(مقاله پژوهشی)

مطالعه پروفایل اسیدهای چرب در ارقام (*Chenopodium quinoa willd*)برای بهبود امنیت وکیفیت مواد غذایی

زهرا فرج زاده[۱]، امیر شاکریان[۲*]، ابراهیم رحیمی[۱]، محمود باقری[۳]

۱-گروه بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، واحد شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرکرد، ایران.

۲- مرکز تحقیقات تغذیه و محصولات ارگانیک، واحدشهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرکرد، ایران.

۳-موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و دانه، کرج، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۹/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۰۳

چکیده

مطالعه حاضر به منظور ارزیابی پروفایل اسیدهای چرب روغن استخراج شده از واریته‌های Sajama، Giza1 و Redcarina بذرکینواکشت داده شده در ایران،انجام پذیرفت. دانه‌های کینوا واریته‌های Sajama، Giza1 و Redcarina، از موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و دانه درکرج، ایران تهیه شد. به منظور استخراج روغن از دانه‌ها از روش سوکسله استفاده شد. ابتدا فرایند متیل استر نمودن اسیدهای چرب انجام و سپس پروفایل اسیدهای چرب با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی‌گازی ارزیابی شد. نتایج نشان داد که کینوا رقم Sajama بیشترین (۰/۹۸ ± ۱۰/۱۹ درصد) و رقم Redcarina (۰/۲۱ ± ۲/۵۵ درصد) کم ترین میزان روغن استخراج شده را داشتند. لینولئیک اسید، فراوان‌ترین اسید چرب شناخته شده در بذر انواع ارقام کینوا بود. فراوانی لینولئیک اسید در بذر کینوا ارقام Giza1، Redcarina و Sajana به ترتیب ۵/۳۷±۶۰/۱۷ درصد، ۵/۱۵±۵۷/۳۰ درصد و ۴/۹۲±۵۲/۲۷ درصد بود. در بذر کینوا ارقام Giza1 و Redcarina اسید های چرب پالمیتولئیک و تریکوسیلیک یافت نشد. در بذرکینوا رقم Sajama اسیدهای چرب دکوزاهگزانوئیک و تریکوسانوئیک یافت نشدند. بیشترین میزان اسیدهای چرب میریستیک، پالمیتیک، هگزادکانوئیک، استئاریک، اولئیک، لینولئیک،گاما لینولنیک، آلفا-لینولنیک، آراشیدیک، ایکوزادنوئیک، بهنیک، اروسیک، سروونیک و تریکوسیلیک به‌ترتیب در ارقام Redcarina، Redcarina، Sajama، Sajama، Sajama، Giza1، Giza1، Sajama، Redcarina، Sajama، Sajama، Sajama، Giza1 و Redcarina کینوا دیده شد. به نظر می‌رسد بذرکینوا به دلیل محتوای بالای اسیدهای چرب ضروری مانند لینولئیک اسید وآلفالینولینک اسید(امگا۶ و امگا ۳) است که ازچربی‌های خوب محسوب می‌شود جایگزین مناسبی برای برخی از غلات، مانند برنج باشد.

واژه‌های کلیدی: کینوا، محتوای روغن، پروفایل اسیدهای چرب، ایران.

*مسئول مکاتبات:Amshakerian@yahoo.com

۱-مقدمه

کینوا (*Chenopodiumquinoawilld*) شبه غلاتی با قدمت تاریخی است که بومی کوه‌های آند در بولیوی، شیلی و پرو می‌باشد. در گذشته، بومیان آمریکای جنوبی از این شبه غلات برای امرار معاش خود استفاده می‌کردند اما امروزه این گیاه مورد توجه اکثر کشورها قرار گرفته است(۲). کینوا در مقایسه با برنج هضم ساده‌تری دارد و غنی از ترکیبات مغذی است، به همین دلیل می‌تواند جایگزین مناسبی برای برنج باشد. دانه‌های کینوامنابع غنی از کربوهیدرات(۷۷/۹ درصد)، پروتئین (۱۲/۹ درصد)، منیزیم، فیبر، فسفر، پتاسیم، آهن و ویتامین‌های B1، B2، B6 و B9 (مجموعا ۳ درصد)، چربی (۶/۵ درصد) و اکثر اسیدهای آمینه ضروری، می‌باشد (۷). دلیل توجه بیش از حد دانشمندان به جایگزینی برخی از انواع غلات با کینوا، محتوای پروتئین و آنتی‌اکسیدان کافی در این دانه است. علاوه بر این، دانه‌ی کینوا دارای خواص ضد التهابی، ضد دیابتی و کاهش فشار خون و همچنین کاهش چربی خون می‌باشد. لذا استفاده از این دانه‌ی ارزشمند و سرشار از خواص تغذیه ای بیش از پیش مورد توجه قرارگرفته‌است (۲، ۷). دانه کینوا به علت داشتن تعادل استثنایی بین پروتئین و چربی، به عنوان یک دانه روغنی نیز در نظرگرفته می‌شود. مقدار روغن دانه کینوا از دانه‌های روغنی مانند ذرت، بیشتر و از سویا کمتر است. همچنین پروفایل اسیدهای چرب دانه کینوا مشابه ذرت و روغن سویا است. اسیدهای چرب غیراشباع موجود در دانه کینوا شامل پالمیتیک، اولئیک و لینولئیک می‌باشند(۱۵، ۲۳). فراوان‌ترین اسیدهای چرب غیر اشباع در دانه کینوا لینولئیک است که اثرات مثبتی بر بیماری‌های قلبی-عروقی و دیابت دارد (۵، ۹). با این وجود، مطالعات نشان داده‌اند که شرایط کشت و گونه‌ی‌گیاهان تاثیر بسزایی در پروفایل اسیدهای چرب موجود در آن‌ها دارد(۱۲، ۱۱). بنابراین به نظر می‌رسد ارزیابی پروفایل اسید های چرب انواع واریته‌های بذر کینوا موجود در ایران‌می‌تواند کمک شایانی به شناخت خصوصیات تغذیه‌ای آن، نماید. لذا مطالعه حاضر برای اولین بار در ایران به منظور ارزیابی پروفایل اسیدهای چرب ارقام Sajama، Giza1و Redcarina کینوا انجام پذیرفت.

