Archive of SID

نشریه فرآوری و نگهداری مواد غذایی
جلد دوازدهم، شماره اول، ۹۹
۳۵-۴۸
http://ejfpp.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/ejfpp.2020.15101.1488

بررسی اثر اصلاح شیمیایی بر خصوصیات عملکردی نشاسته بلوط

ناهید خجسته‌نیا[۱]، معصومه فراست[۲*]، مهرنوش تدینی[۳]

[۱]دانشجوی کارشناسی‌ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران
[۲]استادیار گروه زیست‌شناسی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران
[۳]استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۲/۳۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۹/۲۵

چکیده

سابقه و هدف: نشاسته پر کاربردترین پلی‌ساکارید طبیعی در صنعت غذا است که نقش بسزایی در ایجاد قوام، بافت و ارزش غذایی محصولات غذایی ایفا می‌کند. اگرچه نشاسته طبیعی گرفته شده از منابع مختلف گیاهی دارای خواص منحصر به فرد هست، اما با پیشرفت صنایع تبدیلی مواد غذایی و ابداع روش‌های جدید فرایند غذا، ساختار نشاسته دچار تغییر و تحولاتی می‌گردد که می‌تواند منجر به از دست رفتن بعضی خواص مطلوب آن در غذاها گردد. به منظور بهبود خواص عملکردی نشاسته می‌توان ساختار آن را از طریق تعدیل شیمیایی یا فیزیکی تغییر داد. هدف از این مطالعه بررسی اثر استیله کردن و اتصال عرضی بر خصوصیات عملکردی نشاسته بلوط و مقایسه خصوصیات آن با نشاسته تجاری گندم بود.

مواد و روش‌ها: در این تحقیق میوه بلوط درختان باغملک واقع در استان خوزستان جمع‌آوری و نشاسته آن استخراج گردید. برای مقایسه با یک نشاسته پرمصرف، نشاسته گندم تجاری تهیه شد. ترکیبات شیمیایی نشاسته‌های طبیعی گندم و بلوط با روش‌های استاندارد AACC اندازه‌گیری گردید، آمیلوز بر اساس تشکیل کمپلکس آبی‌رنگ با معرف ید و خوانش جذب در طول موج ۶۱۵ نانومتر سنجیده شد. تعدیل نشاسته‌ها به روش‌های اتصال عرضی در سطح ۰/۱٪ و درصد استیلاسیون و درجه جانشینی با استیک انهیدرید ۶٪ با استفاده از روش تیتراسیون به‌صورت دقیق سنجیده و همچنین فاکتور تورم تعیین شد. میزان آب اندازی نشاسته طی روزهای ۱، ۲، ۳، ۴ و ۷ اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل آماری با کمک نرم‌افزار SPSS و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام گرفت.

یافته‌ها: نتایج نشانگر اختلاف معنی‌دار در میزان آمیلوز نشاسته طبیعی گندم و بلوط بود. چربی، رطوبت و پروتئین دو نشاسته اختلاف معناداری نشان داد ولی در خاکستر اختلافی دیده نشد. میزان پروتئین و رطوبت نشاسته بلوط بیشتر و چربی آن کمتر از گندم بود. درصد استیل و درجه جانشینی برای نشاسته بلوط در مقایسه با نشاسته گندم اختلاف معنی‌داری نشان داد. اتصال عرضی باعث کاهش قدرت تورم و استیله کردن باعث افزایش تورم در دو نشاسته مورد بررسی گردید. بیشترین تورم در نشاسته گندم استیله و کمترین تورم در نشاسته دارای اتصال عرضی بلوط مشاهده شد. میزان آب اندازی در نشاسته‌های اتصال عرضی بیشترین و در نشاسته استیله شده کمترین میزان را داشت. بیشترین میزان آب اندازی در نشاسته گندم دارای اتصال عرضی و کمترین میزان آب اندازی در نشاسته گندم استیله شده مشاهده گردید.

نتیجه‌گیری: نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد اتصال عرضی می‌تواند باعث کاهش و افزایش به ترتیب فاکتور تورم و میزان آب اندازی در نشاسته تعدیل شده در مقایسه با نشاسته طبیعی در هر دو نوع نشاسته مطالعه شده گردد. از طرف دیگر استیله

*مسئول مکاتبات: mfarasat@iauahvaz.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

کردن نشاسته باعث کاهش و افزایش به‌ترتیب میزان آب اندازی و فاکتور تورم در نشاسته تعدیل شده نشاسته گندم و بلوط گردید. بنابراین سطح ایجاد اتصال عرضی عامل مهمی در ایجاد خصوصیات مورد نظر است. از نشاسته اتصال عرضی بلوط در محصولات غذایی می‌توان جهت بهبود تردی کراکرها و بیسکوییت‌ها استفاده کرد. همچنین از نشاسته استیله شده می‌توان به‌عنوان بافت دهنده و قوام دهنده در سوپ‌ها، سس‌ها، خورش‌ها، محصولات نانوایی، فراورده‌های لبنی و غذای کودک استفاده نمود. همچنین با توجه به درصد آمیلوز کمتر نشاسته بلوط و خصوصیات عملکردی مطلوب، پیشنهاد می‌شود استفاده از نشاسته بلوط به‌عنوان نشاسته جایگزین در صنعت غذا در مطالعات بعدی مورد بررسی قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: نشاسته بلوط، اتصال عرضی، استیله کردن

