از دست می‌دهند. برخی از ترکیبات نظیر اسید تانیک (تانن قابل هیدرولیز) به راحتی توسط حرارت تخریب نمی-شوند و برای غیر فعال سازی آنها به زمان بیشتری نیاز می‌باشد (سامسوب و همکاران ۲۰۰۸). در کل در فرآیندهای حرارتی باید این نکته را مد نظر داشت که برخی از ترکیبات ضد تغذیه‌ای ذاتاً مقاوم به حرارت می باشند و به ویژه زمانی که آب مورد استفاده جهت پخت و پز دور ریخته نشود، به طور کامل حذف نمی‌شوند. از طرفی حرارت دهی بیش از حد به منظور حذف هر چه بیشتر ترکیبات ضد تغذیه‌ای، به دلیل کاهش کیفیت ترکیبات مغذی نظیر پروتئین پیشنهاد نمی‌شود. بنابراین زمان و دمای مناسب فرآیند برای حذف هر چه بیشتر این ترکیبات باید به گونه‌ای انتخاب شوند، که با حداقل آسیب یا اتلاف ترکیبات تغذیه‌ای همراه باشد (دشپنده ۲۰۰۲).

منابع مورد استفاده

پروانه، و. ۱۳۸۵. کنترل کیفی و آزمایش‌های شیمیائی مواد غذائی. چاپ سوم. موسسه‌ی انتشارات و چاپ دانشگاه تهران. ۳۳۲ ص.

ابوتراب، ن. ۱۳۸۷. بررسی خواص و ترکیب آرد بلوط و امکان بهبود کیفیت نان حاصل از آن. پایان نامه کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذائی. دانشکده کشاورزی. دانشگاه صنعتی اصفهان.

Arlorio M, Locatelli M, Travaglia F, Coisson JD, Grosso ED, Minassi A, Appendino G and Martelli A, 2008. Roasting impact on the contents of clovamide (N-caffeoyl-L-DOPA) and the antioxidant activity of cocoa beans (*Theobroma cacao L.*). Food Chemistry 106: 967-975.

Bravo L, 1998. Polyphenols : chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. Nutrition Reviews 56: 317-333.

Deshpande SS, 2002. Handbook of food toxicology. Toxicants and antinutrient in plant foods. Marcel Dekkel, New York.

Deshpande SS, CHrryan M and Salunkhe DK, 1986. Tannin analysis of food products. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 24: 41-49.

Durmaz G and Alpaslan M, 2007. Antioxidant properties of roasted apricot (*Prunus armeniaca L.*) kernel. Food Chemistry 100: 1177-1181.

Faller ALK and Fialho E, 2009. The antioxidant capacity and polyphenol content of organic and conventional retail vegetables after domestic coking. Food Research International 42: 210-215.

Fardet A, Rock E and Remesy C, 2008. Is the in vitro antioxidant potential of whole-grain cereals and cereal products well reflected in vivo. Journal of Cereal Science 48: 258-276.

Khandelwal S, Udipi SA and Ghuger P, 2009. Polyphenols and tannins in Indian pulses: Effect of soaking, germination and pressure cooking. Food Research International 43: 526-530.

Ozcan T, 2007. Characterization of Turkish *Quercus L*. Taxa Based on Fatty Acid compositions of the acorns. Journal of American Oil Chemists' Society 84: 653-662.

Perez-Serradilla JA, Ortiz MC, Sarabia L and Luque-de-Castro MD, 2007. Focused microwave-assisted Soxhlet extraction of acorn oil for determination of the fatty acid profile by GC–MS.Comparison with conventional and standard methods. Analytical and Bioanalytical Chemistry 388: 451-462.

Rakic S, Petrovic S, Kukic J, Jadranin M, Tesevic V, Povrenovic D and Siler-Marinkovic S, 2007. Influence of thermal treatment on phenolic compounds and antioxidant properties of oak acorns from Serbia. Food Chemistry 104: 830-834.

Rakic S, Povenovic D, Tesvic V, Simic, M and Maletic R, 2006. Oak acorn, polyphenols and antioxidant activity in function food. Journal of Food Engineering 74: 416-423.

Rawel HM, Rohn S and Kroll J, 2003. Influence of a sugar moiety (rhamnosylglucoside) at 3-*O*- position on the reactivity of quercetin with whey proteins. International Journal of Biological Macromolecules 32: 109-120.

Saffarzadeh A, Vincze L and Csap J, 1999. Determiniation of the chemical composition of acorn (*Quercus branti*), *Pistacia atlantica* and *Pistacia Khinjuk* seed as non-conventional feedstuff. Journal of Acta Agraria Kaposváriensis 3: 59-69.

Saharan K, Khetarpaul N and Bishnoil S, 2002. Antinutrients and protein digestibility of faba bean and rice bean as affected by soaking, dehulling and germination. Journal of Food Science and Technology 39: 418-421.

Seena S, Sridhar KA and Jung K, 2005. Nutritional and antinutritional evaluation of raw and processed seeds of a wild legume, *Canavalia cathartica* of coastal sand dunes of India. Food Chem 92: 465-472.

Shimada T, 2001. Nutrient compositions of acorns and horse chestnuts in relation to seed-hoarding. Ecological Research 16: 803-808.

Shoji T, 2007. Polyphenols as natural food pigments: changes during food processing. American Journal of Food Technology 2: 570-581.

Somsub W, Kongkachuichai R, Sungpuag P and Charoensiri R, 2008. Effects of three conventional cooking methods on vitamin C, tannin, myo-inositol phosphates contents in selected Thai vegetables. Journal of Food Composition Analysis 21: 187-197.

Ugwu FM and Oranye NA, 2006. Effects of some processing methods on the toxic components of African breadfruit (*Treculia africana*). African Journal of Biothechnology 5: 329-2333.

Uzogara SG, Morton ID and Daniel JW, 1990. Changes in some antinutrients of cowpeas (*Vigna unguiculata*) processed with 'kanwa' alkaline salt. Plant Foods Human Nutrition 40: 249-258.

Vijayakumari K, Pugalenthi M and Vadivel V, 2007. Effect of soaking and hydrothermal processing methods on the levels of antinutrients and in vitro protein digestibility of *Bauhinia purpurea* L. seeds. Food Chemistry 103: 968-975.

Vijayakumari K, Siddhuraju P, Pugalenthi M and Janardhanan K, 1998. Effect of soaking and heat processing on the levels of antinutrients and digestible proteins in seeds of *Vigna aconitifolia* and Vigna sinensis. Food Chemistry 63: 259-264.

Xu B and Chang SKC, 2008. Effect of soaking, boiling, and steaming on total phenolic content and antioxidant activities of cool season food legumes. Food Chemistry 110: 1-13.