۲-مواد و روش‌ها

۲-۱-نمونه‌ها

بررسی حاضر یک مطالعه توصیفی، مقطعی وکاربردی است. نمونه‌های کینوا واریته‌های Sajama، Giza1 و Redcarina از موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و دانه، کرج ایران تهیه شدند. نمونه‌ها در فروردین سال ۱۳۹۸ کشت شدند ودر شهریور ماه سال ۱۳۹۸ برداشت شدند. بذر نمونه‌ها جهت ارزیابی پروفایل اسیدهای چرب، به آزمایشگاه معاونت غذا و دارو، دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد، منتقل شدند. شناسایی و تایید ارقام گونه‌ها توسط موسسه تحقیقات اصلاح وتهیه نهال ودانه درکرج و متخصصین گروه اصلاح بذر و نباتات دانشگاه شهرکرد انجام پذیرفت.

۲-۲-آماده‌سازی نمونه‌ها و استخراج روغن

دانه‌های کینوا واریته‌های Sajama، Giza1 و Redcarina، توسط آسیاب آزمایشگاهی خرد و از صافی با اندازه ۰/۵ میلی‌متر عبور داده شدند. سپس در داخل ظروف پلی‌اتیلنی تیره رنگ و در دمای اتاق، نگه‌داری شدند. جهت استخراج روغن نمونه‌ها ازدستگاه سوکسله (مدل بوچی،آلمان) طی سه مرحله تبخیر حلال، آبکشی و خشک کردن استفاده شد. برای این منظور، ابتدا بالن دستگاه در آون با دمای ۱۰۳ درجه سلسیوس تا رسیدن به وزن ثابت قرار گرفت و سپس توزین شد. حدود ۵ گرم از دانه کینوا خشک و آسیاب شده، در کاغذ صافی تمیز و عاری از چربی وزن شد. کاغذ به خوبی بسته شد و سپس داخل کارتوش(Thimble)گذاشته شد و در قسمت اکستراکتور دستگاه سوکسله قرارگرفت. بعد از سوار کردن دستگاه، حلال پترولیوم اتر (مرک، آلمان) از قسمت اکستراکتور اضافه شد، به طوری که یک‌بار سیفون نموده و سپس اکستراکتور مجدداً تا نیمه از حلال پرشد و پس از آن مبرد نصب گردید. سپس شیر مبرد باز شد تا جریان مداوم آب

سرد برقرار شود. در مرحله بعد، هیتر روشن گردید و به مدت ۵ ساعت حرارت داده شد. پس از این مدت، کارتوش خارج گردید و بالن حاوی حلال و چربی به دستگاه چرخشی تبخیر در خلاء متصل شد و با استفاده از گاز ازت سعی شد تا حلال اتر تا حد ممکن تبخیر گردد. سپس برای تبخیر باقی مانده حلال و رسیدن به وزن ثابت بالن در آون با دمای ۱۰۳ درجه سلسیوس حرارت داده و پس از سرد کردن در دسیکاتور، توزین شد. در نهایت مقدار چربی استخراج شده، از رابطه زیر محاسبه گردید (۳)

درصد چربی= ((وزن بالن خالی-وزن بالن و روغن)/وزن نمونه)×۱۰۰

۲-۳- متیل استر نمودن اسیدهای چرب

یک‌گرم از روغن به دست آمده در یک بالن با ۲۰ میلی لیتر پتاس متانولی یک درصد وزنی-حجمی (مرک، آلمان)، به مدت ۲۵دقیقه رفلاکس و سپس۱۲میلی‌لیتر فلوئور برم (مرک، آلمان) ازطریق مبرد به محتویات بالن اضافه و به مدت ۱۰ دقیقه به آرامی جوشانده شد. پس از قطع حرارت، به فاز آبی محلول نمک طعام افزوده گردید. فاز هگزان بالایی‌که حاوی اسیدهای چرب متیل استر شده بود، برداشته شد و بلافاصله مقدار یک میکرولیتر از آن به منظور شناسایی به دستگاه گازکروماتوگرافی(GC)، تزریق شد(۴).

۲-٤-ارزیابی پروفایل اسیدهای چرب روغن بذرهای کینوا

به منظور شناسایی پروفایل اسیدهای چرب نمونه‌های روغن استخراج شده از واریته‌های Sajama، Giza1 و Redcarina بذر کینوا، مقدار یک میکرولیتر از نمونه متیل استر شده روغن توسط سرنگ میکرولیتری به دستگاه کروماتوگرافی‌گازی مجهز به آشکارساز یونیزاسیون شعله‌ای(GC/FID) (YL Instrument, 6500 GC, Korea) و ستون موئینه به طول ۶۰ متر×۰/۲۵ میلی‌متر(قطر خارجی)×۰/۲ میکرومتر (قطر داخلی) شده از نوع فاز پیوندی (طول ستون، قطر داخلی و ضخامت فیلم) تزریق شد. ازگاز هلیوم با فشار ۲۵ بار با درجه خلوص ۹۹/۹۹ درصد به عنوان گاز حامل استفاده شد. دمای دتکتور و انژکتور Flame ionization detector (FID) به ترتیب ۲۸۰ و ۲۴۰ درجه سلسیوس بود. برنامه دمایی دستگاه در ابتدا۱۱۰ درجه سلسیوس ودر نهایت دمای نهایی۲۱۰ درجه سلسیوس تنظیم گردید. میزان افزایش دما در هردقیقه ۵ درجه سلسیوس بود. شدت جریان گازهلیوم برابر با ۲ میلی‌لیتر بر دقیقه بود. پس از تزریق نمونه به دستگاه کروماتوگرافی‌گازی، منحنی رسم شده و زمان بازداری مربوط به هر اسید چرب با منحنی مربوط به اسید چرب استاندارد و زمان بازداری آن مقایسه گردید. به این ترتیب نوع و میزان اسیدهای چرب موجود در نمونه مورد آزمایش، مشخص شد (۱۹).