مقدمه

نشاسته نوعی کربوهیدرات ذخیره‌ای است که گیاهان آوندی آن را برای تأمین انرژی خود تولید می‌کنند. این ماده پس از سلولز، بیشترین زیست توده تولیدی بر روی زمین را به خود اختصاص می‌دهد. به‌طورکلی می‌توان گفت که نشاسته مهم‌ترین، فراوان‌ترین و قابل هضم‌ترین پلی‌ساکارید است که در تأمین انرژی بشر نقش دارد (۱۰). دلیل اصلی کاربردهای فراوان نشاسته به‌طور عمده مربوط به قابلیت آن در جذب آب و افزایش قوام، ایجاد بافت مناسب در محصولات مختلف و انرژی‌زایی در غذاهاست. خواص مختلف نشاسته به ساختار مولکولی آن از نظر نسبت آمیلوز به آمیلوپکتین، وزن مولکولی، درجه پلیمر شدن، منشأ نشاسته و مقدار سایر ترکیبات مانند چربی و پروتئین در آن بستگی دارد. همچنین به‌خوبی ثابت‌شده است، فرایندهایی که در تهیه محصولات حاصل از نشاسته به کار می‌روند، به‌طور عمده با اثر بر خواص مولکولی آن می‌توانند تغییرات قابل‌توجهی در خواص نهایی محصولات ایجاد کنند (۳، ۲۷). نشاسته به‌عنوان ماده اولیه در صنایع غذایی کاربردهای فراوانی دارد که برای هر مورد نشاسته خاص آن مناسب است، همچنین به دلیل نقشی که در بهبود ویژگی‌های فیزیکی، بالا بردن ثبات سیستم‌های کلوئیدی و اثر غلظت دهندگی دارد در صنایع مختلف از آن استفاده می‌شود (۱۸).

خواص منحصربه فرد بسیاری از غذاهای حاوی نشاسته از احساس دهانی غذایی همچون سوپ گرفته تا بافت ژله‌ای فرنی و برخی دسرهای سرد یا بافت اسفنجی کیک نتیجه تغییرات خاصی است که در گرانول‌های نشاسته و نظم داخلی آن‌ها طی فرایندهای حرارتی در آب ایجاد می‌شود. اگرچه نشاسته طبیعی گرفته‌شده از منابع مختلف گیاهی دارای خواص منحصربه‌فرداست، اما با پیشرفت صنایع تبدیلی مواد غذایی و ابداع روش‌های جدید فرایند غذا، ساختار نشاسته دچار تغییر و تحولاتی می‌گردد که می‌تواند منجر به از دست رفتن بعضی خواص مطلوب آن در غذاها گردد، در نتیجه نشاسته دیگر قادر به ایفای نقش خود نمی‌باشد. به‌منظور بهبود خواص عملکردی نشاسته می‌توان ساختار آن را از طریق اصلاح تغییر داد. به این ترتیب می‌توان با اعمال روش‌های مختلف فیزیکی، شیمیایی، آنزیمی یا ژنتیکی نشاسته‌ای با خواص مورد نظر به‌دست آورد (۴). تعدیل نشاسته به کمک روش‌های فیزیکی و بدون کاربرد مواد شیمیایی امروزه طرفداران زیادی پیدا کرده که از انواع این نشاسته، می‌توان به نشاسته پیش ژلاتینه، نشاسته انیل شده، نشاسته تولید شده به روش حرارتی-رطوبتی و نشاسته فوری اشاره نمود. هر یک از این نوع نشاسته‌ها دارای ویژگی‌های عملکردی منحصر به فرد و کاربردهای ویژه‌ای در محصولات غذایی می‌باشند (۲۹، ۲۰).

www.SID.ir

Archive of SID

تعدیل شیمیایی عبارتست از ایجاد گروه‌های عملکردی جدید در ساختار نشاسته که موجب تغییر قابل توجه در خصوصیات فیزیکوشیمیایی نشاسته مانند ژلاتینه شدن و رتروگردسیون می‌شود. خصوصیات عملکردی و شیمیایی نشاسته بسته به نوع منبع نشاسته، شرایط واکنش مانند غلظت واکنشگر، دما و زمان، pH، حضور کاتالیزور، نسبت توزیع ترکیب جانشین شده و نوع ترکیب جانشین شده متفاوت خواهد بود. تعدیل شیمیایی عمدتا از طریق مشتق سازی به روش‌های استریفیکاسیون، اتریفیکاسیون و اتصال عرضی ایجاد می‌شود (۲۱). مشتقات نشاسته‌ی تعدیل شده به صورت شیمیایی در مقایسه با روش‌های دیگر ارزش افزوده فراوانی دارد و بافت و احساس دهانی متفاوتی ایجاد می‌کند (۱۸). نشاسته‌های اتصالات عرضی یافته، نشاسته‌های جایگزین شده، نشاسته‌های استاته، نشاسته اکتنیل سوکسینیله، نشاسته فسفاته، نشاسته هیدروکسی پروپیله، نشاسته‌های کاتیونی و آمفوتری همگی نشاسته‌های تعدیل شده به روش شیمیایی هستند (۲۰).

استیله کردن یکی از روش‌های متداول برای بهبود خصوصیات عملکردی نشاسته در مقیاس تجاری است. در این روش گروه‌های هیدروکسیل نشاسته طبیعی با گروه‌های استیل جایگزین می‌گردد. در این روش با وارد شدن گروه‌های استیل، استحکام پیوندهای بین مولکولی نشاسته کاهش می‌یابد که این موضوع منجر به تورم گرانول و افزایش حلالیت می‌گردد (۱۷). نشاسته استیله حاوی ۰/۵ تا ۲/۵ درصد گروه استیل، معمولا برای کاربردهای غذایی استفاده می‌گردد (۱۷).

یکی دیگر از روش‌های تعدیل شیمیایی ایجاد اتصالات عرضی است که در این روش اتصالات عرضی بین زنجیره‌های نشاسته ایجاد می‌شود. از جمله خواص نشاسته دارای اتصال عرضی می توان به ایجاد بافتی نرم و روان در محصول در حین پخت، مقاومت بیشتر نشاسته به شرایط فراوری مانند مخلوط کردن، مقاومت در برابر جذب آب و تورم در حین حرارت دیدن، بیشتر شدن دمای ژلاتینه شدن، تحمل در برابر شرایط اسیدی و بیاتی دیرتر اشاره کرد (۲۱). علاوه بر این، نشاسته‌های دارای اتصال عرضی دارای خصوصیت مقاومت در برابر آنزیم‌های هضم کننده هستند و از این نظر می‌توانند مانند فیبرهای رژیمی در محصولات رژیمی مورد توجه باشند (۱۶).

