مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

مقایسه خواص عملکردی و فیزیکوشیمیایی نشاسته های کینوا گونه تی تی‌کا کا و گندم گونه پیشگام

نرگس نادیان[۱]، محمد حسین عزیزی[۲]، حسین عباس‌تبارآهنگر[۳و۴*]، اعظم اعرابی[۵]

۱- گروه علوم صنایع غذایی و فناوری، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی ، نجف اباد، ایران.

۲- گروه علوم صنایع غذایی ، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس تهران.

۳ –گروه شیمی، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف اباد، ایران.

٤- مرکز تحقیقات محیط زیست انسانی و توسعه پایدار، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران.

٥- گروه علوم صنایع غذایی و فناوری، واحد شهرضا، دانشگاه آزاد اسلامی، شهر رضا، ایران.

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰ /۰۹/۱۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۰٤

کلمات کلیدی:

خواص عملکردی،

نشاسته‌کینوا،

نشاسته‌گندم.

DOI: 10.52547/fsct.19.123.175

DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.123.18.3

* مسئول مکاتبات:

abbastabar@pmt.iaun.ac.ir

چکیده

نشاسته مهم‌ترین کربوهیدرات ذخیره‌ای گیاهان است که به عنوان ماده اولیه در صنایع مختلف بویژه صنایع غذایی کاربردهای فراوانی دارد. هدف از انجام این پژوهش بررسی خواص عملکردی وفیزیکوشیمیای نشاسته‌های استخراج شده از کینوا تی‌تی‌کاکا و گندم پیشگام بود. بدین منظور درصد آمیلوز، پراکنش اشعه X ، میزان تورم، حلالیت، جذب آب، ویژگی‌های حرارتی، خصوصیات خمیری شدن و بافت ژل نشاسته‌های استخراج شده از گندم و کینوا بررسی شد. نتایج تصاویر میکروسکوپ الکترونی سایز گرانول های نشاسته گندم و کینوا را به ترتیب۱۰-۸ میکرومتر و ۵-۲ میکرومتر نشان داد. طبق نتایج به دست آمده، درصد آمیلوز نشاسته کینوا(۹/۱۹±۰/۸۳) از نشاسته گندم(۱۹/۵۷±۰/٦٦) کمتر و درصد بلورینگی آن بیشتر بود. میزان جذب آب در نشاسته کینوا به طور معنا داری (p< ۰/۰۵) بیشتر از گندم بدست آمد. همچنین پارامترهای بررسی شده در اندازه‌گیری ویژگی‌های حرارتی نشاسته کینوا با اختلاف معنی داری بیشتر از نشاسته گندم ارزیابی شد. بررسی خصوصیات خمیری شدن نشان داد که دمای خمیری شدن نشاسته کینوا از گندم بیشتر و بیشینه ویسکوزیته، ویسکوزیته نهایی، بازگشت و شکست از گندم کم‌تر بود (p< ۰/۰۵). ویژگی‌های بافت ژل نشاسته کینوا به طور معناداری(p< ۰/۰۵) سفتی، صمغیت و فنریت را کم‌تر از گندم نشان داد. بنابراین می‌توان گفت خواص منحصر به فرد نشاسته کینوا استفاده از آن را در فرآورده‌های نانوایی مختلف و فرآورده‌هایی که در تولید آن‌ها نیروی مکانیکی زیادی استفاده می‌شود و همچنین غذاهای منجمد امکان پذیر می‌سازد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.123.22.7]

[DOI: 10.52547/fsct.19.123.175]

۱- مقدمه

نشاسته مهم ترین منبع انرژی ذخیره ای در گیاهان به شمار می رود که به وفور در دانه غلات و در گیاهان غده ای یافت می شود. از نظر تغذیه ای نشاسته تامین کننده ۷۰-۸۰ درصد انرژی مورد نیاز روزانه انسان می باشد و به ویژه از لحاظ تامین کالری مورد نیاز در کشورهای جهان سوم حائز اهمیت فراوان می باشد[۱]. ویژگی های منحصر به فرد نشاسته باعث شده است تا بتوان از این ترکیب پلیمری به صورت گسترده در صنایع مختلف استفاده نمود که در این بین صنعت غذا سهم عمده ای را به خود اختصاص داده است. ویژگی های فیزیکوشیمیایی نشاسته و کاربرد های آن در صنایع مختلف تحت تاثیر ساختار آن از جمله میزان بلوری بودن، نسبت آمیلوز به آمیلوپکتین، مورفولوژی گرانول و قطر گرانول هاست[۲, ۳] نشاسته در گیاه به شکل گرانول های نیمه بلوری وجود دارد. دامنه اندازه این گرانول ها متغیر است و بسته به منشا گیاهی در اشکال مختلف وجود دارند. نحوه قرار گیری آمیلوزها و آمیلوپکتین ها در گرانول منتهی به ایجاد بخش های کریستالی و غیر کریستالی به صورت متناوب شده است به طوری که گرانول نشاسته در برش عرضی به صورت حلقه های متحدالمرکز دیده می شود[۲, ۳, ٤].

کینوا متعلق به گروهی از غلات، با نام سودوسریال است که به عنوان یک محصول کشاورزی چند منظوره در نظر گرفته می شود[۵]. کینوا گیاهی است که متعلق به خانواده چنوپودیاسه [1] بوده و بومی آمریکای جنوبی می باشد و حدود ۲۵۰ گونه از این خانواده در سرتاسر جهان از جمله پرو، بولیوی، اکوادور و شیلی وجود دارد[٦]. کینوا به دلیل ترکیب غذایی مناسب و متعادل به عنوان یک ماده غذایی کامل شناخته شده است. تحمل بالای آن در برابر شرایط نامساعد محیطی کینوا را به عنوان یک محصول استراتژیک برای تأمین امنیت غذایی و امنیت غذایی در مواجهه با تغییرات آب و هوایی تبدیل می کند. کینوا به دلیل دارا بودن میزان بالای پروتئین، لیپید، مینرال، ویتامین و خاکستر نسبت به بقیه حبوبات برتر می باشد[۷, ۸]. به طور کلی محتوای مواد معدنی کینوا سه برابر بیشتر از بقیه غلات و حبوبات است.دانه های آن در تهیه سوپ و همچنین آرد آن در محصولات بیکری مانند کوکی، نان، بیسکویت، مافین، کرپ، پنکیک استفاده می شود[۹].

1. Chenopodiacea

گندم (Triticum Beautivum L.) یکی از مهمترین غلات و حبوبات و یکی از منابع اصلی غذایی برای افراد در ٤۳ کشور مختلف است. نشاسته ماده اصلی هر دو کینوا و گندم است که به ترتیب تقریباً ۳۰ تا ۷۵٪ و ٦۰ تا ۷۵٪ از ماده خشک آنها است. نشاسته نقش مهمی در کیفیت محصول نهایی دارد که به طور مستقیم روی کیفیت مواد غذایی تأثیر می گذارد. در صنایع غذایی از آن به عنوان یک ضخیم کننده ، ماده ژل کننده ، تثبیت کننده و جایگزین کننده چربی استفاده می شود. ساختار شیمیایی نشاسته عمدتاً از دو نوع پلیمر گلوکز تشکیل شده است. محتوای آمیلوز و ساختار ریز آمیلوپکتین که تأثیر زیادی بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی دارند و بر کیفیت دانه ، کیفیت آرد و خواص نشاسته تأثیر می گذارند[۳].