۲-۵- ارزیابی آماری داده‌های تحقیق

تمامی‌آزمون‌هادر مطالعه حاضر با سه بار تکرار انجام پذیرفت. به منظور ارزیابی آماری داده‌های تحقیق از نرم افزار آماری SPSS شماره ۲۰ استفاده شد. مقایسه میانگین مربوط به اسیدهای چرب با آزمون کروسکال والیس[1] انجام شد و در نهایت P<۰/۰۵ به عنوان حد معنی‌داری در نظرگرفته شد.

۳-نتایج و بحث

جدول ۱ - میزان روغن استخراج شده از ۵ گرم بذر خشک و آسیاب شده کینوا را نشان می‌دهد. برطبق نتایج بدست آمده، رقم Sajama بیشترین(۹۸/۱۰/۱۹±درصد)و رقم Redcarina (۰/۲۱ ± ۲/۵۵ درصد) کمترین میزان روغن استخراج شده را داشتند. نتایج نشان دهنده اختلاف آماری معنی‌دار بین میزان روغن استخراج شده و رقم کینوا بود (P<۰/۰۵).

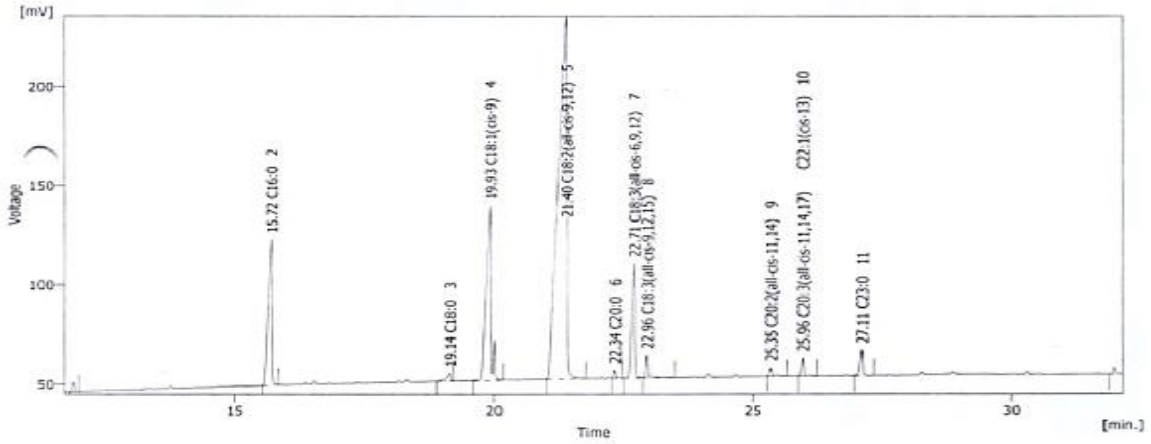
1-kruskalwallis

جدول ۱-میزان روغن استخراج شده از ۵ گرم بذر خشک و آسیاب شده ارقام مختلف کینوا

ارقام کینوا	روغن (٪)
C. giza1	٦/٦٠ ± ٠/٥٤ b*
C . redcarina	٢/٥٥ ± ٠/٢١ c
C. sajama	١٠/١٩ ± ٠/٩٨ a

*حروف کوچک غیریکسان در هر ستون نشان دهنده اختلاف آماری معنی‌دار هستند (P<٠/٠٥).

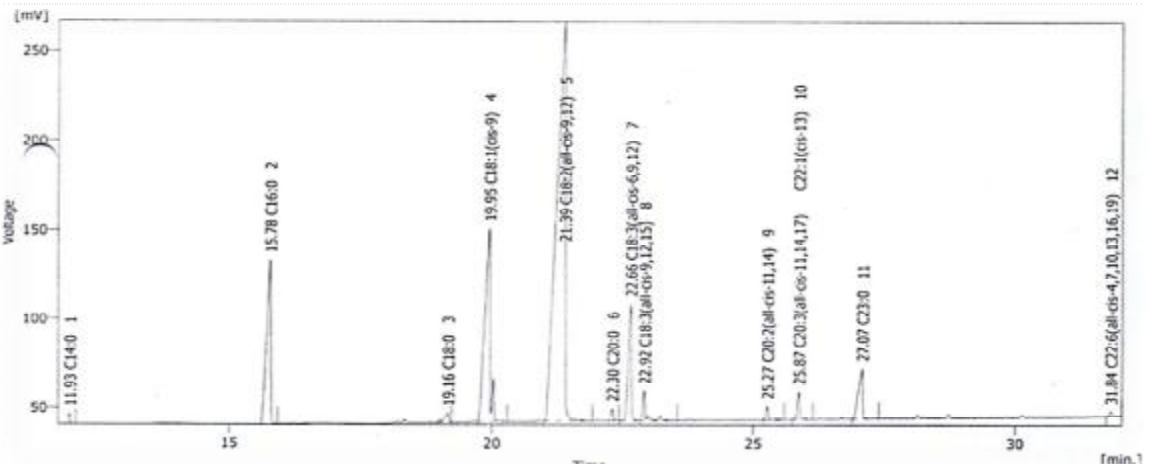
اشکال ۱ تا ۳ به ترتیب نمونه‌هایی از نمودار GC بدست آمده از پروفایل اسیدهای چرب ارقام Sajama، Giza1و Redcarina بذر کینوا را نشان می‌دهند.