مطالعات زیادی در خصوص تولید و کاربرد نشاسته استیله و دارای اتصال عرضی انجام شده که از آن جمله می‌توان به بررسی استیله کردن نشاسته جو و اثر آن بر خصوصیات عملکردی، ساختاری و حرارتی نشاسته تعدیل یافته جو (۱۷)، استیله کردن و اتصال عرضی نشاسته یولاف و بررسی کاربرد آن در کیک (۱۸، ۱۹)، بررسی کاربرد نشاسته تعدیل یافته ذرت به عنوان یک جایگزین چربی (۱۴)، بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی نشاسته گندم تیمار شده با اسید استیک (۱۵)، بررسی امکان کاربرد نشاسته دارای اتصال عرضی به عنوان نشاسته مقاوم و جایگزین فیبر در نان (۱۶) و بررسی کاربرد نشاسته تعدیل شده ذرت در خامه کم چرب (۹) اشاره کرد. اکثر مطالعات انجام شده در حوزه نشاسته بر روی منابعی همچون غلات، حبوبات و محصولات غده‌ای و ریشه‌ای انجام شده است و مطالعات کمی در خصوص نشاسته گیاهان غیر تجاری وجود دارد. چنین گیاهانی می‌توانند به عنوان منابع جایگزین در صنعت نشاسته مطرح باشند. قدمت استفاده از بلوط در اروپا، آسیا، آفریقای شمالی، آمریکای شمالی به بیش از ۶۰۰۰ سال برمی‌گردد. نشاسته بلوط در کره، چین و ژاپن مصرف می‌شود. نشاسته بلوط برای تهیه غذاهای کره-

www.SID.ir

Archive of SID

ای مانند انواعی از ژله، نودل و برخی محصولات خاص استفاده می‌شود. در مطالعه انجام شده توسط استیونسون و همکاران (۲۰۰۶)، خصوصیات عملکردی نشاسته طبیعی *کوئرکوس پلاستریس*[1] مورد بررسی قرار گرفته است. مطابق گزارش این مطالعه خصوصیات ساختاری گرانول‌های نشاسته و ترکیبات تشکیل‌دهنده گونه‌های مختلف بسیار متفاوت گزارش شده است (۲۶). با توجه به انجام مطالعات متعدد در خصوص ترکیبات زیست فعال بلوط و استفاده از آن در محصولات غذایی به لحاظ دارا بودن اثرات فراسودمند، تاکنون مطالعه‌ای در رابطه با خصوصیات عملکردی نشاسته بلوط *کوئرکوس برانتی* در مقایسه با نشاسته‌های پرمصرف صورت نگرفته است. لذا هدف از این مطالعه بررسی خصوصیات عملکردی نشاسته طبیعی بلوط در مقایسه با نشاسته گندم و مطالعه اثر استیله کردن و اتصال عرضی بر خصوصیات عملکردی نشاسته بلوط در مقایسه با نشاسته گندم بود.

مواد و روش‌ها

استخراج نشاسته بلوط: نشاسته گندم تجاری از بازار خریداری شد. دانه‌های بلوط از درختان موجود در باغملک استان خوزستان که به میوه دهی رسیده بودند برداشت شدند. دانه‌ها بعد از جمع‌آوری در سایه خشک و توسط آسیاب تبدیل به آرد شدند. برای استخراج نشاسته از دانه بلوط از روش هوور و واسانتان (۱۹۹۲) استفاده شد (۶). بطور خلاصه، در این روش مقدار صد گرم آرد بلوط با محلول سود ۰/۰۲ نرمال به نسبت ۱ به ۱۰ مخلوط شده و به مدت نیم ساعت در دمای محیط هم زده شد. پس از خنثی سازی و چندین مرتبه سانتریفوژ کردن رسوب نهایی در آون با دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد خشک گردید (۱۷). فاکتورهای رطوبت، چربی، خاکستر و پروتئین در مورد نشاسته‌های خالص گندم و بلوط بر اساس استاندارد AACC (۲۰۰۳) اندازه‌گیری شد (۱). مقدار آمیلوز با روش اسپکتروفوتومتری مطابق روش ارائه شده توسط کمپل و همکاران (۲۰۰۲) اندازه گیری شد (۲).

آماده‌سازی نشاسته تعدیل شده به روش اتصال عرضی: اتصال عرضی نشاسته بلوط به وسیله دو غلظت مختلف کلرید فسفریل صورت گرفت. در این روش نشاسته (۱۵ گرم بر پایه خشک) در آب مقطر (۲۴ میلی‌لیتر) حاوی ۰/۳ گرم ترکیب سدیم سولفات همراه با هم زدن خفیف به حالت سوسپانسیون درآمد و سپس pH با هیدروکسید سدیم ۰/۵ مولار به ۱۱/۵ تنظیم شد. درجه حرارت دوغاب در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد نگه داشته شد. با استفاده از میکرو پیپت مقدار ۰/۵ و ۱ گرم در کیلوگرم کلرید فسفریل (بر اساس وزن خشک نشاسته) به این مرحله اضافه شده و ظرف واکنش مهر و موم گردید. نشاسته بعد از یک ساعت زمان و تکان دادن با کلرید فسفریل واکنش داد. پس از گذشت زمان طراحی شده برای اتصال عرضی، دوغاب نشاسته با pH ۵/۵ با اسید کلریدریک (۰/۱ مولار) رقیق، خنثی و تعدیل شد. بعد از رسوب‌گذاری و ته‌نشست مواد، نشاسته سه بار با آب مقطر شستشو داده شد تا از اسید زدوده شود و سپس در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد با خشک‌کن حرارتی خشک شد (۱۱).

استیل دار کردن نشاسته بلوط: از روش ارائه شده توسط سودی و سینگ (۲۰۰۵) برای آماده‌سازی نشاسته استیله استفاده گردید. نشاسته به مقدار (۱۰۰ گرم) در آب مقطر (۲۲۵ میلی‌لیتر) پخش و به‌مدت یک ساعت در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به هم زده شد، از محلول هیدروکسید سدیم (۳٪) برای تعدیل و تنظیم pH به ۸ استفاده شد. مقدار (۶ گرم) استیک

1. *Quercus palustris Muenchh*

www.SID.ir

Archive of SID

انهیدرید به‌صورت قطره‌چکانی بر روی مخلوط رقیق‌شده اضافه گردید در حالی که pH در محدوده (۸/۴ تا ۸) با استفاده از محلول ۳٪ هیدروکسید سدیم حفظ شد. به محلول ۱۰ دقیقه زمان داده شد تا واکنش با استیک انهیدرید کامل شود. پس از آن دوغاب با ۰/۵ میلی‌لیتر اسید کلریدریک روی pH ۴/۵ تنظیم شد. بعد از رسوب‌گذاری و ته‌نشست برای زدودن اسید دو بار با آب مقطر و یک بار با محلول محتوای اتانول ٪۹۵ شسته شد و سپس در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد با خشک‌کن حرارتی خشک گردید (۱۷).