هدف از این پژوهش بررسی ویژگیهای عملکردی و فیزیکوشیمیایی نشاسته جدا شده از گونه های تی‌تی‌کاکا [2] کینوا و گندم پیشگام [3] با توجه به کاربردهای احتمالی صنعتی آنها، به ویژه در کاربردهای غذایی مشتق از غلات است. در حال حاضر مطالعات کمی در مورد خصوصیات فیزیکوشیمیایی و عملکردی نشاسته های کینوا از انواع مختلف وجود دارد. با توجه به خواص ذکر شده در مورد نشاسته گندم و کینوا، هدف ما مقایسه خواص عملکردی نشاسته گندم و کینوا بود.

۲-مواد و روش ها

۲-۱-مواد اولیه

گندم از مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی استان اصفهان و کینوا از شرکت کشت وصنعت انابد وابسته به استان قدس رضوی مشهد خریداری گردید.

۲-۲- ویژگی‌های شیمیایی نشاسته آرد کینوا و گندم

اندازه‌گیری رطوبت، خاکستر، چربی و پروتئین نشاسته، به ترتیب مطابق با استانداردهای ۱۹-٤٤ ، ۰۸-۰۱، ۳۰-۱۰ و ۲۵- ۳۰ AACC انجام شد.

۲-۳- استخراج نشاسته کینوا و گندم

جهت استخراج نشاسته از آرد گندم و کینوا، مخلوط خمیر و

2. TTKK
3. Pishgam

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.123.22.7]
[DOI: 10.52547/fsct.19.123.175]

آب پس از یک ساعت استراحت، با آب نمک ۲ درصد توسط بورت قطره قطره شستشو داده شد به صورتی که آب و نشاسته خارج شد و گلوتن آن باقی ماند. سپس آب و نشاسته باقی مانده از هم جدا و آب آن را دور ریخته شد. مجدداً آب مقطر به نشاسته افزوده و مخلوط شد تا آب آن شفاف شود. پس از آن چندین مرحله سانتریفوژ شد تا آب شفاف شود. سپس رسوب باقی مانده در ظرفی ریخته و خشک شد با استفاده از آسیاب دیسکی آسیاب شد و از الک‌های با قطر ۲۵۰ و ۱۵۰ میکرون عبور داده شد[۱۰].

۲-٤- بررسی مقدار آمیلوز

در این روش براساس تشخیص کالری متری آمیلوز توسط اتصال ید است. ۷۵ میلی‌گرم نشاسته وزن شد و میزان ۱۰ میلی لیتر دی متیل سولفوکسید (DMSO) به آن اضافه شد. لوله‌ها به مدت ۱۵ دقیقه در یک حمام آب جوش قرار داده شدند و سپس به مدت ٦۰ دقیقه در آون با دمای ۱۰۰ درجه سانتیگراد قرار گرفتند. یک میلی لیتر از این محلول به یک فلاسک ۱۰۰ میلی لیتری حاوی ۹۰ میلی لیتر آب مقطر و ۲ میلی لیتر I_2 و KI منتقل شد. فلاسک به مدت ۱۵ دقیقه در حمام آب ۲۰ درجه سانتیگراد قرار گرفت. در نهایت میزان جذب در ٦۳۵ نانومتر توسط رابطه۱و۲ اندازه‌گیری شد[۱۱].

$$\text{میزان رنگ آبی} = \frac{\text{جذب} \times 100}{\text{وزن نمونه (گرم)} \times \text{محلول} \times 2} \quad (1)$$

$$\text{میزان آمیلوز} = 28/414 \times \text{میزان رنگ آبی} \quad (2)$$

۲-۵-تعیین میزان تورم، حلالیت و جذب آب

برای تعیین میزان تورم و حلالیت نشاسته‌ها از روش لیچ[1] و همکاران، ۱۹۵۹ استفاده شد. بدین منظور یک گرم از نمونه‌ها توزین و با ۳۰ میلی لیتر آب مقطر مخلوط شدند. سپس به مدت ۳۰ دقیقه در حمام آب گرم با دمای ۹۵ درجه سانتیگراد قرار گرفتند و مرتباً به هم زده شدند. مخلوط بوسیله آب سرد در مدت ۵ دقیقه به دمای اتاق رسانده شد. در مرحله بعد، ۱۵دقیقه در ۷۰۰۰ g سانتریفیوژ شدند و مایع شفاف فوقانی به ظرفی با وزن مشخص منتقل شد و در دمای ۱۲۰ درجه سانتیگراد به مدت ٤ ساعت خشک و وزن شد و میزان حلالیت طبق رابطه۳ محاسبه گردید. همچنین قدرت تورم و جذب آب طبق رابطه‌های ٤و ۵ محاسبه گردیدند[۱۲].

$$\text{درصد حلالیت} = \frac{\text{وزن مایع فوقانی خشک شده}}{\text{وزن نشاسته خشک اولیه}} \times 100 \quad (3)$$

$$\text{قدرت تورم (گرم/گرم)} = \frac{\text{رسوب باقی مانده}}{(\text{میزان حلالیت} - 100) \times \text{وزن نشاسته خشک اولیه}} \quad (4)$$

$$\text{میزان جذب آب} = \frac{\text{وزن رسوب در لوله سانتریفوژ}}{\text{وزن خشک نشاسته}} \quad (5)$$

به منظور اندازه‌گیری میزان جذب روغن، ۲/۵ گرم از نشاسته کینوا و گندم توزین و سپس ۲۰ میلی لیتر روغن ذرت به آن ها اضافه شد و به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق روی شیکر قرار گرفت. قسمت مایع باقی مانده به مدت ۲۰ دقیقه در دور ۷۰۰۰g سانتریفوژ شد و رسوب باقی مانده وزن گردید و سپس طبق رابطه ٦ محاسبه شد[۱۲].

$$\text{میزان جذب آب} = \frac{(\text{وزن ماده خشک} - \text{وزن رسوب})}{\text{وزن ماده خشک}} \quad (6)$$

۲-٦- تعیین الگوی پراش اشعه ایکس و محاسبه درصد تبلور نشاسته

الگو XRD نشاسته با استفاده از پراش سنج پیشرفته D8 (Asenware AW-DX300، چین) به دست آمد. به این منظور، نمونه‌های آسیاب شده با دانه بندی یکسان تحت تابش اشعه ایکس قرار گرفتند. الگوهای اشعه ایکس با تابش مس پتاسیم گرفته شد. مناطق اسکن از زاویه پراش2θ با سرعت اسکن ۲ درجه در دقیقه، تحت زاویه های ٤ تا ۳۸ درجه و فاصله زاویه‌ای ۰/۰۵درجه بود. درصد تبلور با استفاده از رابطه۷ محاسبه گردید[۱۳].

$$\text{درصد تبلور} = \frac{\text{سطح زیر پیک‌ها}}{\text{سطح کل زیر منحنی}} \times 100 \quad (7)$$

۲-۷- بررسی ویژگی‌های گرانول نشاسته

برای تعیین ویژگی‌های ظاهری گرانول‌های نشاسته ی استخراج شده از میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) (مدل Ziess ساخت آلمان) استفاده شد. نمونه‌ها توسط میکروسکوپ الکترونی با پتانسیل الکتریکی ۲۰ کیلو ولت مورد بررسی قرار گرفتند[۲].

۲-۸- بررسی خواص گرمایی نشاسته

خواص گرمایی نشاسته ها با دستگاه گرماسنج افتراقی (DSC 200 F3, Netzsch Instruments NA LLC; Burlington, MA). اندازه گیری شد. ۵ میلی‌گرم از

1Leach

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.123.22.7]
[DOI: 10.52547/fsct.19.123.175]

نمونه‌های پودر نشاسته در ظروف مخصوص از جنس آلومینیوم توزین و با نسبت ۱:۳ با آب مخلوط گردیدند. سپس دمای نمونه از ۰ تا ۱۴۰ درجه سلسیوس با میزان حرارت ۱۰K/min افزایش یافت[۲].