میزان پاسخ(mv)

زمان (دقیقه)

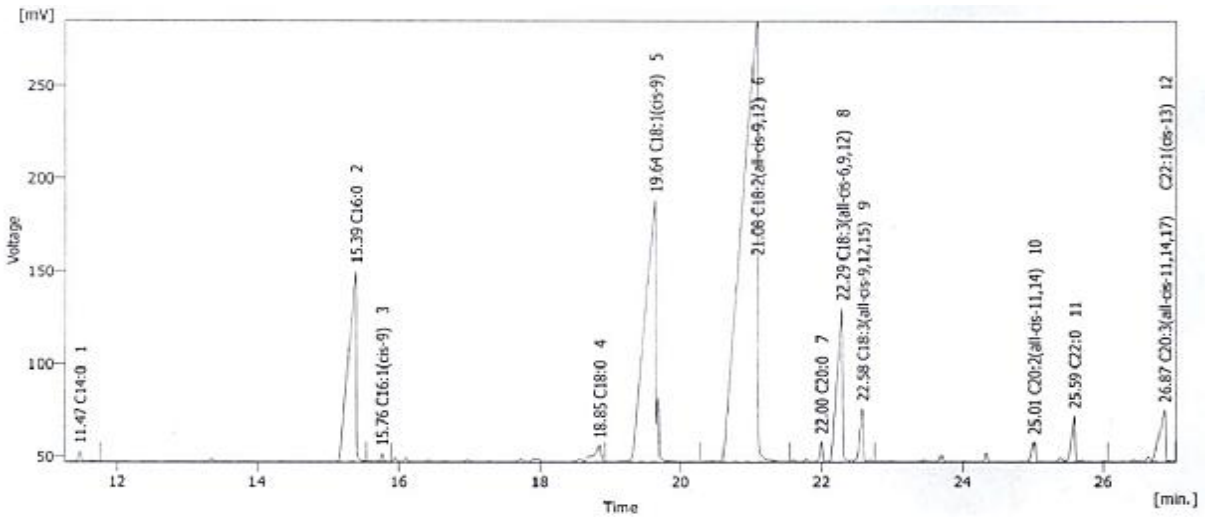
شکل ۱-نمودار **GC** بدست آمده از پروفایل اسیدهای چرب کینوا **Giza1.**



میزان پاسخ(mv)

زمان (دقیقه)

شکل ۲-نمودار GC بدست آمده از از پروفایل اسیدهای چرب کینوا Redcarina.



میزان پاسخ(mv)

زمان (دقیقه)

شکل ۳-نمودار GC بدست آمده از از پروفایل اسیدهای چرب کینوا Sajama

جدول ۲ پروفایل اسیدهای چرب موجود در بذر کینوا ارقام Sajama، Giza1و Redcarina را نشان می‌دهد. برطبق نتایج بدست آمده از این جدول، فراوان‌ترین اسید چرب در روغن استخراج شده از بذر کینوا رقم Giza1، C18:2 (cis-9, 12) (لینولئیک اسید) (۶۰/۱۷±۵/۳۷ درصد) و کم‌ترین فراوانی مربوط به C20:0 (آراشیدیک اسید) (۰/۰۱ ±۰/۲۹ درصد) بود. در بذرکینوا رقم Giza1 اسیدهای چرب C16:1 (cis-9) (پالمیتولئیک‌اسید) و C22:0 (تریکوسیلیک اسید) یافت نشدند. فراوان‌ترین اسید چرب در روغن استخراج شده از بذر کینوا رقم Redcarina، C18:2 (cis-9, 12) (لینولئیک اسید) (۵۷/۳۰±۵/۱۵ درصد) و کم‌ترین فراوانی مربوط به C18:0 (استئاریک اسید) (۰/۰۰۲ ±۰/۰۶۵ درصد) بود. در بذرکینوا رقم Redcarinaنیز اسیدهای چرب C16:1 (cis-9) (پالمیتولئیک اسید) و C22:0(تریکوسیلیک اسید) یافت نشدند. فراوان‌ترین اسیدچرب در روغن استخراج شده از بذر کینوا رقم Sajama، C18:2 (cis-9, 12) (لینولئیک اسید) (۵۲/۲۷±۴/۹۲ درصد) و کم‌ترین فراوانی مربوط به C16:1(cis-9)(پالمیتولئیک اسید) (۰/۰۱ ±۰/۱۴ درصد)بود.دربذرکینوا رقم Sajamaاسیدهای چرب C22:6 (cis-4, 7, 10, 13, 16,19) (دکوزاهگزانوئیک اسید) و C23:0 (تریکوسانوئیک اسید) یافت نشدند. اختلاف آماری معنی‌دار در حد P<۰/۰۵ برای فراوانی اسیدهای چرب C14:0(میریستیک‌اسید)، C18:0 (استئاریک اسید)، C18:2 (cis-9,12)(لینولئیک‌اسید)و C22:1(cis-13) (دکوزانوئیک اسید) بین ارقام مختلف کینوا دیده شد. همچنین اختلاف آماری معنی‌دار در حد $P<۰/۰۵$ برای فراوانی اسید چرب C18:1 (cis-9) (اولئیک اسید) بین رقم Sajamaو دو رقم دیگردیده‌شد. بنابر یافته‌های مطالعه حاضر، بیشترین میزان اسیدهای چرب C14:0 (میریستیک اسید)، C16:0 (پالمیتیک اسید)، C16:1 (cis-9) (هگزادکانوئیک اسید)، C18:0 (استئاریک اسید)، C18:1 (cis-9) (اولئیک اسید)، C18:2 (cis-9, 12) (لینولئیک اسید)، C18:3 (cis-6, 9, 12) (گاما لینولنیک اسید)، C18:3 (cis-9, 12, 15) (آلفا لینولنیک اسید)، C20:0 (آراشیدیک اسید)، C20:2 (cis-11, 14) (ایکوزادنوئیک اسید)، C22:0 (بهنیک اسید)، C22:1 (cis-13) (اروسیک اسید)، C22:6 (cis-4, 7, 10, 13, 16, 19)(سروونیک اسید) و C23:0 (تریکوسیلیک اسید) به ترتیب در کینوا ارقام Redcarina، Redcarina، Sajama، Sajama، Sajama، Giza1، Giza1، Sajama، Redcarina، Sajama، Sajama، Sajama، Sajama و Giza1 و Redcarina دیده شد. با این وجود، برای فراوانی بسیاری از اسیدهای چرب ذکر شده هیچ اختلاف معنی‌دار بین ارقام مختلف کینوا دیده نشد.