بررسی میزان درصد استیل و درجه جانشینی: درصد استیلاسیون و درجه جایگزینی با استفاده از روش تیتراسیون تعیین شد (۲۰). در این روش به طور خلاصه یک گرم نشاسته استیله شده با ۵۰ میلی‌لیتر محلول اتانول ۷۵ درصد مخلوط شد. محلول حاصل در حمام آب ۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ دقیقه قرار گرفت. پس از سرد شدن ۴۰ میلی‌لیتر محلول پتاس ۰/۵ مولار اضافه شد. محلول حاصل به مدت ۷۲ ساعت در انکوباتور شیکردار با شرایط ۲۰۰ دور در دقیقه قرار گرفت. پس از آن با محلول اسید کلریدریک ۰/۰۵ مولار در حضور فنول فتالئین تیتر گردید. همزمان برای محلول شاهد هم که شامل نشاسته تعدیل نیافته است تیتراسیون انجام شد (۲۰).

میزان تورم: میزان تورم به روش کوجیما و همکاران (۲۰۰۶) با اصلاح جزئی تعیین گردید (۱۲). ۰/۱ گرم نشاسته (S) با ۵ میلی‌لیتر آب مقطر در لوله ۱۰ میلی‌لیتری ریخته شد و سپس به مدت یک ساعت در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شد. هر ۵ دقیقه مخلوط تکان داده شد سپس به مدت ۳۰ دقیقه در دور ۱۵۰۰ سانتریفیوژ گردید. مایع رویی به دقت دور ریخته شد و وزن رسوب (B) به گرم تعیین گردید. قدرت تورم[2] (PI) با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید:

$$PI: (g.\ g^{-1}) = B/(S) \times ۱۰۰$$

میزان آب اندازی: سوسپانسیون نشاسته (وزنی-حجمی ٪۵) در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ دقیقه در حمام آب با دمای کنترل‌شده گرم شد و به دنبال آن با خنک‌کننده سریع در حمام آب یخ به دمای اتاق رسید. نمونه نشاسته به مدت ۷ روز در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد ذخیره و نگهداری گردید. در روزهای یک، دو، سه، چهار و هفت میزان آب-اندازی پس از سانتریفیوژ کردن در g ۵۰۰۰ به مدت ۱۵ دقیقه با استفاده از میزان آب آزاد شده اندازه‌گیری شد (۱۷).

آنالیز آماری

به منظور تجزیه و تحلیل آماری نتایج به‌دست‌آمده، با استفاده از نرم‌افزار SPSS 17 و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت. کلیه آزمایش‌ها در سه تکرار انجام شد.

نتایج و بحث

ترکیبات نشاسته: ترکیبات شیمیایی نشاسته طبیعی بلوط و گندم شامل چربی، خاکستر، رطوبت و پروتئین مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج آنالیز واریانس نشان داد، نشاسته‌های مورد بررسی از نظر مقدار آمیلوز، چربی، پروتئین و رطوبت اختلاف معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) داشته ولی در میزان خاکستر آن‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. نتایج در جدول ۱ نشان داده شده است. در این تحقیق میزان آمیلوز بلوط ۲۴/۰۹ درصد در مقایسه با آمیلوز گندم به مقدار کمتر (۲۷/۹۵ درصد) به دست آمد. استیونسون و همکاران (۲۰۰۶)، میزان آمیلوز خالص نشاسته

2. Swelling Factor

www.SID.ir

Archive of SID

کوئرکوس پلاستریس را ۳۱/۴ درصد گزارش نمودند که از میزان آمیلوز گونه *کوئرکوس برانتی* در این تحقیق بیشتر است (۲۶). در بررسی توکاتا و همکاران (۲۰۱۵) بر روی بخش‌های مختلف جنین و برگ‌های ذخیره‌ای *کوئرکوس سراتا* نشان دادند که میزان نشاسته، درصد آمیلوز و آمیلوپکتین، چربی و پروتئین بخش‌های مختلف در زمان‌های مختلف جمع‌آوری و نیز نقاط مختلف متفاوت است. به‌طوری‌که میزان نشاسته از ۱/۳ در کوپول (گریبان کاسه مانند زیر میوه بلوط) در ۲ سپتامبر تا ۴۰/۴ درصد در جنین بلوط جمع‌آوری‌شده در ۳۰ سپتامبر متغیر بوده است. همچنین درصد چربی نیز کمترین مقدار را در کوپول در نیمه سپتامبر (۰/۳) در مقایسه با جنین در ۳۰ سپتامبر (۱/۸) گزارش کردند. پروتئین نیز از ۱/۲ در کوپول تا ۷/۱ در پریکارپ تغییر نشان داد. میزان آمیلوز نیز در کل میوه برای دو محل ۴۷/۶ و ۳۳ درصد گزارش شد (۲۸).

جدول ۱- مقایسه آمیلوز و ترکیبات شیمیایی نشاسته طبیعی بلوط و گندم

Table 1- Comparison of amylose content and chemical composition of native starch from acorn or wheat

آمیلوز (٪) Amylose (%)	رطوبت (٪) Moisture (%)	خاکستر (٪) Ash (%)	پروتئین (٪) Protein (%)	چربی (٪) Fat (%)	نمونه Sample
24.09±0.22[b]	11.326±0.12[a]	0.29±0.02[a]	0.236±0.02[a]	0.5±0.025[b]	نشاسته طبیعی بلوط (Native starch of acorn)
27.95±0.58[a]	10.236±0.23[b]	0.276±0.005[a]	0.173±0.005[b]	0.756±0.01[a]	نشاسته طبیعی گندم (Native starch of wheat)

*حروف غیر مشابه در هر ستون بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار (p<۰/۰۵) است.