۲-۹- بررسی ویژگی‌های خمیری نشاسته

به منظور بررسی ویژگی های خمیری نشاسته از دستگاه آنالیز سریع ویسکوزیته RVA Starch (Master2، ساخت استرالیا) استفاده شد. به این منظور از هر نمونه ۳/۵ گرم وزن شده و به ۲۵ گرم آب مقطر افزوده شد. ابتدا به مدت ۲ دقیقه دما در ۵۰ درجه سانتی گراد ثابت ماند. سپس با سرعت ثابت ۰/۲ درجه سانتی گراد بر ثانیه دما به ۹۵ درجه رسید و ۳ دقیقه در همین دما باقی ماند. در ادامه با همان سرعت، دما تا ۵۰ درجه کاهش یافت و ۵ دقیقه در این دما باقی ماند و پارامترهایی نظیر دمای خمیری شدن، بیشینه ویسکوزیته ، ویسکوزیته شکست، بازگشت و نهایی تعیین گردید[۱۴].

۲-۱۰- بررسی بافت ژل‌های نشاسته

بعد از اتمام آزمون خمیری شدن توسط دستگاه RVA، مقداری از نشاسته‌های ژلاتینه شده جهت تهیه ژل وارد قالب استوانه‌ای پلاستیکی با قطر و ارتفاع مشخص (۱۰×۱۰ میلی متر) شد و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ٤ درجه سانتیگراد نگه داری شدند تا ژل تهیه شد. ژل‌های حاصل توسط دستگاه بافت سنج (مدل TA-XT2i، ساخت انگلستان) و آزمون آنالیز پروفیل بافت TPA[1] از نظر ویژگی‌های مختلف بافتی مورد بررسی قرار گرفتند. در نهایت با استفاده از نمودار به دست آمده ویژگی‌های بافتی شامل سفتی، فنریت، صمغیت، قابلیت جویدن و پیوستگی ژل‌ها محاسبه و مورد بررسی قرار گرفتند[۱۵].

۲-۱۱-آنالیز آماری

تجزیه و تحلیل نتایج در قالب طرح کاملا تصادفی در ۲ تکرار و مقایسه میانگین با استفاده از آزمون LSD در سطح اطمینان ۹۵ درصد توسط نرم افزار IBM Corporation, NY, SPSS (USA) انجام شد.

1. Texture Profile Analysis

۳-نتایج و بحث

۳-۱- ویژگی‌های شیمیایی نشاسته کینوا و گندم

تجزیه شیمیایی نشاسته آردهای گندم و کینوا در جدول ۱ قابل مشاهده است.

Table 1 Chemical composition of quinoa and wheat starches

Chemical compositions	Wheat	Quinoa
Fat(%)	1.55 ± 0.16^a	2.00 ± 0.04^a
Ash(%)	1.14 ± 0.04^b	1.50 ± 0.03^a
Moisture(%)	12.40 ± 0.1^a	11.86 ± 0.11^b
Protein(%)	0.67 ± 0.06^b	1.06 ± 0.04^a

Mean of three replications ± standard deviation. The values followed by different small letters in the same column are statistically different ($P < 0.05$)

۳-۲- آمیلوز

نشاسته متشکل از آمیلوز و آمیلوپکتین است که از واحدهای گلوکز ، با پیوند 4 - 1- α- و 6- 1-α، تشکیل شده است. مقدار آمیلوز بر ویژگی‌های عملکردی و فیزیکو شیمیایی نشاسته از جمله ، ویژگی‌های خمیری شدن ، ژلاتینه شدن، رتروگردیشن و تورم اثر دارد[۱۶].

نتایج حاصل اندازه‌گیری درصد آمیلوز(جدول۲) نشان داد که در کینوا واریته تی تی کاکا محتوای آمیلوز برابر ۹/۱۹ درصد بود که با اختلاف معنی داری در سطح ۹۵ درصد از آمیلوز نشاسته گندم پیشگام کم‌تر بود. نتایج حاصله با نتایج تحقیقات لیندبوم[۲] ۲۰۰۵، لی و ژو[۳] ۲۰۱۸، وانگ[٤] ۲۰۱۵ و احامد[٥] و همکاران، ۱۹۹۶ در مطالعه درصد آمیلوز نشاسته کینوا مطابقت داشت[۱۷- ۲۰].

Table2 Amylose content of quinoa and wheat starches

	Wheat	Quinoa
Amylose(%)	19.57 ± 0.66^a	9.19 ± 0.83^b

Mean of three replications ± standard deviation. The values followed by different small letters in the same column are statistically different ($P < 0.05$)

2. Lindeboom
3. Li and zhu
4.Wang
5. Ahamed

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.123.22.7]
[DOI: 10.52547/fsct.19.123.175]

۳-۳- ویژگی‌های گرانول نشاسته

برای تعیین ویژگی‌های ظاهری گرانول‌های نشاسته از میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) استفاده شد. نتایج به دست آمده در شکل ۱ قابل مشاهده است. نشاسته گندم پیشگام گرانول‌های بزرگ و دیسکی شکل داشت. همچنین در اطراف گرانول‌های بزرگ، گرانول‌های کوچک مشاهده شد که اندازه آن‌ها از ۸ تا ۱۰ میکرومتر بود. در صورتی که گرانول‌های نشاسته کینوا شکل نامنظم وسطح ناهموار داشتند، و به شکل کروی یا چند ضلعی با قطر ۲ تا ۵ µm بودند. گرانول‌های نشاسته کینوا تی تی کاکا به لحاظ ابعاد دارای ابعاد کوچک‌تری نسبت به نشاسته گندم پیشگام بود.

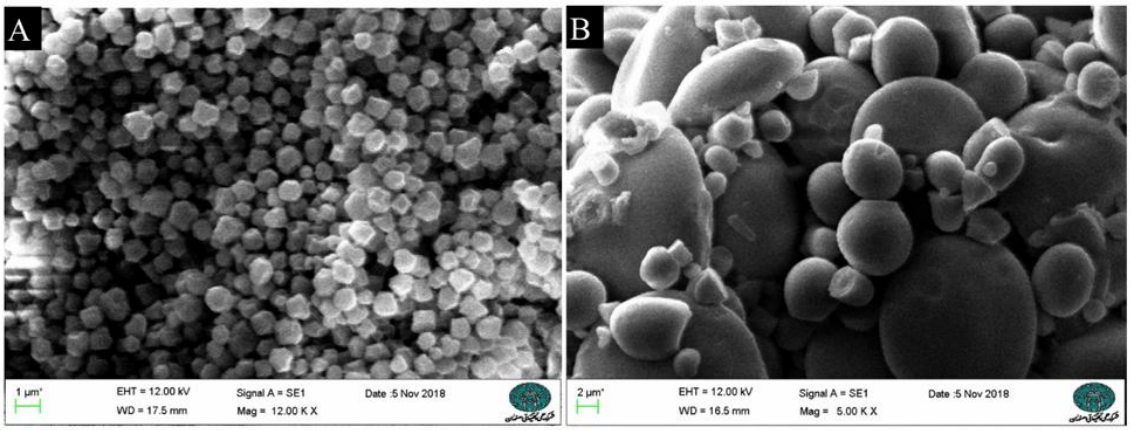

Fig 1 SEM images of quinoa starch(A)and wheat starch(B)

گرانول‌های نشاسته کینوا واریته تی تی کا کا نسبت به دو گونه PS و MS با سایز ذرات به ترتیب ٤٤/٦٥ و ١٤/٢٠ میکرومتر به صورت معنی داری کوچک تر بود[۲۱]. این در حالی است که جیانگ[1]، لیندبوم[2] و جان[3] میانگین سایز گرانول‌های گونه‌های مختلف کینوا را بین ۰/٤ تا ۳/۵ میکرو متر گزارش دادند[۱۹, ۲۱, ۲۲]. آن‌ها همچنین بیان داشتند که گرانول‌های نشاسته کینوا مستعد تشکیل ساختار متراکم و کلوخه ایی هستند. از این رو نشاسته کینوا را می‌توان جزو نشاسته‌های میکروگرانول (کوچک تر از ۵ میکرومتر) دسته بندی کرد که نقش بسزایی در تولید محصولات کم چرب و با قند پائین در عین حال دارای احساس دهانی کرمی دارد.