جدول ۲-میانگین و انحراف معیار اسیدهای چرب بذر کینوا ارقام Sajama، Giza1و Redcarina.

نام کینوا	میانگین±انحراف معیار اسیدهای چرب (درصد)													
	C14:0	C16:0	C16:1 (cis-9)	C18:0	C18:1 (cis-9)	C18:2 (cis-9, 12)	C18:3 (cis-6, 9, 12)	C18:3 (cis-9, 12, 5)	C20:0	C20:2 (cis-11, 14)	C22:0	C22:1 (cis-13)	C22:6 (cis-4, 7, 10, 13, 16, 19)	C23:0
Giza1	۰/۳۴ ± ۰/۰۳^{b}	۱۰/۷۲ ± ۰/۸۸^{a}	-	۰/۵۸ ± ۰/۰۴^{b}	۱۷/۱۸ ± ۱/۵۳^{b}	۶۰/۱۷ ± ۵/۳۷^{a}	۶/۹۳ ± ۰/۵۲^{a}	۱/۰۸ ± ۰/۱۰^{a}	۰/۲۹ ± ۰/۰۱^{a}	۰/۳۶ ± ۰/۰۲^{a}	-	۰/۷۶ ± ۰/۰۵^{c}	۰/۲۸ ± ۰/۰۱^{a}	۱/۲۴ ± ۰/۱۱^{b}
Redcarina	۰/۴۰ ± ۰/۰۳^{a}	۱۱/۰۶ ± ۱/۰۰^{a}	-	۰/۰۶۵ ± ۰/۰۰۲^{c}	۱۷/۴۸ ± ۱/۶۱^{b}	۵۷/۳۰ ± ۵/۱۵^{b}	۵/۹۷ ± ۰/۴۴^{a}	۱/۴۶ ± ۰/۱۱^{a}	۰/۴۱ ± ۰/۰۳^{a}	۰/۵۱ ± ۰/۰۴^{a}	-	۱/۰۹ ± ۰/۱^{b}	۰/۲۲ ± ۰/۰۱^{a}	۳/۳۹ ± ۰/۲۸^{a}
sajama	۰/۲۲ ± ۰/۰۲^{c}	۱۰/۸۶ ± ۰/۸۱^{a}	۰/۱۴ ± ۰/۰۱	۰/۹۳ ± ۰/۰۸^{a}	۲۲/۶۲ ± ۱/۷۹^{a}	۵۲/۲۷ ± ۴/۹۲^{c}	۶/۵۲ ± ۰/۵۶^{a}	۱/۵۴ ± ۰/۱۳^{a}	۰/۴۰ ± ۰/۰۲^{a}	۰/۵۲ ± ۰/۰۳^{a}	۱/۵۲ ± ۰/۱۳	۲/۴۲ ± ۰/۲۱^{a}	-	-

*حروف کوچک غیریکسان در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی‌دار در حد P<۰/۰۵ می‌باشد.