[a,b] Different letters in each column indicate significant ($p < 0.05$) difference.

در مطالعه صابری و همکاران (۱۳۹۱) میزان آمیلوز نشاسته گندم و جو دو سر به ترتیب ۲۶/۳۵ و ۲۲/۱۲ درصد گزارش شده است. همچنین در مطالعه مذکور مقدار پروتئین، چربی و خاکستر نشاسته جو دوسر به ترتیب ۰/۴۶، ۱/۸۵ و ۰/۴ درصد برای نشاسته جو دوسر و بیشتر از نشاسته گندم گزارش شد (۲۷). تفاوت پارامترهای مورد بررسی علاوه بر تفاوت نوع منبع مورد بررسی و شرایط اقلیمی می‌تواند به دلیل نوع روش استخراج و خالص سازی نشاسته نیز باشد.

راجر و همکاران (۱۹۹۸) بیان داشتند که میزان آمیلوز به‌عنوان یکی از عوامل مؤثر بر رتروگراداسیون نشاسته می‌باشد و نشاسته سیب‌زمینی به دلیل داشتن آمیلوز کمتر در مقایسه با نشاسته گندم تمایل کمتری به‌سوی رتروگراداسیون از خود نشان می‌دهد (۲۲).

درصد استیل و درجه جانشینی: نتایج مربوط به درجه جانشینی و درصد استیل برای نشاسته گندم و بلوط در جدول ۲ نشان داده شده است. مقایسه میانگین داده‌ها در جدول ۲ نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار برای نشاسته بلوط و گندم به لحاظ درصد استیله شدن و درجه جانشینی (p<۰/۰۵) است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- تأثیر درصد انهیدرید استیک ٦٪ مصرفی بر درصد استیل و میزان جانشینی

Table 2. Effect of the percentage of acetic anhydride (6%) on acetyl and substitution rate

نمونه Sample	درجه جانشینی (درصد) Degree of substitution (%)	استیل (درصد) Acetyl (%)
نشاسته بلوط (Acorn starch)	0.039±0.003[b]	1.04±0.08[b]
نشاسته گندم (Wheat starch)	0.099±0.012[a]	1.84±0.12[a]

*حروف غیرمشابه در هر ستون بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار (p<۰/۰۵) است.

[a,b] Different letters in each column indicate significant (p<0/05) difference.

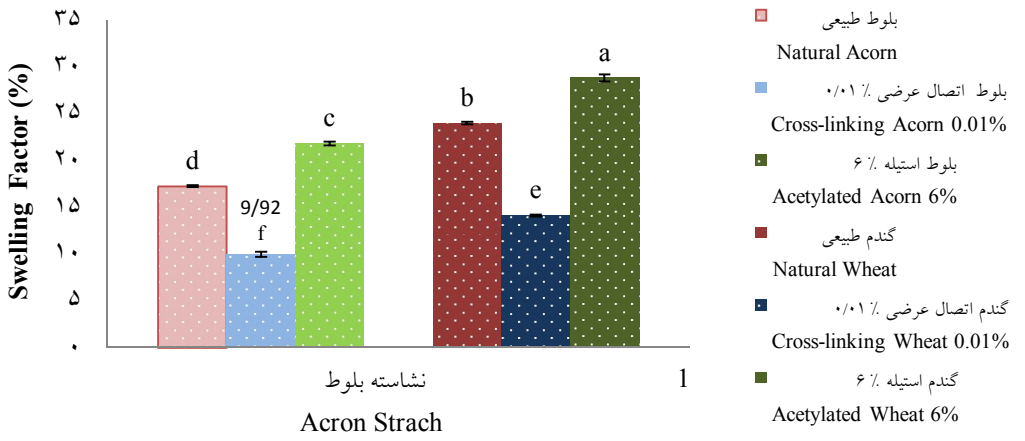
علیرغم انجام واکنش برای هر دو نشاسته در شرایط یکسان ولی دو پارامتر مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری نشان می‌دهند. نتایج مطالعه مشابه در این زمینه نشان می‌دهد نحوه قرارگیری آمیلوز و آمیلوپکتین داخل گرانول (۵)، اندازه گرانول و سرعت افزودن واکنشگر (۲۴) از عواملی هستند که بر میزان استیله شدن تاثیر می‌گذارد. همچنین در مطالعه انجام شده بر تعدیل نشاسته یولاف، دلیل کمتر بودن درجه استیله شدن نشاسته یولاف نسبت به سایر منابع به کوچک‌تر بودن گرانول‌های نشاسته یولاف نسبت به گندم، ذرت و سیب‌زمینی مرتبط دانسته شده است(۷). با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در این مطالعه کمتر بودن درجه استیلاسیون نشاسته بلوط در مقایسه با نشاسته گندم ممکن است به کوچک‌تر بودن گرانول‌های نشاسته بلوط نسبت به نشاسته گندم مرتبط باشد هر چند اطلاع درستی در خصوص اندازه گرانول‌های نشاسته بلوط مورد مطالعه در این تحقیق در دست نیست. در مطالعه انجام شده توسط استیونسون و همکاران (۲۰۰۶) گرانول‌های نشاسته در بلوط دارای اشکال گرد، تخم مرغی، مثلثی و اشکال دیگر با اندازه کوچک ۵ تا ۱۰ میکرومتر و گرانول‌های بزرگ تا ۲۵ میکرومتر و بطور متوسط ۱۷ میکرومتر گزارش شده است. هم چنین اندازه گرانول‌ها در ارقام مختلف بلوط اعدادی مانند ۳/۵ تا ۵، ۸ تا ۱۹/۵ و ۱۵ تا ۲۰ میکرومتر گزارش شده است (۲۶).