۳-٤- میزان تورم، حلالیت و جذب آب

قدرت تورم نشان دهنده میزان برهمکنش‌های ببین زنجیره‌ها در بخش آمورف وکریستالی است[۲۳]. همچنین میزان تورم گرانول‌ها را در طول گرما دادن، و شاخص حلالیت در آب، میزان مولکول های خارج شده از گرانول را در آب بیان می‌کند[۱۹]. نتایج آزمون میزان تورم، حلالیت و جذب آب نشاسته آردهای کینوا و گندم نشان داد که میزان جذب آب وتورم نشاسته کینوا تی تی کاکا نسبت به نشاسته گندم پیشگام به طور معنا داری بیشتر بود(جدول ۳) ($p<$ ۰/۰۵). محتوای آمیلوز پائین(جدول ۲) و آمیلو پکتین با زنجیره بلند در نشاسته کینوا[۲۲,۱۹]، اندازه ذرات و گرانول‌های کوچک‌تر در نشاسته سبب افزایش میزان جذب آب و تورم آن نسبت به نشاسته گندم شد[۲٤, ۲۵]. لیند بوم در سال۲۰۰۵ و لی و ژو[4] در سال ۲۰۱٦ اسریچووانگ[5] نیز نیز به رابطه معکوس محتوای آمیلوز و قدرت تورم اشاره کردند[۱۷, ۲٦, ۲۷]. همچنین نتایج مطالعه حاضر با نتایج اسریچووانگ و وانگ و همکاران مطابقت داشت[۱۹, ۲٦]. لی و ژو (۲۰۱۸) نشان دادند که اندازه گرانول‌های نشاسته کینوا در مقایسه با نشاسته بسیاری از غلات کوچک‌تر بودند و میزان آمیلوز کم‌تری داشتند، در عین حال کینوا دارای مقادیر قابل توجه آمیلوپکتین با زنجیره بسیار بلند حاوی زنجیره‌های کوتاه فراوان بود[۱۹].

1. Jiang
2. Lindeboom
3. Jan
4. Li zhu
5. Srichuwang

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.123.22.7]
[DOI: 10.52547/fsct.19.123.175]

Table 3 Swelling power, Solubility, Water and Oil absoption

	Wheat	Quinoa
Swelling power(%)	8.25 ± 0.33[b]	9.35 ± 0.4[a]
Solubility(%)	12.9 ± 0.5[b]	14.19 ± 0.2[a]
Water absorption (g water/g sample)	6.14 ±0.04[b]	6.67 ± 0.07[a]
Oil absorption(g water/g sample)	11.93 ± 0.05[b]	11.93 ± 0.05[a]

Mean of three replications ± standard deviation. The values followed by different small letters in the same column are statistically different (P < 0.05)

۳-۵- الگوی پراکش اشعه X

پراش اشعه ایکس برای ارزیابی ساختار بلوری گرانول نشاسته استفاده شد. نشاسته کینوا، بلورهای A –type را نشان داد. به طور کلی، در یک گرانول نشاسته دو ناحیه مجزا قابل تشخیص است: قسمت آمورف و قسمت نیمه کریستالی که در قسمت نیمه کریستالی، ایجاد پیوند بین زنجیرهای جانبی آمیلوپکتین مسئول ایجاد حالت کریستالی و در مقابل، زنجیرهای اصلی و بدون انشعاب آمیلوپکتین و حضور مولکول‌های آمیلوز، مسئول ایجاد حالت آمورف هستند[۲۸]. الگوی پراش نشاسته کینوا پنج پیک متفاوت را در درجات ۲۳/۱- ۲۰/٤- ۱۸/۳- ۱۷/۳- ۱۵/۳ نشان داد (شکل۲). مولکول‌های آمیلوز بخش آمورف و مولکول‌های آمیلوپکتین بخش بلورین را تشکیل می‌دهند. طبق نتایج درجه بلوری شدن برای نشاسته کینوا به طور معنا دار و در سطح احتمال ۹۵ درصد بیشتر از گندم بود (جدول ٤). طبق یافته‌ها درجه تبلور برای نشاسته کینوا بین ۳۵ تا ٤۳ درصد است که کم‌تر از آمارانت و ذرت معمولی و بیشتر از نشاسته‌های جو بود[۲۹, ۳۰].

Table 4 Crystallinity of quinoa and wheat starches

	Wheat	Quinoa
Crystallinity(%)	35.65 ± 0.78[b]	39.90 ± 0.99[a]

Mean of three replications ± standard deviation. The values followed by different small letters in the same column are statistically different (P < 0.05)

درجه متفاوت بلوری شدن گرانول‌های نشاسته می‌تواند به دلیل اختلاف در گیاه شناسی، ترکیبات نشاسته و یا روش‌های استخراج نشاسته آن باشد. به طور کلی گرانول‌های نشاسته نیمه بلوری هستند که به میزان آمیلوز و آمیلوپکتین مرتبط است. میزان آمیلوز زیاد در نشاسته باعث ضعیف شدن تبلور نشاسته می‌شود در حالی که آمیلوپکتین مقدار تبلور را افزایش می‌دهد[۱۸]. همچنین نتایج مطالعات با نتایج لی و همکاران در سال ۲۰۲۰ مطابقت داشت[۳۱].

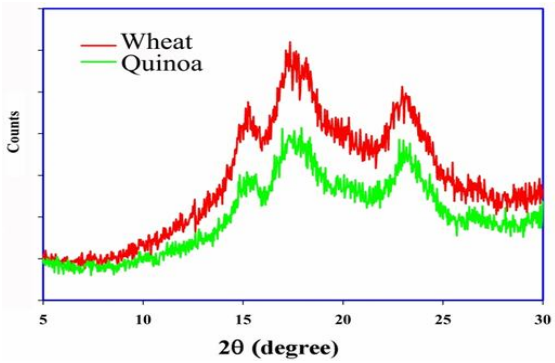

Fig 2 X-ray diffraction patterns

۳-٦- بررسی خواص گرمایی نشاسته کینوا و گندم

آنالیز DSC[1] کم‌ترین انرژی لازم برای تخریب نظم نشاسته موجود در محصولات غذایی را در اختیار ما قرار می‌دهد. نوع گرانول‌ها و غلظت نشاسته ، فاکتورهای موثر در این خصوص هستند[۳۲]. خواص گرمایی نشاسته گندم و کینوا در جدول ۵ قابل مشاهده است. To[2] نشان دهنده ذوب شدن کریستال‌هایی با پایداری کم‌تر و Tc[3] نشان دهنده ذوب شدن کریستال‌هایی با ساختار تکامل یافته‌تر و پایداری بیشتر است[۳۳]. تورم گرانول‌ها معمولا در To شروع می‌شود. To، Tc و Tp نماینده خوبی از تغییرات ساختاری نشاسته در طول ژلاتیناسیون هستند[۳٤]. همچنین آنتالپی ژلاتینه شدن اندازه‌گیری کلی را از کریستاله شدن نشان می‌دهد و نشانگر از بین رفتن نظم مولکولی در گرانول‌ها است.

1. Dfferential Scanning Calorimetry
2. Onset Temperature
3. Conclusion Temperature

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.123.22.7]
[DOI: 10.52547/fsct.19.123.175]

Table 5 Thermal properties of quinoa and wheat starches

	Wheat	Quinoa
Enthalpy	9.47 ± 0.09^{a}	10.31 ± 0.65^{a}
Tp (°C)	61.80 ± 0.85^{b}	66.45 ± 0.21^{a}
To (°C)	56.10 ± 0.57^{b}	60.85 ± 0.35^{a}
Tc (°C)	67.69 ± 0.33^{a}	66.43 ± 0.06^{a}
Retrogradation	15.38 ± 0.54^{a}	5.43 ± 0.43^{b}

Mean of three replications ± standard deviation. The values followed by different small letters in the same column are statistically different ($P < 0.05$).

Tp[1] و To نشاسته کینوا به طور معنی داری بیشتر از گندم بود ($P<0.05$) (جدول ۵). آنالیزها نشان داد که دمای تشکیل ژل و میزان آنتالپی ارتباط نزدیکی به ساختار ظریف آمیلوپکتین داشتند. بنابراین تفاوت‌ها در خصوصیات ژل شدن به اختلاف در ساختار و ترکیب نشاسته نسبت داده شد [۳۵, ۳۶]. وجود آمیلوپکتین با زنجیره های فوق بلند در کینوا [۳۵] نقش مهمی در ژلاتینه شدن داشت به طوری که زنجیره‌های بلندتر نسبت به زنجیره‌های کوتاه تر، به دمای بیشتری نیاز داشتند [۲۱]. نتایج لی [2]و همکاران در۲۰۱۶ محدوده Tp و ΔH ۲۶ نمونه نشاسته کینوا رابه ترتیب ۵۶/۲ تا ۶۵ و ۱۰/۸ تا ۱۴/۴ گزارش کردند[۱۵] که از Tp و ΔH نشاسته کینوا تی تی کا کا در مطالعه حاضر اندکی بیشتر بود. تنوع درحالت‌های ژلاتینه شدن نشاسته کینوا به دلیل اختلاف در ساختار آمیلوپکتین، میزان آمیلوز، سایز گرانول نشاسته و حضور ترکیباتی مثل پروتئین و لیپید بود [۳۵, ۳۷].

نتایج پژوهش حاضر با نتایج لی و ژو [3]در سال ۲۰۱۷ مطابقت نداشت. لی و ژو اظهار داشتند که ترکیبات موجود در نمونه (پروتئین، چربی و خاکستر) با To و Tc رابطه عکس داشته و محاصره نشاسته توسط ماتریکس پروتئینی و برهمکنش لیپید و آمیلوز، در کاهش این فاکتورها موثر بودند[۳۵]. این ممکن است به دلیل تفاوت در روش استخراج نشاسته واختلاف در روش‌های اندازه‌گیری و شرایط DSC مانند غلظت نشاسته و نرخ گرمایش باشد که مقایسه را در میان پژوهش‌های مختلف دشوار می‌کند[۳۸].

براساس یافته‌های مطالعه پیش رو، رتروگردیشن نشاسته کینوا به طور معنی داری کم‌تر از گندم بود($p< ۰/۰۵$) که با میزان کم آمیلوز مطابقت داشت. طبق تحقیقات قبلی، آمیلوز یک فاکتور تاثیر گذار بر روی واگشتگی بود به طوری که میزان بالای آمیلوز با افزایش واگشتگی نشاسته همراه بود و با کریستاله شدن نسبت عکس داشت[۲۱].

ΔT (Tc - To) نشان دهنده‌ی محدوده دمای ژلاتینه شدن است. ژلاتینه شدن ، عملکرد مولکول‌های آمیلوپکتین و همچنین نسبت آمیلوز به آمیلوپکتین است. نتایج این تحقیق نشان داد که محدوده ژلاتینه شدن نشاسته کینوا نسبت به گندم کم‌تر بود. بیلیادریس[4] در سال ۲۰۰۹ اذعان داشت که حضور کریستال‌ها با پایداری متفاوت در گرانول ها، حاکی از وجود آمیلو پکتین با رشته‌های طویل‌تر در نشاسته کینوا در مقایسه با نشاسته‌هایی مانند یولاف بود[۳۹].

نتایج حاصل از گرماسنجی روبشی افتراقی نشاسته اگرچه اختلاف معنی داری را بین آنتالپی ها نشان نداد ولی میزان آنتالپی[5] در نشاسته کینوا را بالاتر از گندم گزارش داد. مقدار آنتالپی در نشاسته کینوا کم‌تر از گونه‌های ذرت ،آمارانت و لوبیا بود و مشابه سورگوم و بالاتر از جو و گندم بود[۱۵]. نتایج پژوهش با نتایج کیان[6] ۱۹۹۹،اینوچی[7] ۱۹۹۹، سریچووانگ[8] ۲۰۱۷، استفلانی[9] ۲۰۱۷، تانگ[10] ۲۰۰۲ و رایت[11] و همکاران ۲۰۰۲ مطابقت داشت[۱۰, ۳۶, ۴۰- ۴۳].

۳-۷- ویژگی خمیری نشاسته گندم و کینوا

طبق نتایج بدست آمده در جدول ٦ دمای ژلاتیناسیون کینوا از گندم بیشتر بود($p< ۰/۰۵$). درجه بالای خمیری شدن نشاسته نشان داد که مقاومت نشاسته در برابر تورم و پارگی بیشتر بود. بعلاوه دمای ژلاتیناسیون با درصد کریستالینیتی رابطه مستقیم داشت. و به علت بالاتر بودن درصد کریستالینیتی کینوا دمای ژلاتیناسیون آن نیز بالاتر بدست آمد. نتایج داده های فوق با استوفولانی[12] در سال ۲۰۱۳ مطابقت داشت[۱۳].

1. Peak temperature
2. Li
3. Li and Zhu
4. Biliaderis
5. ΔH
6. Qian
7. Inouchi
8. Srichuwong
9. Steffolani
10. Tang
11. Wright
12 . Steffolani

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.123.22.7]
[DOI: 10.52547/fsct.19.123.175]

Table 6 Pasting properties of quinoa and wheat starches

	Wheat	Quinoa
Pasting temperature(° c)	62.50 ± 0.71[a]	66.10 ± 0.41[a]
Peak viscosity (cp)	4514.50 ± 23.33[a]	2644.00 ± 48.08[b]
Final viscosity(cp)	5170.50 ± 101.12[a]	3207.10 ± 0.41[b]
Break down(cp)	2034.50 ± 29.71[a]	521.95 ± 29.20[b]
Set back(cp)	943.00 ± 21.21[a]	700.50 ± 2.12[b]

Mean of three replications ± standard deviation. The values followed by different small letters in the same column are statistically different ($P < 0.05$).