کینوا شبه غله‌ای است که به دلیل دارا بودن دانه‌های خوراکی،آن‌راکشت می‌دهند. سابقه مصرف این گیاه در ایران بسیار کوتاه است و چند سالی است که از آن به عنوان یک شبه غله با اثرات تغذیه ای فراوان یاد می‌شود. استفاده از این گیاه به دلیل محتوای بالای مواد آنتی‌اکسیدانی و همچنین چربی، پروتئین،موادمعدنی و ویتامین‌ها مورد توجه قرارگرفته است (۲۴، ۲۵). با این وجود، تحقیقات بسیار اندکی در زمینه خصوصیات برخی از ارقام این گیاه که اخیراً در ایران کشت-داده شده‌اند، انجام پذیرفته است. مطالعه حاضر به منظور ارزیابی پروفایل اسیدهای چرب در سه رقم تجاری کینوا کشت داده شده در ایران شامل واریته‌های Sajama، Giza1 و Redcarina انجام پذیرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین نوع و فراوانی اسیدهای چرب در بذر این واریته‌ها وجود دارد. نتایج نشان داد که رقم Sajama بیشترین میزان روغن استخراج شده را داشت. تنوع در پروفایل اسیدهای چرب و تفاوت در فراوانی هریک از اسیدهای چرب در ارقام مختلف کینوا دیده شد. از اسیدهای چرب اصلی موجود در روغن کینوا، بیشترین میزان شامل پالمیتیک اسید، اولئیک اسید و لینولئیک اسید به ترتیب در ارقام Redcarina، Sajama و Giza1 دیده شد. بنابراین به نظر می‌رسد ارقام مختلف بذر کینوا، پروفایل‌های متفاوتی از اسیدهای چرب دارند که البته کم و بیش به یکدیگر مشابه هستند. مقدار روغن در کینوا از ۱/۸ تا ۹/۵ درصد می باشد که این مقداربستگی به نوع رقم بذر دارد در مقایسه با سایر انواع غلات، روغن بدست آمده از بذر کینوا در مطالعه حاضر از روغن استحصال شده از ذرت (۳-۴ درصد)، برنج سفید (۰/۶۶ درصد)، برنج قهوه ای (۲/۹۲ درصد) و گندم (۱/۵۴ درصد) بیشتر بود(۲۳)، که نشان دهنده ارزش غذایی بالای ارقام کینوا ارزیابی شده می‌باشد. مصرف روغن گیاهی در جهان زیاد است، زیرا این روغن ها می‌توانند تعادل خوبی از اسیدهای چرب ضروری و اسیدهای چرب غیرضروری داشته باشند. بسیاری از اسیدهای چرب توسط بدن انسان سنتز می‌شوند و این اسیدها به عنوان اسیدهای چرب غیرضروری شناخته می‌شوند زیرا اساساً در رژیم غذایی مورد نیاز نیستند(۶، ۱۰). با این حال، بدن انسان می‌تواند اسیدهای چرب ضروری، مانند اسیدلینولئیک واسیدلینولنیک را تولید کند که این اسیدها باید در رژیم غذایی مصرف شوند(۱۰). اسیدهای چرب ضروری را می‌توان در دو خانواده به نام‌های امگا ۳ (-۳ω) و امگا ۶ (-۶ω) گروه بندی کرد(۱۷). Altuna و همکاران (۲۰۱۸) اقدام به مطالعه پروفایل اسیدهای چرب کینوا نمودند. نتایج این پژوهش نشان دادکه فراوانی اسیدهای چرب پالمیتیک، اولئیک، لینولئیکو لینولنیک در روغن استخراج شده از کینوا به ترتیب ۰/۷۵ ± ۱۰/۶۶، ۰/۳۴ ± ۲۴/۷۰، ۰/۵۶ ± ۶۲/۴۷ و ۰/۱۰ ± ۲/۱۹، درصد بود که از نظر اسیدهای چرب پالمیتیک کمتر اما از نظر اسیدهای چرب اولئیک، لینولئیک و لینولنیک بیشتر از مطالعه حاضر بود که این تفاوت بستگی به شرایط کاشت، داشت و نوع رقم بذرکینوا دارد که می‌تواند در میزان اسیدهای چرب کینوا تاثیرگذار باشد(۲). میزان اسید لینولئیک در واریته‌های کینوا ارزیابی شده، در دامنه‌ی حدود ۵۱ تا ۶۱ درصد داشت که بسیار قابل توجه است. این اسید چرب که به امگا-۶ نیز شناخته می‌شود، جزء اسیدهای چرب چند غیراشباع و ضروری برای بدن در نظرگرفته می‌شود که مصرف آن برای کودکان، سالخوردگان و افراد دچار بیماری‌های قلبی و عروقی توصیه می‌شود(۱۰). فراوانی بالای اسید لینولئیک در واریته‌های مختلف کینوا کشت داده شده در کشورهای ایتالیا(۱۶)، چین(۲۲) و اسپانیا(۱۷) نیزگزارش شده‌است که با نتایج مطالعه حاضر هم خوانی‌دارد. Marmouzi و همکاران (۲۰۱۵) گزارش نمودند که فراوانی اسیدهای چرب میرستیک (C14:0)، پنتادکانوئیک (C15:0)،پالمیتیک (C16:0)، آراشیدیک (C20:0)، بهنیک (C22:0)، پالمیتولئیک (C16:1)، اولئیک ((C18:1(cis-9)، الائیدیک (C18:1 (cis-11))، لینولئیک ((C18:2 (cis-9, 12) و آلفا-لینولنیک ((C18:3 (cis-9, 12, 15) در روغن استخراج

شده از دانه کینوا کشت داده شده در Morocco به ترتیب ۰/۲۱، ۰/۰۵، ۹/۳۸، ۰/۳۰، ۰/۴۴، ۰/۰۸، ۱۹/۷۰، ۲/۲۲، ۶۰/۳۱ و ۵/۹۰ درصد بود(۱۳). محتوی اسید آلفا-لینولنیک در نمونه‌های کینوا ارزیابی شده، ۱ تا ۱/۶۰ درصد بود که ناچیز است. این اسید چرب که به امگا-۳ نیز شناخته می‌شود، جزء اسیدهای چرب چند غیراشباع و ضروری برای بدن در نظرگرفته می‌شود. هر دو اسید چرب امگا-۶ و امگا-۳ از نظر فیزیولوژیک برای بدن مفید هستند و معمولا در یک جیره غذایی متعادل بایستی نسبت ۱۵ به ۱ داشته باشد(۲۰). در مطالعات اولیه انجام پذیرفته روی پروفایل اسیدهای چرب بذر کینوا، Ruales و Nair(۱۹۹۳)گزارش نمودند که روغن دانه کینوا دارای مقادیر بالایی از اسید اولئیک (۲۴۵-۲۴۸ گرم در هرکیلوگرم روغن استخراج شده از بذر) و اسید لینولئیک (۵۲۳ گرم در هر کیلوگرم روغن استخراج شده از بذر) و مقادیر اندکی از اسید آلفا-لینولنیک (۳۸-۳۹ گرم در هر کیلوگرم روغن استخراج شده از بذر) می‌باشد(۱۸) که با نتایج مطالعه حاضر هم‌خوانی دارد. با وجود این که بذر کینوا ارزیابی شده از نظر اسیدهای چرب اولئیک و لینولئیک، غنی است اما از نظر اسیدهای چربی مانند استئاریک، پالمیتولئیک، پالمیتولئیک، میریستیک، پالمیتیک، آلفا-لینولنیک، آراشیدیک، بهنیک و اروسیک فقیر است.چربی جز مهمی در رژیم غذایی است و نقش مهمی درتنظیم سطح کلسترول پلاسما دارد(۱۵). مطالعات مختلف این را تأیید می‌کنندکه رژیم غذایی غنی از روغن نباتی با محتوای بالای اسیدلینولئیک (امگا ۶) می‌تواند به تولید یک ضد هیپوکلسترولمی کمک کند. روغن‌های گیاهی متداول غنی از اسیدهای لینولئیک مانند ذرت (۵۲/۶۸ درصد)، آفتابگردان (۵۶/۵ درصد) و سویا (۵۳/۷ درصد) دارای اثر ضد هیپو کلسترولمی هستند که قبلاً در مطالعات حیوانی و انسانی گزارش شده‌است(۲۵، ۲۱). مشخصات روغن کینوا مشابه پروفیل گزارش شده برای روغن ذرت، روغن آفتابگردان وروغن سویا با محتوای بالای اسیدهای چرب اشباع نشده چندگانه است، اسیدلینولئیک در کینوا بالاتر از مقادیرگزارش شده دراین سه روغن نباتی ذکر شده می باشد. مصرف منظم دانه‌های کینوا در رژیم غذایی می‌تواند خطر ابتلا به ای قلبی، عروقی راکاهش دهد و در مقایسه با سایر انواع غلات کینوا محتوای کلی خوبی از انواع اسیدهای چرب دارد. Filho و همکاران (۲۰۱۷) با مطالعه تعیین میزان اسیدهای چرب و خواص فیزیکو شیمیایی ارقام مختلف دانه‌های کینوا که در مکان‌های مختلف کشت شده بودند، گزارش نمودند که کینوا همچنین ممکن است یک دانه روغنی جایگزین تلقی شود. این روغن حاوی غلظت بالایی از آنتی اکسیدان‌هایی مانند α- و-γ توکوفرول است که به دلیل داشتن پتانسیل آنتی اکسیدانی طبیعی در سطح غشا سلولی، ماندگاری روغن کینوا را طولانی می‌کند و از اسیدهای چرب در برابر آسیب رادیکال‌های آزاد محافظت می‌کند(۶). بنابراین استفاده از کینوا به عنوان یک شبه غله جایگزین برای برنج و برخی دیگر از انواع غلات می‌تواند از نظر محتوای اسیدهای چرب جیره غذایی، متناسب و مفید باشد.

٤-نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر اولین بررسی پروفایل اسیدهای چرب بذرکینوا ارقام Sajama، Giza1 و Redcarina کشت داده شده در ایران می‌باشد. نتایج این پژوهش نشان داد که بذر رقم Sajama بیشترین میزان روغن استخراج شده را داشت. تفاوت در میزان و تنوع اسیدهای چرب در ارقام مختلف کینوا دیده شد. بیشترین میزان اسید چرب مربوط به پالمیتیک اسید، اولئیک اسید و لینولئیک اسید به ترتیب در ارقام Redcarina، Sajama و Giza1 دیده شد. به دلیل ارزش غذایی بالای کینوا،این شبه غله به خاویارگیاهی معروف می‌باشد و با توجه به محتوای بالا و تنوع گسترده در پروفایل اسیدهای چرب بذرکینوا، همچنین سازگاری بسیار مطلوب این گیاه با اقلیم های مختلف آب و هوایی، نیاز آبی کم گیاه در طول رشد، هزینه بسیار کم‌کاشت و داشت کینوا در مقایسه با برنج ، لذا

می‌تواند به عنوان یک جایگزین مناسب برای سایر انواع غلات پرمصرف از جمله برنج در نظرگرفته شود و لذا برای بهبود امنیت وکیفیت موادغذایی می‌تواند مفید به فایده باشد. با این وجود، مطالعات بیشتری نیاز است تا سایر ابعاد تغذیه‌ای ارقام Redcarina، Sajama و Giza1 بذرکینوا کشت داده شده در ایران ارزیابی شود.

۵-سپاسگزاری

نویسندگان مطالعه حاضر کمال تشکر و قدردانی را از کارکنان مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی شهرکرد دارند.

٦- منابع

1.Altuna, J., Silva, M., Alvarez, M., Quinteros, M., Morales, D. and Carrillo, W. 2018. Ecuadorian quinoa (Chenopodium quinoa Willd) fatty acids profile. *Asian J Pharm Clin Res*, 11: 209-11.

2.Angeli, V., Miguel Silva, P., Crispim Massuela, D., Waleed Khan, M., Hamar, A., Khajehei, F., Graeff-Hönninger, S. and Piatti, C. 2020. Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.): An Overview of the Potentials of the "Golden Grain" and Socio-Economic and Environmental Aspects of Its Cultivation and Marketization. *Foods*, 9: 216.

3.AOAC. Official Method. 2003.05. Crude fat in feeds, cereal grains, and forages. Randall/Soxtec/diethyl ether extraction-submersion method, in: Official Methods of Analysis of AOAC International,19th ed., AOAC International, Gaithersburg, MD, USA.

4.Assadi, T ,.Bargahi, A., Mohebbi, G. H., Barmak, A., Nabipour, I., Mohajeri Borazjani, S. and Kholdebarin, B. 2013. Determination of oil and fatty acids concentration in seeds of coastal halophytic Sueada aegyptica plant. *ISM*, 16: 9-16.

5.Ballester-Sánchez, J., Millán-Linares, M. C., Fernández-Espinar, M. T. and Haros, C .M. 2019. Development of healthy, nutritious bakery products by incorporation of quinoa. *Foods*, 8: 379-385

6.Filho, A. M. M., Pirozi, M. R., Borges, J. T. D. S., Pinheiro Sant'Ana, H. M., Chaves, J. B. P. and Coimbra, J. S. D. R. 2017. Quinoa: Nutritional, functional, and antinutritional aspects. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 57: 1618–1630.

7.González, J. A., Eisa, S., Hussin, S. and Prado, F. E. 2015. Quinoa: an Incan crop to face global changes in agriculture. *Quinoa: Improvement and sustainable production*, 15: 1-18

8.Graf, B. L., RojasSilva, P., Rojo, L. E., DelatorreHerrera, J., Baldeón, M. E. and Raskin, I. 2015. Innovations in health value and functional food development of quinoa (Chenopodium quinoa Willd.). *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 14: 431-445.

9.James, L. E. A. 2009. Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.): composition, chemistry, nutritional, and functional properties. *Advances in Food and Nutrition Research*, 58: 1-31

10.Jandacek, R. J. 2017. editor Linoleic acid: a nutritional quandary. Healthcare Multidisciplinary Digital Publishing Institute

11.Kulczyński, B., Kobus-Cisowska, J., Taczanowski, M., Kmiecik, D. and Gramza-Michałowska, A. 2019. The chemical composition and nutritional value of chia seeds—Current state of knowledge. *Nutrients*, 11: 4-12

12.Liu, K. 2011. Comparison of lipid content and fatty acid composition and their distribution within seeds of 5 small grain species. *Journal of Food Science*, 76: 334-342.

13.Marmouzi, I., El Madani, N., Charrouf, Z ,. Cherrah, Y. and Faouzi, M. E. A. 2015. Proximate analysis, fatty acids and mineral composition of processed Moroccan Chenopodium quinoa Willd. and antioxidant properties according to the polarity. *Phytothérapie*, 13: 107-117.

14.Most, M. M., Tulley, R., Morales, S. and Lefevre, M. 2005. Rice bran oil, not fiber, lowers cholesterol in humans. *Am J Clin Nutr*, 8: 64-81

15. Niro, S., D'Agostino, A., Fratianni, A., Cinquanta, L. and Panfili, G. 2019. Gluten-free alternative grains: Nutritional evaluation and bioactive compounds. *Foods*, 8: 208-224

16.Peiretti, P., Gai, F. and Tassone, S. 2013. Fatty acid profile and nutritive value of quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) seeds and plants at different growth stages. *Animal Feed Science and Technology* 183: 56-61

17.Pellegrini, M., Lucas-Gonzales, R., Ricci, A., Fontecha, J., Fernández-López, J., Pérez-Álvarez, J. A. and Viuda-Martos, M. 2018. Chemical, fatty acid, polyphenolic profile, techno-functional and antioxidant properties of flours obtained from quinoa seeds. *Industrial Crops and Products*; 11: 38-46.

18.Ruales, J., Nair, B. M. 1993. Content of fat, vitamins and minerals in quinoa (Chenopodium quinoa, Willd) seeds. *Food Chemistry*; 48: 16-31.

19.Saad-Allah, K. M. AND Youssef, M. S. 2018. Phytochemical and genetic characterization of five quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) genotypes introduced to Egypt. *Physiology and Molecular Biology of Plants*; 24: 617-29.

20.Simopoulos, A. P. 2002.The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomedicine &Pharmacotherapy*; 56: 365-79

21. Sugano, M., Tsuji, E. 1997. Rice bran oil and cholesterol metabolism. *J Nutr*; 127: 52-66

22.Tang, Y., Li, X., Chen, P. X., Zhang, B., Hernandez, M., Zhang, H., Marcone, M. F., Liu, R. and Tsao, R. 2015. Characterisation offatty acid, carotenoid, tocopherol/tocotrienol compositions and antioxidant activities in seeds of three Chenopodium quinoa Willd. genotypes. *Food Chemistry*; 174: 502-8.

23.Vega, Gálvez, A., Miranda, M., Vergara, J., Uribe, E., Puente, L. and Martínez, E. A. 2010. Nutrition facts and functional potential of quinoa (Chenopodium quinoa willd.), an ancient Andean grain: a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*; 90: 541-547

24.Vilcacundo, R., Hernández-Ledesma, B. 2017. Nutritionaland biological value of quinoa (Chenopodium quinoa Willd.). *Current Opinion in Food Science*; 14: 1-6.

25.Wilson, T. A., Ausman, L. M., Lawton, C. W., Hegsted, D. M. and Nicolosi, R. J. 2000. Comparative cholesterol lowering properties of vegetable oils: Beyond fatty acids. *J Am Coll Nutr*; 19: 601-614

(Original Research Paper)

Study the Profile of Fatty Acids in Different Varieties of Quinoa Sseed *(Chenopodium quinoa willd)* for Improving Food Safety and Food Quality

Zahra Farajzadeh[1], Amir Shakerian[2*], Ebrahim Rahimi[1], Mahmoud Bagheri[2]

1-Department of Food Hygiene, Faculty of Veterinary Medicine, Shahrekord Branch, Islamic Azad University, Shahrekord, Iran.
2-Research Center of Nutrition and Organic Products (R.C.N.O.P), Shahrekord Branch, Islamic Azad University, Shahrekord ,Iran.
3-Seed and Plant Improvement Institute (SPII), Karaj, Iran.

Received: 12/12/2020 Accepted:23/04/2021

Abstract

The present study was performed to evaluate the fatty acid profile of the oil extracted from Sajama, Giza1 and Redcarina varieties of quinoa seeds cultivated in Iran.Sajama, Giza1 and Redcarina quinoa seeds varieties were obtained from Seed and Plant Breeding Research Institute, Karaj, Iran.In order to extract oil from the seeds, Soxhlet method was used. First, the process of methyl esterification of fatty acids was performed and then the profile of fatty acids was evaluated using GC-Mass.The results showed that Sajama quinoa cultivar had the highest (10.19±0.98%) and Redcarina cultivar (2.55±0.21%) had the lowest amounts of extracted oil.Linoleic acid was the most abundant fatty acid known in the seeds of quinoa cultivars.The frequency of linoleic acid in Giza1, Redcarina and Sajana cultivars of quinoa seeds was 60.17±5.37%, 57.30±5.15% and 52.27±4.92%, respectively.Palmitoleic acid and tricosilicic acid were not found in the in Giza1 and Redcarina cultivars of quinoa seeds.Decosahexanoic acid and tricosanoic acid fatty acids were not found in Sajana quinoa seeds.The highest amounts of myristic, palmitic, hexadecanoic, stearic, oleic, linoleic, gamma linolenic, alpha-linolenic, arachidic, eicosadnoic, behenic, erosic, cervonic and tricosilicic fatty acids were seen in Redcarina, Sajama, Sajama, Sajama, Giza1, Giza1, Sajama, Redcarina, Sajama, Sajama, Sajama, Giza1, Redcarina, respectively. Quinoa seeds seem to be a good alternative to some cereals for example rice due to high content of essential fatty acids.

Keywords: Quinoa, Oil content, Fatty acids profile, Iran.

[*]Corresponding Author: Amshakerian@yahoo.com