قدرت تورم: نتایج قدرت تورم نشاسته گندم و بلوط در شکل ۱ نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود قدرت تورم نشاسته گندم بیشتر از نشاسته بلوط می‌باشد. بررسی نتایج درصد تورم (شکل ۱) نشان داد که اتصال عرضی باعث کاهش قدرت تورم و استیله کردن موجب افزایش قدرت تورم نشاسته گندم و بلوط شد. هر چند استیله کردن باعث افزایش قدرت تورم می‌شود ولی در نشاسته استیله شده بلوط میزان قدرت تورم کمتر از نشاسته استیله گندم مشاهده شد. کائور و همکاران (۲۰۰۶) در مطالعه بر روی نشاسته سیب‌زمینی به نتیجه مشابهی دست یافتند بر اساس گزارش آن‌ها غلظت بالاتر فسفوریل کلراید به‌عنوان عامل ایجاد اتصال عرضی باعث ایجاد سطح سخت در اطراف گرانول شده، که به دنبال آن محدودیت در تورم گرانول مشاهده شد (۱۰،۲۵). نتایج مطالعه میرمقتدایی و همکاران (۲۰۰۸) نشان داد تعدیل نشاسته یولاف از طریق ایجاد اتصال عرضی و استیله کردن به ترتیب باعث کاهش و افزایش قدرت تورم در نشاسته یولاف می‌شود (۱۹). همچنین میزان قدرت تورم در نشاسته طبیعی واستیله یولاف تقریبا مانند نشاسته طبیعی و استیله بلوط بوده است. افزایش قدرت تورم در اثر استیله کردن، در نتیجه وارد شدن گروه‌های حجیم استیل به مولکول نشاسته است که با ایجاد ممانعت فضایی و در نتیجه از بین رفتن نظم ساختاری، موجب ایجاد دافعه بین مولکول‌های

www.SID.ir

Archive of SID

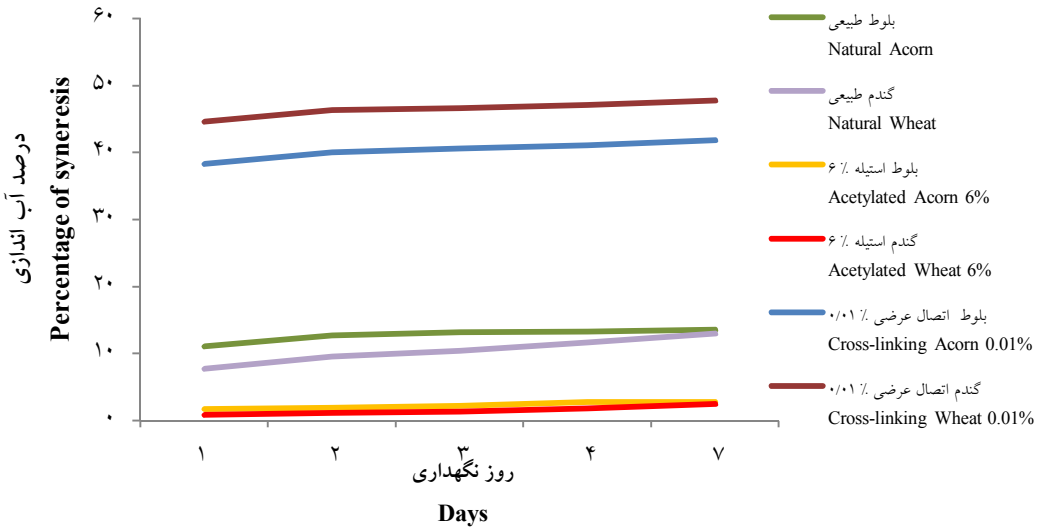
نشاسته و تسهیل نفوذ آب به ناحیه آمورف گرانول‌ها می‌گردد (۱۳) که در واقع گروه‌های جانشین شده‌ی آب‌دوست، مولکول‌های آب را برای تشکیل پیوندهای هیدروژنی در مولکول‌های نشاسته نگه می‌دارند (۱۷). تفاوت بین قدرت تورم بین نشاسته بلوط و گندم می‌تواند به دلیل تفاوت ساختاری نشاسته دو منبع به لحاظ میزان گروه‌های هیدروفیل، نسبت آمیلوز به آمیلوپکتین، نحوه قرارگیری آمیلوز و آمیلوپکتین، اندازه و شکل گرانول‌ها باشد.



شکل ۱- تأثیر تعدیل شیمیایی بر قدرت تورم

Figure 1. Effect of chemical modification on the swelling factor

میزان آب اندازی: میزان آب اندازی برای هر دو نشاسته بلوط و گندم مورد بررسی قرار گرفت و شکل ۲ اثر تعدیل شیمیایی بر میزان آب اندازی در روزهای اول، دوم، سوم، چهارم و هفتم را نشان می‌دهد که برای هر ۵ روز بین نشاسته‌های مورد بررسی اختلاف معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) مشاهده شده است.