اما مشاهدات حاضر با مشاهدات تیگا[1] و همکاران مطابقت نداشت تیگا در بررسی اثر افزودن سیب زمینی و آرد کینوا به آرد گندم برای تولید نودل دریافت که کینوا نسبت به گندم و سیب زمینی دمای خمیری شدن بیشتری دارد که دلیل آن را به جذب و تورم کم‌تر نشاسته کینوا نسبت به گندم و سیب زمینی نسبت داد[٤٤]. بیشینه ویسکوزیته، ویسکوزیته نهایی، ویسکوزیته بازگشت و ویسکوزیته نقطه شکست در نشاسته کینواتی تی کاکا نسبت به گندم پیشگام به طور معناداری کم‌تر بود ($p<$ ٠/٠٥). بالاتر بودن بیشینه ویسکوزیته در نشاسته گندم به دلیل وجود گرانول‌هایی با اندازه‌های مختلف در آن بود که منجر به الگوهای تورم مختلفی شد. در مطالعات مقایسه‌ای، بیشینه ویسکوزیته در نشاسته گندم بالاتر از بقیه نشاسته‌ها مانند ذرت، ، ارزن، گندم سیاه، کینوا، سورگوم سفید و قرمز بود. کینوا به علت اینکه مقادیر قابل توجهی پروتئین دارد و با توجه به اینکه پروتئین با pv[2] نسبت عکس داشت، مقدار pv در آن نیز کم‌تر از گندم به دست آمد[٤٤, ٤٥]. براساس نتایج بدست آمده در این مطالعه pv و آمیلوز رابطه مستقیم داشتند که با نتایج جان و همکاران، وانگ و همکاران در سال ٢٠١٥ مطابقت داشت[١٩, ٢٢]. نتایج پژوهش حاصله با نتایج اسریچووانگ[3] ٢٠١٧ ، استفلانی[4] ٢٠١٣ ، لیندبوم[5] در سال ٢٠٠٥ و لی[6] در سال ٢٠١٨ مطابقت نداشت [١٣, ١٧, ٣٦, ٣٧].

داده‌های جدول ٦ کم‌تر بودن ویسکوزیته شکست نشاسته کینوا را نسبت به گندم به صورت معنی داری نشان داد($p<$ ٠/٠٥). ویسکوزیته شکست پائین در کینوا نشان داد که مقاومت این نشاسته به حرارت و تنش بالاتر است. از این رو می‌توان ادعا کرد که نشاسته کینوا مقاوم تر از نشاسته گندم می‌باشد نتایج به دست آمده با نتایج و دلایل آلوارز[7] و تیگا[8] در سال ٢٠٢١ و ٢٠١٠ مطابقت داشت[٤٤, ٤٦].

داده‌های حاصل از دستگاه RVA ویسکوزیته نهایی نشاسته گندم پیشگام را نسبت به نشاسته کینوا تی تی کاکا بالاتر گزارش داد و دلیل آن را می‌توان بزرگ تر بودن سایز گرانول‌های گندم نسبت به کینوا بیان کرد[٤٤, ٤٧]. طبق نتایج این مطالعه، میزان ویسکوزیته بازگشت کینوا تی تی کاکا نسبت به گندم پیشگام کم‌تر بود که نشان دهنده پائین بودن واگشتگی آن است[٤٨]. می‌توان گفت ویسکوزیته بازگشت نسبت مستقیم با مقدار آمیلوز و آنتالپی رتروگردیشن داشت[١٣]. مقایسه نتایج ویسکوزیته بازگشت گندم و کینوا با نتایج وانگ و جان مطابقت داشت[١٩, ٢٢].

٣-٨- بررسی خواص بافتی ژل نشاسته آرد گندم و کینوا

نتایج آزمون بافت ژل‌های نشاسته گندم و کینوا در جدول ٧ قابل مشاهده است. طبق این نتایج میزان سفتی، صمغیت و قابلیت جویدن نشاسته کینوا نسبت به نشاسته گندم به طور معنی داری کم‌تر بود($p<$ ٠/٠٥). پس از بررسی خواص بافتی ژل نشاسته گندم و کینوا، کاهش این خواص در نشاسته کینوا نسبت به گندم به طور معنی داری مشاهده شد($p<$ ٠/٠٥). از آنجا که میزان آمیلوز در کینوا کم‌تر از گندم است، این نتایج تایید کننده نقش مهم آمیلوز در سفتی ژل نشاسته است.

آمیلوپکتین کینوا به طور میانگین طول زنجیری کوتاه دارد و به شدت شاخه دار است که این می‌تواند تاثیر روی بافت ژل داشته باشد. پروفایل بافت در نشاسته کینوا می‌تواند تحت تاثیر ساختار درونی آمیلوپکتین قرار گیرد. به عنوان مثال، نسبت بین زنجیرهای B بلند و کوتاه φ,β-LDs در آمیلوپکتین کینوا به طور عکس مرتبط با میزان سفتی بوده و به طور مستقیم مرتبط با مقدار چسبندگی است.

1. Tiga
2. Peak viscosity
3. Srichuwong
4. Steffolani
5. Lindeboom
6. Li
7. Alvarez
8 . Tiga

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.123.22.7]
[DOI: 10.52547/fsct.19.123.175]

Table 7 Textural properties of quinoa and wheat starches

	Wheat	Quinoa
Hardness(N)	86.93 ± 3.80[a]	40.25 ± 0.90[b]
Cohesiveness	0.93 ± 0.02[a]	0.94 ± 0.03[a]
Springiness	0.98 ± 0.00[a]	0.97 ± 0.01[a]
Gumminess	84.87 ± 1.28[a]	38.01 ± 2.18[b]
Chewiness	81.01 ± 2.04[a]	38.55 ± 3.35[b]

Mean of three replications ± standard deviation. The values followed by different small letters in the same column are statistically different ($P < 0.05$)

همان‌طور که گفته شد، آمیلوپکتین کینوا مقادیر قابل توجهی از زنجیرهای فوق بلند دارد. این زنجیرهای فوق بلند می‌تواند در بافت ژل نشاسته تاثیر داشته باشد[۴۹].تحقیقات کونگ[1] و همکاران ۲۰۱۵، با نتایج این مطالعه مطابقت داشت[۵۰].

افزایش سفتی نشاسته گندم را می‌توان به دلیل کم‌ترین میزان جذب آب دانست، به دلیل اینکه کاهش جذب آب گرانول‌ها می‌تواند شرایط مناسب تری را برای اتصال مجدد آمیلوزها و ایجاد ژل سفت تر فراهم کند[۵۱]. بر اساس نتایج جدول ۷ میزان پیوستگی در نشاسته کینوا کاهش و فنریت افزایش یافت. اما اختلاف آن با نشاسته گندم معنی دار نشد. طبق نتایج جدول ٦ ویسکوزیته نهایی، بیشینه ویسکوزیته و ویسکوزیته شکست کینوا از گندم کم‌تر بود. نتایج همبستگی خواص خمیری (RVA) و داده‌های آنالیز TPA، در پژوهش تیگا و همکاران نشان داد که پیوستگی نشاسته با ویسکوزیته بیشیه و ویسکوزیته شکست رابطه معکوس داشت. همچنین این دانشمندان اذعان داشتند که ویسکوزیته نشاسته با فنریت رابطه مستقیم داشت. از این رو با توجه به کاهش شدید سفتی در نشاسته کینوا نسبت به گندم میزان صمغیت نیز که از حاصل ضرب سفتی در پیوستگی نشاسته به دست می‌آید نیز کاهش یافت همین موضوع در خصوص قابلیت جویدن نیز صدق می کند. نتایج پژوهش حاضر با نتایج تیگا[2] و همکاران در سال ۲۰۲۰ مطابقت داشت[٤٤].

٤- نتیجه گیری

ویژگی های نشاسته باعث شده است تا بتوان از این ترکیب پلیمری به صورت گسترده در صنایع مختلف استفاده نمود که در این بین صنعت غذا بیشترین سهم را به خود اختصاص داده است. بررسی و مقایسه نشاسته کینوا واریته تی تی کاکا و گندم واریته پیشگام نشان داد که نشاسته کینوا ترکیب و ویژگی‌های منحصر به فردی داشت. می‌توان از نشاسته کینوا به علت سایز گرانول‌های کوچک تر نسبت به گندم، در ایجاد حس دهانی کرمی در محصولات کم چرب و کم قند استفاده کرد. مطالعه ویژگی‌های عملکردی نشاسته کینوا حاکی از بالاتر بودن درصد تورم، حلالیت، جذب آب و روغن در آن نسبت به نشاسته گندم بود. بعلاوه در صد بلورینگی بیشتر کینوا نسبت به گندم، محتوای آمیلوز کم‌تر بدست آمده از نشاسته کینوا نسبت به گندم را تائید کرد. بر اساس تحقیقات صورت گرفته بر خواص حرارتی و خمیری نشاسته‌ها، درکینوا دمای ژلاتیناسیون و دمای تشکیل خمیر بالاتر و بیشینه ویسکوزیته، ویسکوزیته نهایی، ویسکوزیته شکست و ویسکوزیته بازگشت پائین تر بود. شایان ذکر است پائین‌تر بودن میزان رتروگرادیسیون نشاسته کینوا نسبت به گندم سبب به تاخیر انداختن فرآیند بیاتی در فرآورده‌های نانوایی می‌شود. بررسی این پارامتر ها نشان از پتانسیل بالای نشاسته کینوا در تولید محصولاتی که نیاز به حرارت و نیروی مکانیکی زیادی دارند بود. همچنین کم‌تر بودن میزان سینرسیس به علت ویسکوزیته بازگشت کم‌تر نسبت به نشاسته گندم، استفاده از آن را در تولید محصولات یخ زده نیز امکان پذیر می‌سازد.

٥- سپاسگزاری

از جناب آقای دکتر علی سرشوقی مدیر عامل محترم شرکت اصفهان شکلات که در طول این تحقیق از هیچ کمکی دریغ نکردند ، صمیمانه سپاسگزارم.

همچنین از جناب آقای دکتر باقری مدیریت محترم مرکز تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی کرج، بابت همکاری بی دریغ شان صمیمانه تقدیر و تشکر می کنم.

1. Kong
2. Tiga

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.123.22.7]
[DOI: 10.52547/fsct.19.123.175]

٦- منابع

[1] Majzoobi, M., Radi, Mohsen., Farahnaki, Asgar., Jamalian, Jala., Mesbahi, Gholamreza. (2008). Effect of ascorbic acid on functional properties of wheat starch. Advances in Food and Nutrition Research, 58:1-31.

[2] Majzoobi, M., Sabery, B., Farahnaky, A., Karrila, T. T. (2012). Physicochemical properties of cross-linked-annealed wheat starch. Iranian Polymer Journal, 21:513-22.

[3] Tester, R. F., Karkalas, J., Qi, X. (2004). Starch—composition, fine structure and architecture. Journal of Cereal Science, 39:151-65.

[4] Barnett, K., Harder, S. (2014). Remedies in Australian private law: Cambridge University Press; 2014.

[5] Iqbal, M. A. (2015). An assessment of quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) potential as a grain crop on marginal lands in Pakistan. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences, 15:16-23.

[6] James, L. E. A. (2009). Quinoa (Z quinoa Willd.): Composition, chemistry, nutritional, and functional properts. Advances in Food and Nutrition Research, 58:1-31.

[7] Bhargava, A., Shukla S., Ohri D. (2007). Genetic variability and interrelationship among various morphological and quality traits in quinoa (Chenopodium quinoa Willd.). Field Crops Research, 101:104-16.

[8] Jacobsen, S.-E. (2003).The worldwide potential for quinoa (Chenopodium quinoa Willd.). Food Reviews International, 19:167-77.

[9] Atef, A., Abou-Zaid, I., Wafaa, S., Emam, H. (2014). Use of quinoa meal to produce bakery products to celiac and autism stuffs. International Journal of Science Research, 3:1344-54.

[10] Wright, K., Huber, K., Fairbanks, D. J., Huber C. (2002) .Isolation and characterization of Atriplex hortensis and sweet Chenopodium quinoa starches. Cereal Chemistry, 79:715-9.

[11] Morrison, W. R., Laignelet, B. (1983). An improved colorimetric procedure for determining apparent and total amylose in cereal and other starches. Journal of Cereal Science, 1:9-20.

[12] Leach, H. W. (1959). Structure of starch granules. I. Swelling and solubility patterns of various starches. Cereal Chemistry, 36:534-44.

[13] Steffolani, M. E., León, A. E., Pérez, G. T. (2013). Study of the physicochemical and functional characterization of quinoa and kañiwa starches. Starch-Stärke, 65:976-83.

[14] Ratnayake, W. S., Jackson, D. S. (2008). Starch gelatinization. Advances in Food and Nutrition Research, 55:221-68.

[15] Li, G., Wang, S., Zhu, F. (2016). Physicochemical properties of quinoa starch. Carbohydrate Polymers, 137:328-38.

[16] Bao, J., Xia, Y. (2001). Genetic effects and genotype× environment interactions for the starch RVA profiles in indica rice. Scientia Agricultura Sinica, 2:123-7.

[17] Lindeboom, N., Chang, P. R., Falk, K. C., Tyler, R. T. (2005). Characteristics of starch from eight quinoa lines. Cereal Chemistry, 82:216-22.

[18] Li, G., Zhu, F. (2018). Effect of high pressure on rheological and thermal properties of quinoa and maize starches. Food Chemistry, 241:380-6.

[19] Wang, S., Opassathavorn A., Zhu F. (2015). Influence of Quinoa Flour on Quality Characteristics of Cookie, Bread and C hinese Steamed Bread. Journal of Texture Studies, 46:281-92.

[20] Ahamed, N. T., Singhal, R. S., Kulkarni, P. R., Pal, M. (1996). Physicochemical and functional properties of Chenopodium quinoa starch. Carbohydrate Polymers, 31:99-103.

[21] Jiang, F., Du, C., Guo, Y., Fu J., Jiang, W., Du, S.-K. (2020). Physicochemical and structural properties of starches isolated from quinoa varieties. Food Hydrocolloids, 101:105515.

[22] Jan, K. N., Panesar, P., Rana, J., Singh, S. (2017). Structural, thermal and rheological properties of starches isolated from Indian quinoa varieties. International Journal of Biological Macromolecules,102:315-22.

[23] Sandhu, K. S., Singh, N. (2007). Some properties of corn starches II: Physicochemical, gelatinization, retrogradation, pasting and gel textural properties. Food Chemistry, 101:1499-507.

[24] Matos, M., Timgren, A., Sjöö, M., Dejmek, P., Rayner, M. (2013). Preparation and encapsulation properties of double Pickering emulsions stabilized by quinoa starch granules. Colloids and Surfaces A:

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.123.22.7]
[DOI: 10.52547/fsct.19.123.175]

Physicochemical and Engineering Aspects, 423:147-53.
[25] Wolter, A., Hager, A.-S., Zannini, E., Czerny, M., Arendt, E. K. (2014). Influence of dextran-producing Weissella cibaria on baking properties and sensory profile of gluten-free and wheat breads. International Journal of Food Microbiology, 172:83-91.
[26]Srichuwong, S., Jane J.-I. (2007). Physicochemical properties of starch affected by molecular composition and structures: a review. Food Science and Biotechnology, 16:663-74.
[27] Wu, G. (2016). Quinoa seed quality and sensory evaluation: Washington State University.
[28] Ruales, J., Grijalva,Y. D., Lopez-Jaramillo P., Nair B. M. (2002). The nutritional quality of an infant food from quinoa and its effect on the plasma level of insulin-like growth factor-1 (IGF-1) in undernourished children. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 53:143-54.
[29] Gani, A., Wani, S. M., Masoodi, F., Salim, R. (2013). Characterization of rice starches extracted from Indian cultivars. Food Science and Technology International, 19:143-52.
[30] Steffolani, M. E., Repo-Carrasco-Valencia, R., Pérez, G. T., Condezo-Hoyos, L. (2020). Physicochemical and functional properties of isolated starch and their correlation with flour from the Andean Peruvian quinoa varieties. International Journal of Biological Macromolecules, 147:997-1007.
[31] Zhu, F., Hua, Y., Li, G. (2020). Physicochemical properties of potato, sweet potato and quinoa starch blends. Food Hydrocolloids, 100:105278.
[32] Chilungo, S. (2013). Physicochemical properties and baking qualities of baked wheat products supplemented with cassava and pigeon pea flours: Michigan State University. Food Science.
[33] Jacobsen, S., Bach, A. (1998).The influence of temperature on seed germination rate in quinoa (Chenopodium quinoa Willd. Seed Science and Technology (Switzerland), 26:515-23.
[34] Wu, G., Morris, C. F., Murphy, K. M. (2017). Quinoa starch characteristics and their correlations with the texture profile analysis (TPA) of cooked quinoa. Journal of Food Science, 82:2387-95.
[35] Li, G., Zhu, F. (2017). Physicochemical properties of quinoa flour as affected by starch interactions. Food Chemistry, 221:1560-8.
[36] Srichuwong, S., Curti, D., Austin S., King R., Lamothe L., Gloria-Hernandez H. (2017). Physicochemical properties and starch digestibility of whole grain sorghums, millet, quinoa and amaranth flours, as affected by starch and non-starch constituents. Food Chemistry, 233:1-10.
[37] Li, G., Zhu F. (2018). Quinoa starch: Structure, properties, and applications. Carbohydrate Polymers.181:851-61.
[38] Zhu, F. (2015). Isolation, composition, structure, properties, modifications, and uses of yam starch. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety.14:357-86.
[39] Biliaderis, C. G. (2009). Structural transitions and related physical properties of starch. Starch: Elsevier, 293-372.
[40] Tang, H., Watanabe, K., Mitsunaga T. (2002). Characterization of storage starches from quinoa, barley and adzuki seeds. Carbohydrate Polymers, 49:13-22.
[41] Qian, J., Kuhn, M. (1999). Characterization of Amaranthus cruentus and Chenopodium quinoa starch. Starch-Stärke, 51:116-20.
[42] Inouchi, N., Nishi K., Tanaka, S., Asai, M., Kawase, Y., Hata, Y., et al. (1999). Characterization of amaranth and quinoa starches. Journal of Applied Glycoscience, 46:233-40.
[43] Steffolani, M. E., Villacorta, P., Morales-Soriano, E. R., Repo‐Carrasco, R., León, A. E., Pérez, G. T. (2016). Physicochemical and functional characterization of protein isolated from different quinoa varieties (Chenopodium quinoa Willd.). Cereal Chemistry, 93:275-81.
[44] Tiga, B. H., Kumcuoglu, S., Vatansever, M., Tavman, S. (2021). Thermal and pasting properties of Quinoa—wheat flour blends and their effects on production of extruded instant noodles. Journal of Cereal Science, 97:103120.
[45] Abugoch, L., Castro, E., Tapia, C., Añón, M. C., Gajardo, P., Villarroel, A. (2009). Stability of quinoa flour proteins (Chenopodium quinoa Willd.) during storage. International Journal of Food Science and Technology, 44:2013-20.
[46] Alvarez-Jubete, L., Auty, M., Arendt, E.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.123.22.7]
[DOI: 10.52547/fsct.19.123.175]

K., Gallagher, E. (2010). Baking properties and microstructure of pseudocereal flours in gluten-free bread formulations. European Food Research and Technology, 230:437-45.

[47] Kaur, A., Shevkani, K., Singh, N., Sharma, P., Kaur, S. (2015). Effect of guar gum and xanthan gum on pasting and noodle-making properties of potato, corn and mung bean starches. Journal of Food Science and Technology, 52:8113-21.

[48] Gudmundsson, M., Eliasson, A.-C. (1991).Thermal and viscous properties of rye starch extracted from different varieties. Cereal Chemistry, 68:172-7.

[49] Jiang, J., Dang, L., Tan, H., Pan B., Wei, H. (2017).Thin layer drying kinetics of pre-gelatinized starch under microwave. Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers, 72:10-8.

[50] Kong, X., Zhu, P., Sui, Z., Bao, J. (2015). Physicochemical properties of starches from diverse rice cultivars varying in apparent amylose content and gelatinisation temperature combinations. Food Chemistry, 172:433-40.

[51] Luyten, H., Van, Vliet, T., Walstra, P. (1992).Comparison of various methods to evaluate fracture phenomena in food materials. Journal of Texture Studies, 23:245-66.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.123.22.7]
[DOI: 10.52547/fsct.19.123.175]

Iranian Journal of Food Science and Technology

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Comparison of functional and physicochemical properties of quinoa (cultivar TTKK) and wheat (cultivar Pishgam) starches

Nadiyan, N. [1], Azizi, M. H. [2], Abbastabar Ahangar, H. [3,4*], Arabi, A. [5]

1. Food science and Technology Department, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad, Iran.
2. Food Science and Technology Department, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran Iran.
3. Chemistry Department, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad, Iran
4. Human Environment and Sustainable Development Research Center, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad, Iran.
5. Food Science and Technology Department, Shahreza Branch, Islamic Azad University, Shahreza, Iran.

ARTICLE INFO

Article History:

Received 2021/ 12/ 04
Accepted 2022/ 01/ 24

Keywords:

Functional properties,
Quinoa starch,
Wheat Starch.

DOI: 10.52547/fsct.19.123.175

DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.123.18.3

*Corresponding Author E-Mail:
abbastabar@pmt.iaun.ac.ir

ABSTRACT

Starch is one of the important plant storage carbohydrates that has many applications as a raw material in different industries especially the food industry. In this study physicochemical properties of starches extracted from quinoa TTKK and wheat, Pishgam were investigated. Percentage of amylose, X-ray diffraction, swelling power, solubility, water, and oil absorptions, and thermal, pasting, and textural properties were measured. SEM images illustrated that wheat starch granules size were about 8-10 µm and quinoa starch granules size were about 2-5 µm. Results showed that the percentage of quinoa starch amylose (9.19 ± 0.83) was lower than wheat starch (19.57 ± 0.66) but crystallinity percentage was higher in quinoa starch($p<0.05$). As well as water absorption. Regarding thermal properties, all the parameters were higher than wheat starch. Measurement of starch pasting properties demonstrated that quinoa starch had higher pasting temperature and lower peak, final, break down, and set back viscosity($p<0.05$). Studies on textural properties showed that hardness, gumminess, and springiness were significantly lower in quinoa starch compared to wheat starch. Therefore, unique starch properties of quinoa make it possible to use it in various bakery products which a lot of mechanical forces are applied to produce. as well as frozen products .

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.123.22.7]
[DOI: 10.52547/fsct.19.123.175]