شکل ۲- درصد آب اندازی نشاسته طی ۷ روز

Figure 2. Syneresis in different starch samples during 7 days storage

www.SID.ir

Archive of SID

همانطور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود نشاسته-های استیله کمترین آب اندازی و نشاسته‌های دارای اتصال عرضی بیشترین آب اندازی را نشان می‌دهند. نتایج حاصل از بررسی انجام شده با نتایج آزمایش‌های به‌دست آمده از بررسی کائور و همکاران (۲۰۰۶) روی نشاسته سیب‌زمینی و نیز نتایج سینگ و سینگ سودی (۲۰۰۵) بر روی نشاسته برنج مطابقت دارد. آن‌ها نشان دادند که استیله کردن نشاسته برنج باعث کاهش میزان آب اندازی طی نگهداری به مدت ۲۴ ساعت در ۴ درجه سانتی‌گراد گردیده است و دلیل این کاهش آب اندازی را به حضور گروه‌های استیل نسبت دادند که منجر به افزایش ظرفیت نگهداری آب در مولکول‌های نشاسته طی ذخیره نمودن ژل‌ها در یخچال می‌باشند (۱۰،۱۷). نتایج حاصل از بررسی میرمقتدایی و همکاران (۲۰۱۳) نشان می‌دهد استیله کردن باعث کاهش میزان آب اندازی نسبت به نشاسته طبیعی یولاف شده است. همچنین اتصال عرضی باعث افزایش میزان آب اندازی گردیده است. دلیل افزایش آب اندازی در اثر اتصال عرضی به افزایش نظم ساختاری در اثر اتصال عرضی و کاهش آب اندازی در اثر استیله کردن به آبدوستی و افزایش نگهداری آب نسبت داده شده است. علت افزایش آب اندازی در طی نگهداری، نشت زنجیره‌های آمیلوز و آمیلوپکتین می‌باشد. تجمع و کریستاله شدن آمیلوز طی اولین ساعات نگهداری صورت می‌گیرد، درحالی‌که تجمع و کریستاله شدن آمیلوپکتین طی مراحل بعدی انجام می‌شود (۱۷، ۱۸). میزان آب اندازی در نشاسته دارای اتصال عرضی گندم بیشتر از نشاسته دارای اتصال عرضی بلوط مشاهده شد. با توجه به ارتباط میزان آب اندازی با میزان آمیلوز، نحوه قرار گیری آنها در زنجیره نشاسته و همچنین میزان نظم ساختاری ایجاد شده در اتصال عرضی، آب اندازی بیشتر در نشاسته دارای اتصال عرضی گندم به تفاوت‌های ساختاری دو نشاسته مطالعه شده برمی‌گردد که احتیاج به مطالعات بیشتری در این زمینه دارد.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهند استیله کردن نشاسته بلوط و گندم باعث افزایش قدرت تورم طبیعی و کاهش میزان آب اندازی در مقایسه با نشاسته طبیعی طی نگهداری شد. از طرفی ایجاد اتصال عرضی باعث کاهش قدرت تورم و افزایش میزان آب اندازی در مقایسه با نشاسته طبیعی در هر دو نوع نشاسته مورد بررسی گردید. فاکتور تورم در نشاسته طبیعی و استیله شده گندم تجاری در مقایسه با نشاسته طبیعی و استیله شده بلوط بیشتر بود. این موضوع انجام مطالعات بیشتر در خصوص ویژگی‌های ساختاری گرانول‌های نشاسته طبیعی بلوط، نسبت آمیلوز به آمیلو پکتین و بررسی تغییرات ساختاری در اثر تعدیل‌های مورد بررسی را می‌طلبد. از طرفی سطح ایجاد اتصالات عرضی و استیله کردن در ایجاد خصوصیات عملکردی مطلوب عامل بسیار مهمی است که در مطالعات بعدی به این موضوع باید توجه نمود. درصد بالای آمیلوز در نشاسته باعث سفتی ژل و افزایش رتروگراداسیون و تنزل کیفیت در محصولات غذایی می‌شود و با توجه به میزان کم آمیلوز در نشاسته بلوط نسبت به نشاسته گندم می‌توان از آن به‌عنوان یک نشاسته جایگزین در محصولات غذایی برای جلوگیری از سفتی و به تاخیر انداختن بیاتی استفاده کرد. استفاده از نشاسته تعدیل شده بلوط برای استفاده در برخی غذاهای فراسودمند پیشنهاد می‌گردد. به‌طور مثال می‌توان از نشاسته‌های با اتصال عرضی بلوط به‌عنوان نشاسته مقاوم و جایگزین فیبرهای رژیمی، برای مقاومت در برابر فراوری و عدم جذب آب حین فراوری، تولید غلات صبحانه‌ای ترد و تولید غذاهای رژیمی کم کالری استفاده نمود.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

1. Anonym. 2003. American Association of Cereal Chemists. Approved methods of AACC, 11th ed. The Association, AACC.
2. Campbell, M.R., Yeager, H., Abdubek, N., Pallak, L.M. and Glover, D.V. 2002. Comparison of methods for amylose screening among amylose-extender (ae) maize starches from exotic backgrounds. Cereal Chem. 79: 2.317-321.
3. Farahnaky, A., Majzoobi, M. and Mesbahi, G.R. 2009. Properties and application of hydrocolloids in food and medicinal products. Iran. J. Agri. Sci. 113-185. (In Persian)
4. Frazier, P.J., Donald, A.M., and Richmond, P. 1997. Starch: structure and functionality. Roy Soc Chem. 205: 26-35.
5. Gonzalez, Z., and Perez, E. 2002. Effect of acetylation on some properties of rice starch. Starke. 54: 148-154.
6. Hoover, R., and Vasanthan, T. 1992. Studies on isolation and characterization of starch from oat (Arena nuda) grains. Carbohyd polym. 19: 285-297.
7. Hosney, R.C. 1994. Principles of Cereal Science and Technology, 2th ed. American Association of Cereal Chemists, INC, USA. 280p.
8. Hoover, H. Smith, C. and Zhou, Y. 2003. Physicochemical properties of Canadian oat starches. Carbohyd Polym. 52: 253-261.
9. Hoseini, F. and Raftani amiri, Z. 2016. Effect of raw and modified corn starch physico-chemical and sensory properties of low- fat Cream. Innov Sci Food Technol. 8: 1.115-124. (In Persian)
10. Jane, J. 2004. Starch: structures and properties. PP. 81-101. In: P. Tomasik, (ed), Chemical and functional properties of food saccharides, CRC Press, Boca Raton, FL.
11. Kaur, L., Singh, J. and Singh, N. 2006. Effect of cross linking on some properties of potato (*Solanumtuberosum* L.) starches. J. Sci. Food Agric. 86: 1945-1954.
12. Kojima, M., Shimizu, H., Ohashi, M. and Ohba, K. 2006. Physico-chemical properties and digestibility of pulse starch after four different treatments. J Applied Glycoscience. 53: 2.105-110.
13. Lawel, O.S. 2004. Succinyl and acetyl starch derivatives of a hybrid maize physicochemical characteristics and retrogradation properties monitored by differential Scanning calorimetry. Carbohyd Res. 339: 2673-2682.
14. Mahasti, P., Amiri, S., Radi, M. and Niakousari, M. 2011. Modification of corn starch and assessment of its function as a fat replacer. Food Technol Nut. 8: 2.15-24. (In Persian)
15. Majzoobi, M. and Beparva, P. 2013. Effects of addition of acetic acid on some physicochemical properties of wheat starch. J Food Res. 23: 3.347-355. (In Persian)
16. Majzoobi, M., Farahnaky, A., Ostovan, R. and Radi, M. 2011. Effect of short bran and cross-linked wheat starch on characteristics of dough and Barbari bread (Iranian flat bread). J Food Sci Technol. 8: 29.69-79. (In Persian)
17. Malek pour, Z., Hojatoleslami, M., Molavi, H. and Keramat, J. 2017. Effect of acetylation on physicochemical properties of barley starch. Food Technol. Nut. 14: 1.55-64. (In Persian)
18. Mirmoghtadaie, L. and Kadivar, M. 2013. Chemical modification of oat flour starch and protein and assessment of the physical characteristics of a cake prepared using them. Iran J Nut. Sci. Food Technol. 8: 2.103-112. (In Persian)
19. Mirmoghtadaie, L., Kadivar, M. and Shahedi, M. 2008. Effect of chemical modification on physicochemical properties of oat starch. 18th National Congress on Food Technology. Shiraz. Iran.
20. Miyazaki, M., and Morita, N. 2006. Recent advances in application of modified starches for bread making. Trends Food Sci Technol. 17: 591-599.
21. Neelam, K., Sharma V. and Singh, L. 2012. Various techniques for the modification of starch and the application of derivatives. Int Res J Pharmacy. 3: 5.25-30.
22. Roger, P.E., Cochrane, M.P., Dale, M.F.B., Duffus, C.M., Lynn, A.,

www.SID.ir

Archive of SID

Morrison, I.M. Prentice, T.D.M., Swanton, J.S. and Tiller, S.A. 1998. Starch production and industrial use. J. Sci. Food Agr. 77: 289-311.

23. Saberi, B., Farahnaki, A. and Majzobi, M. 2012. Physical properties of natural and hydroxypropylated wheat and oat starch gels. J Food Res. 22: 1.63-73. (In Persian)
24. Singh Sodhi, N. and Singh, N. 2005. Characteristics of acetylated starches prepared using starches separated from different rice starch. J. Food Eng. 70: 117-127.
25. Singh, J., Kaur, L. and Mc Carthy, O.J. 2007. Factors influencing the physico-chemical, morphological, thermal and rheological properties of some chemically modified starches for applications, A review. Food Hydrocoll. 21: 1.1-22.
26. Stevenson, D.G., Jane, J. and Inglett, G.E. 2006. Physicochemical properties of pin oak (*Quercus palustris* Muenchh.) acorn starch. Starch. 58: 11.553-560.
27. Thomas, D.J. and Atwell, W.A. 1999. Hand book of Starch. Amer. Assn. Cereal Chemists. St Paul, MN: Eagan Press. 94p.
28. Tokita, N., Miyata, S., Nakiri, S. and Tokita, T. 2015. Morphological development and starch accumulation of Konara oak (*Quercus serrata*) Acorns as a wild life food source. Asian. J. Plant Sci. Res. 5: 3.17-23.
29. Tharanathan, R.N. 2005. Starch-value addition by modification. Crit. Rev. Food Sci. Nut. 45: 371-384.

www.SID.ir

Archive of SID

Iranian Association of Food Scientists and Technologists

EJFPP, Vol. 12 (1): 1-20
http://ejfpp.gau.ac.ir

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Evaluation of acetylation and cross-linking on functional properties of acorn starch

N. Khojastenia[1] , M. Farasat[2*] , M. Tadayoni[3]

[1]Graduate Student, Department of Food Science and Technology, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

[2*]Assistant Professor, Department of Biology, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

[3]Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

Received: 2018/05/20; Accepted: 2018/12/16

Abstract

Background and objectives: Starch is the most widely used natural polysaccharide in the food industry that plays important role in the consistency, texture and nutritional value of food products. Although natural starch from various plant sources has unique properties, with the advancement of food technology and the development of new methods of food processing, the structure of starch changes which can lead to the loss of some of its desirable properties in foods. In order to improve the functional properties of starch, its structure can be modified through modification. The aim of this study was to evaluate the effect of acetylation and cross-linking on functional properties of acorn starch in comparison to commercial wheat starch.

Materials and methods: In this research, the acorn fruit was collected from mature trees located in Baghmalek (Khuzestan province) and starch was extracted. Commercial wheat starch was used as a reference. The chemical composition of wheat and acorn starches was measured using AACC methods, amylose content was measured based on reaction with iodine reagents and reading the absorbance at 615 nm. Starches were modified by cross-linking at 0.1%, and percentage of acetylation and degree of substitution with 6% acetic anhydride was measured using the titration method, and the swelling factor was determined. Syneresis was measured during storage at days 1, 2, 3, 4, 7. Statistical analysis was performed using SPSS software and comparisons of the mean values was done by Duncan test ($p < 0.05$).

Results: The results showed a significant difference in the amount of amylose in natural starch of wheat and acorn. Fat, moisture and protein content of two starches showed a significant difference but there was no difference in ash content. The protein and moisture content of acorn starch was higher and its fat was lower than wheat starch. The percentage of acetylation and degree of substitution were significantly different in two studied starches. Cross-linking reduced swelling and acetylation caused increased swelling factor in the two examined starches. The highest swelling factor was found in acetylated wheat starch and the lowest swelling factor was observed in cross-linked acorn starch. The highest syneresis was found in cross-linked wheat starch and the lowest in acetylated wheat starch.

Conclusion: The results of this study showed that cross-linking could results in decrease and increase the swelling factor and syneresis in modified starches compared to natural starches in both studied starches, respectively. On the other hand, acetylation caused decreasing and increasing the syneresis and swelling factor in modified starch, respectively. Therefore, the degree of cross-linking is an important factor in creating the desired properties. The Cross-

* Corresponding Author: mfarasat@iauahvaz.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

linked starch from acorn can be used in food products to improve the crispness of crispy crackers and biscuits, as well as acetylated starch could be used as the thickening agent in soups, sauces, stews, bakery products, dairy products, and baby food. Also, due to the low amylose content of acorn starch and its suitable functional properties, application of acorn starch as an alternative starch in food industry should be evaluated in future studies.

Keywords: Acetylation, Acorn starch, Cross-linking

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir