

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی کرج

دانشکده صنایع غذایی

پایان نامه جهت دریافت مدرک کارشناسی ارشد
در رشته مهندسی علوم و صنایع غذایی

تأثیر صمغ کتیرا بر ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر و کیفیت نان باگت فرانسوی

پژوهش و نگارش:

سارا مویدی

اساتید راهنما:

دکتر علیرضا صادقی ماهونک

دکتر محمد حسین عزیزی

اساتید مشاور:

دکتر یحیی مقصدلو

دکتر سید مهدی سیدین اردبیلی

۱۳۸۹

تعهدنامه پژوهشی

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان مبین بخشی از فعالیت های علمی - پژوهشی بوده و همچنین با استفاده از اعتبارات دانشگاه انجام می شود، بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به موارد ذیل متعهد می شوند:

- ۱) قبل از چاپ پایان نامه (رساله) خود، مراتب را قبلاً بطور کتبی به مدیریت تحصیلات تکمیلی دانشگاه اطلاع داده و کسب اجازه نمایند.
- ۲) در انتشار نتایج پایان نامه (رساله) در قالب مقاله، همایش، اختراع و اکتشاف و سایر موارد ذکر نام دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان الزامی است.
- ۳) انتشار نتایج پایان نامه (رساله) باید با اطلاع و کسب اجازه از استاد راهنما صورت گیرد.

اینجانب سارا مویدی دانشجوی رشته علوم و صنایع غذایی مقطع کارشناسی ارشد تعهدات فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده و به آن ملتزم می شوم.

تقدیم به

پدر و مادرم

که همواره از راه‌های نابی بی‌دریغشان جهت رسیدن به اهداف و درجات بالاتر در زندگی ام بهره‌بردم

و تقدیم به برادرم

مشکر و قدردانی

پروردگارا تو را سپاس که نعمت آموختن به من ارزانی داشتی و چه بی دریغ یاریم کردی هرگاه و مردم که تو را نخواهدم.
تخت سزاوار است نیت پاس قلبی خود را تقدیم حضور استاد راهنمای ارجمندم جناب آقای دکتر صادقی نمایم که مراد راه پیشبرد و رسیدن به اهدافم راهنمایی کرده و همیشه از نظرات ارزشمند ایشان بهره مند گشتم.

بچنین از استاد راهنما جناب آقای دکتر عزیزی تشکر می‌کنم.

از اساتید مشاور محترم آقایان دکتر مقصود و دکتر سیدین پاسکزارم.

از هیات محترم داوران آقایان دکتر علمی و دکتر قربانی که بازخوانی این پایان نامه را به عهده گرفتند، تشکر می‌کنم.

از نماینده محترم تحصیلات تکمیلی جناب آقای دکتر نواب پور که مدیریت جلسه دفاع را به عهده داشتند پاسکزارم.

از همه عزیزانی که در انجام این پژوهش همیشه به یاریم شتافتند به خصوص جناب آقای دکتر بلادی پور و آقای دکتر عاشورزاده نهایت تشکر را

دارم.

بچنین از همکارانی مدیریت محترم مرکز پژوهشهای غلات و موسسه تحقیقات فنی مهندسی پاسکزارم.

چکیده

طبق گزارش سازمان بهداشت جهانی (WHO، ۲۰۰۵)، نان و فرآورده های غلات قسمت مهمی (در حدود ۳۰٪) از کل مصرف روزانه مواد غذایی را تشکیل می دهند. بیاتی نان یکی از عیوب آن به شمار آمده و با کاهش پذیرش مصرف کننده همراه می باشد، از آنجایی که ضرورت برنامه ریزی پیرامون آن و محصولات پخت بیش از پیش احساس می شود. هدف از این مطالعه، بررسی تاثیر سطوح مختلف صمغ کتیرا بر ویژگی های رئولوژیکی خمیر و فاکتورهای کیفی نان حاصل بوده است. در این تحقیق، صمغ کتیرا در سطوح مختلف ۰/۵٪، ۱٪، ۱/۵٪ و ۲٪ (وزنی/وزنی)، به آرد گندم اضافه شده و جهت اندازه گیری رفتار رئولوژیکی خمیر از دستگاه های فارینوگراف و اکستنسوگراف استفاده شد. خصوصیات کیفی نان حجیم شامل ارزیابی ویژگی های تکنولوژیکی (رطوبت، حجم مخصوص و سفتی مغز نان)، رنگ، فعالیت آبی و بیاتی در طی روزهای مختلف نگهداری بود. آزمون ارزیابی حسی بر روی نان های تازه از طریق ارائه پرسش نامه به ارزیاب های آموزش دیده انجام گرفت. نتایج حاصل از ارزیابی رفتار رئولوژیکی خمیر، حاکی از افزایش قابلیت جذب آب، افزایش قوام و مقاومت و کاهش درجه سست شدن خمیر به ازای افزودن کتیرا و افزایش سطوح آن در مقایسه با شاهد بود. همچنین در کلیه زمان ها (۴۵، ۹۰ و ۱۳۵ دقیقه)، مقاومت به کشش و به دنبال آن نسبت مقاومت کششی به قابلیت کشش پذیری و انرژی افزایش، و قابلیت کشش پذیری کاهش پیدا کرد. نتایج حاصل از ارزیابی ویژگی های کیفی نیز نشان داد افزودن کتیرا باعث افزایش رطوبت، کاهش سفتی مغز و کاهش حجم و حجم مخصوص نان ها در مقایسه با نان شاهد شد. در سنجش رنگ پوسته و مغز نان های تازه پخته شده مشخص شد که افزودن کتیرا و افزایش سطوح آن به طور معنی داری ($p < 0/05$) باعث کاهش روشنایی و نتیجتاً تیرگی رنگ پوسته و مغز، افزایش فاکتورهای قرمزی و زردی در پوسته و مغز نان ها شد. فعالیت آبی در طی مدت زمان نگهداری کلیه نان ها، کاهش یافت که این کاهش در تمامی تیمارها تنها در روز پنجم (۹۶ ساعت بعد از پخت) در مقایسه با ساعات دیگر معنی دار بود. در ارتباط با تغییرات بیاتی نان ها مشاهده گردید افزودن کتیرا و افزایش سطوح آن باعث کاهش بیاتی در مقایسه با نان شاهد شده است؛ همچنین با افزایش زمان نگهداری، بیاتی در نان شاهد و نان های تیمار شده با سطوح مختلف کتیرا به طور معنی داری افزایش پیدا کرد. نتایج حاصل از ارزیابی آزمون حسی نیز نشان داد افزودن کتیرا و افزایش سطوح آن تاثیر معنی داری بر ویژگی های داخلی نان ها نداشته، همچنین (به استثنای نمونه های ۰/۵٪ و ۲٪ کتیرا که دارای تفاوت معنی دار در مورد یکنواختی پخت با یکدیگر بوده و به استثنای نمونه های ۱/۵٪ و ۲٪ کتیرا که در مورد ویژگی پوسته دارای تفاوت معنی دار در مقایسه با نان شاهد و نان ۰/۵٪ صمغ بودند)، تفاوت معناداری در ویژگی های خارجی نان ها با افزودن کتیرا در مقایسه با نان شاهد دیده نشد. به عنوان نتیجه می توان گفت با وجود اینکه نمونه حاوی ۲٪ صمغ کتیرا به عنوان بهترین ترکیب ضد بیاتی مطرح بود، اما باعث کاهش معنادار حجم مخصوص در مقایسه با نان شاهد و تیره شدن رنگ پوسته و مغز در مقایسه با کلیه نان ها شد. همچنین با توجه به ارزیابی تاثیر سطوح مختلف کتیرا بر امتیاز کل تعلق گرفته به نان های حاوی این صمغ، ملاحظه گردید نان شاهد بالاترین امتیاز نهایی را بدون تفاوت معنادار از نظر آماری در بین تیمارها داشته است.

واژه های کلیدی: صمغ کتیرا، ویژگی های رئولوژیکی خمیر، نان حجیم، ویژگی های کیفی، ارزیابی حسی

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل اول: مقدمه و کلیات

۲	۱-۱- تعریف نان از دیدگاه مولکولی.....
۲	۲-۱- فرآیند تهیه نان.....
۲	۱-۲-۱- آرد گندم.....
۷	۲-۲-۱- آب.....
۸	۳-۲-۱- نمک.....
۸	۴-۲-۱- مخمر.....
۸	۵-۲-۱- چربی.....
۸	۶-۲-۱- بهبود دهنده.....
۸	۳-۱- مناسب شدن نان از نظر قابلیت خوردن.....
۹	۴-۱- بیاتی نان.....
۱۰	۱-۴-۱- مکانیسم بیاتی.....
۱۲	۲-۴-۱- روش‌های اندازه‌گیری درجه بیاتی.....
۱۳	۳-۴-۱- به تاخیر انداختن فرآیند بیاتی.....
۱۵	۱-۳-۴-۱- صمغ‌های تراوشی.....
۱۶	۲-۳-۴-۱- صمغ کتیرا.....
۲۰	۵-۱- ضرورت و هدف از انجام تحقیق.....
۲۰	۱-۵-۱- ضرورت انجام تحقیق.....
۲۰	۲-۵-۱- فرضیات.....
۲۱	۳-۵-۱- اهداف، از انجام تحقیق.....

فصل دوم: بررسی منابع

۲۴	۱-۲- بررسی تاثیر هیدروکلوئیدهای مختلف بر رفتار رئولوژیکی خمیر و ویژگی‌های کیفی نان.....
۳۰	۲-۲- بررسی تاثیر صمغ کتیرا در فرآورده‌های پخت.....

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل سوم: مواد و روش‌ها

۳۴	۱-۳- مواد
۳۴	۱-۱-۳- مواد اولیه
۳۵	۲-۱-۳- مواد شیمیایی
۳۵	۳-۱-۳- دستگاه‌ها
۳۶	۲-۳- روش‌ها
۳۶	۱-۲-۳- روش انجام آزمایش‌ها
۴۹	۲-۲-۳- مراحل آماده‌سازی تیمارها
۴۹	۳-۳- روش‌های تجزیه و تحلیل آماری

فصل چهارم: نتایج و بحث

۵۲	۱-۴- آزمون‌های فیزیکی و شیمیایی
۵۳	۲-۴- تاثیر سطوح مختلف کتیرا بر روی رفتار رئولوژیکی خمیر آرد گندم
۵۳	۱-۲-۴- آزمون فارینوگراف
۵۶	۲-۲-۴- آزمون اکستنسوگراف
۶۱	۳-۴- تاثیر سطوح مختلف صمغ کتیرا روی ویژگی‌های تکنولوژیکی نان
۶۳	۴-۴- تاثیر کتیرا بر روی رنگ پوسته و مغز نان
۶۵	۵-۴- تاثیر کتیرا بر روی بیاتی نان
۶۶	۶-۴- تاثیر کتیرا بر روی فعالیت آبی نان در طی نگهداری
۶۸	۷-۴- تاثیر کتیرا بر روی ویژگی‌های حسی نان
۷۳	۸-۴- نتیجه‌گیری کلی
۷۴	۹-۴- پیشنهادات پژوهشی و اجرایی
۷۷	منابع

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۱۹.....	جدول ۱-۱- کاربرد صمغ کتیرا در بعضی از مواد غذایی.....
۳۵.....	جدول ۱-۳- دستگاه‌های مورد استفاده در تحقیق.....
۴۸.....	جدول ۲-۳- معیارهای امتیازدهی به نان حجیم بر مبنای ارزیابی ویژگی‌های خارجی نان.....
۴۸.....	جدول ۳-۳- معیارهای امتیازدهی به نان حجیم بر مبنای ارزیابی ویژگی‌های داخلی نان.....
۵۲.....	جدول ۱-۴- ویژگی‌های رنگی آرد گندم و پودر کتیرا.....
۵۲.....	جدول ۲-۴- ویژگی‌های شیمیایی آرد گندم و پودر کتیرا.....
۵۴.....	جدول ۳-۴- تاثیر سطوح مختلف صمغ کتیرا بر روی ویژگی‌های فارینوگرافی خمیر.....
۵۶.....	جدول ۴-۴- تاثیر سطوح مختلف صمغ کتیرا بر انرژی (سانتیمتر مربع) خمیر.....
۵۸.....	جدول ۵-۴- تاثیر سطوح مختلف صمغ کتیرا بر مقاومت به کشش (برابندر) خمیر.....
۵۹.....	جدول ۶-۴- تاثیر سطوح مختلف صمغ کتیرا بر قابلیت کشش پذیری (میلیمتر) خمیر.....
۶۰.....	جدول ۷-۴- تاثیر سطوح مختلف صمغ کتیرا بر تغییرات (R ₅₀ /E) (میلیمتر/ برابندر) در خمیر.....
۶۲.....	جدول ۸-۴- تاثیر سطوح مختلف صمغ کتیرا بر ویژگی‌های تکنولوژیکی نان.....
۶۳.....	جدول ۹-۴- تاثیر سطوح مختلف کتیرا بر رنگ پوسته و مغز نان.....
۶۵.....	جدول ۱۰-۴- تاثیر کتیرا بر روی بیاتی نان‌ها در طی ساعات مختلف نگهداری.....
۶۸.....	جدول ۱۱-۴- تاثیر سطوح مختلف صمغ کتیرا بر امتیاز مربوط به ویژگی‌های خارجی نان‌های تازه.....
۷۰.....	جدول ۱۲-۴- تاثیر سطوح مختلف صمغ کتیرا بر امتیاز مربوط به ویژگی‌های داخلی نان‌های تازه.....

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل ۱-۱- اتصالات واحدهای گلوکوپیرانوز در آمیلوز.....	۴
شکل ۲-۱- اتصالات واحدهای گلوکوپیرانوز در آمیلوپکتین.....	۵
شکل ۳-۱- مدل شماتیک مولکول آمیلوپکتین.....	۶
شکل ۴-۱- قطعه‌ای از کتیرای تراوش شده از گون گونه <i>A. Floccossus</i>	۱۶
شکل ۱-۳- دستگاه فارینوگراف برابندر.....	۳۹
شکل ۲-۳- دستگاه اکستنسوگراف برابندر.....	۴۰
شکل ۳-۳- دستگاه Texture Analyzer.....	۴۶
شکل ۴-۳- دستگاه a_w Sprint.....	۴۷
شکل ۱-۴- تاثیر سطوح مختلف صمغ کتیرا بر روی فعالیت آبی نان‌ها در طی نگهداری.....	۶۷
شکل ۲-۴- نمودار مربوط به مجموع امتیاز تعلق گرفته به ارزیابی ویژگی‌های خارجی نان‌های حاوی سطوح مختلف صمغ کتیرا.....	۷۱
شکل ۳-۴- نمودار مربوط به مجموع امتیاز تعلق گرفته به ارزیابی ویژگی‌های داخلی نان‌های حاوی سطوح مختلف صمغ کتیرا.....	۷۲
شکل ۴-۴- نمودار مربوط به امتیاز کل تعلق گرفته به نان‌های حاوی سطوح مختلف صمغ کتیرا.....	۷۳
نمودار ۱-۳- مراحل تهیه نان باگت فرانسوی.....	۴۲

فصل اول

مقدمه و کلیات

۱-۱- تعریف نان از دیدگاه مولکولی

نان در واقع ترکیبی الاستیک، غیر یکنواخت و به صورت کفی جامد است که بخش جامد متشکل از دو فاز پیوسته و پراکنده می باشد. فاز پراکنده شامل گرانول های به تله افتاده، متورم و ژلاتینه شده نشاسته است (گری و بمیلر، ۲۰۰۳). گرانول های متورم و تغییر شکل یافته، توسط میکروسکوپ قابل تشخیص اند؛ چراکه تورم آن ها به واسطه عدم وجود آب کافی، محدود شده است. از طرفی گرانول های نشاسته در پوسته، تورم کمتری داشته و الگوی نظم و آرایش درون مولکولی (Birefringence) خود را زیر نور پلاریزه به خوبی نشان می دهند. فاز پیوسته نیز شبکه به هم پیوسته ای از مولکول های گلوتن بوده که پلیمرهای نشاسته به خصوص آمیلوز، آزادانه یا در اتصال با لیپیدهای قطبی در زمینه پروتئینی حضور دارند (شرالدی و فساس، ۲۰۰۱).

۱-۲- فرآیند تهیه نان

نان از مخلوط کردن آرد تمامی دانه غله یا قسمتی از آن، آب و سایر مواد اولیه برای تشکیل شبکه گلوتنی تشکیل شده که طی فرآیند زدن و مخلوط کردن، خمیر تهیه شده و پس از تخمیر، فرم دادن و پخت به ماده ای با قابلیت هضم آسان در بدن تبدیل می شود (پایان، ۱۳۸۵).
ترکیبات اصلی تشکیل دهنده نان شامل موارد زیر می باشند

۱-۲-۱- آرد گندم

آرد، مهمترین جزء تشکیل دهنده نان است که بعد از فرآیند آسیابانی گندم و جدا شدن سبوس و جوانه حاصل می گردد. این عملیات به منظور بدست آوردن آردی مطلوب از نقطه نظر نانوائی انجام می گیرد.

آرد گندم مخلوط پیچیده ای از نشاسته (۷۰-۸۰٪)، پروتئین (۸-۱۸٪)، لیپیدهای طبیعی (۲٪)، پنتوزان ها به خصوص آرابینوزایلان ها (۲٪) و آنزیم ها و بازدارنده های آنزیمی می باشد (خطار و همکاران، ۲۰۰۵).

الف) پروتئین

پروتئین آرد، متشکل از پروتئین‌های گلوتنی (گلوتنین‌ها و گلایدین‌ها) و پروتئین‌های غیر گلوتنی (آلبومین‌ها و گلوبولین‌ها) می‌باشد (گری و بمیلر، ۲۰۰۳) که پروتئین‌های گلوتنی به واسطه خصوصیات ویسکوالاستیک بی نظیری که دارند، نقش مهمی در پخت نان و فرآورده‌های نانوائی ایفا می‌کنند.

● گلوتنین‌ها

گلوتنین‌ها، پروتئین‌هایی با خاصیت الاستیک بوده که پلی پپتیدهای آن‌ها توسط پیوندهای دی سولفیدی درون مولکولی و بیرون مولکولی به هم متصل شده‌اند.

● گلایدین‌ها

زمانی که گلایدین‌ها هیدراته می‌شوند، همانند یک سیال ویسکوز عمل نموده، باعث قابلیت کشش پذیری در خمیر شده و باعث می‌گردند که خمیر در موقع تخمیر به اندازه کافی افزایش حجم یابد (خطار و همکاران، ۲۰۰۵).

اهمیت گلوتنین‌ها و گلایدین‌ها، در طی تشکیل خمیر

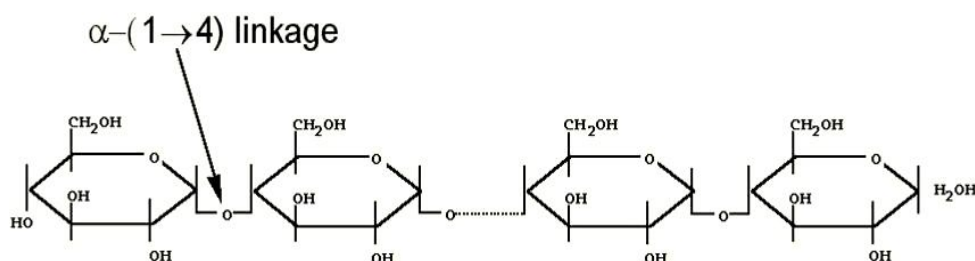
در طی تشکیل خمیر، گلایدین‌ها و گلوتنین‌ها میزان مشخصی از آب را جذب کرده و هیدراته می‌شوند؛ که در اثر اختلاط بیشتر، توده چسبناک پروتئینی یا همان گلوتن را ایجاد می‌کنند. از طرفی نشاسته، مخمر و دیگر ترکیبات خمیر درون بستر پروتئین گلوتن احاطه می‌گردند (خطار و همکاران، ۲۰۰۵). بدین ترتیب گلوتن هیدراته شده، فاز پیوسته خمیر آرد گندم را تشکیل می‌دهد. در طی پخت، گلوتن دناتوره شده و هر دو مولکول پروتئینی از طریق پیوندهای دی سولفیدی شبکه‌ای را حاصل می‌کنند که با گرانول‌های نشاسته که به طور جزئی ژلاتینه شده‌اند، اتصال برقرار کرده و در نهایت در جریان این پیوندها ساختار نیمه مستحکم (نیمه سفت) نان ایجاد می‌شود. در طی نگهداری نان، پروتئین گلوتن از طریق تشکیل اتصالات عرضی از نوع پیوند هیدروژنی بین گروه آمینی (NH_2) گلوتن با گروه هیدروکسیل (OH) مولکول‌های رتروگرید شده نشاسته اتصال برقرار کرده و از آن جایی که ماهیت پیوند تشکیل شده از نوع هیدروژنی است، باعث سفتی مغز نان شده و بدین ترتیب می‌تواند در بیاتی نقش داشته باشد (گری و بمیلر، ۲۰۰۳).

ب) نشاسته

نشاسته کربوهیدرات مهم ذخیره ای در گیاهان آلی بوده، به عنوان دومین بیو پلیمر طبیعی بعد از سلولز قرار دارد و در اندام های گیاهی به صورت گرانول هایی که در آب سرد نا محلول هستند، ذخیره شده است. نشاسته متشکل از دو پلی ساکارید می باشد. آمیلوز، که ۲۵-۱۵٪ نشاسته را تشکیل می دهد، پلیمری خطی بوده و آمیلوپکتین که قسمت اعظم نشاسته را شامل می شود، پلی ساکاریدی منشعب است. هر دو پلی ساکارید هوموگلوکان هایی^۱ با اتصالات (۴ → ۱) α در زنجیره اصلی می باشند که البته اتصالات (۶ → ۱) α در محل انشعاب پلیمر آمیلو پکتین نیز، موجود است.

● آمیلوز

آمیلوز، پلیمری خطی و متشکل از واحدهای آلفا- دی- گلوکوپیرانوز^۲ با اتصالات (۴ → ۱) α می باشد.



شکل ۱-۱- اتصالات واحدهای گلوکوپیرانوز در آمیلوز (لیو، ۲۰۰۵)

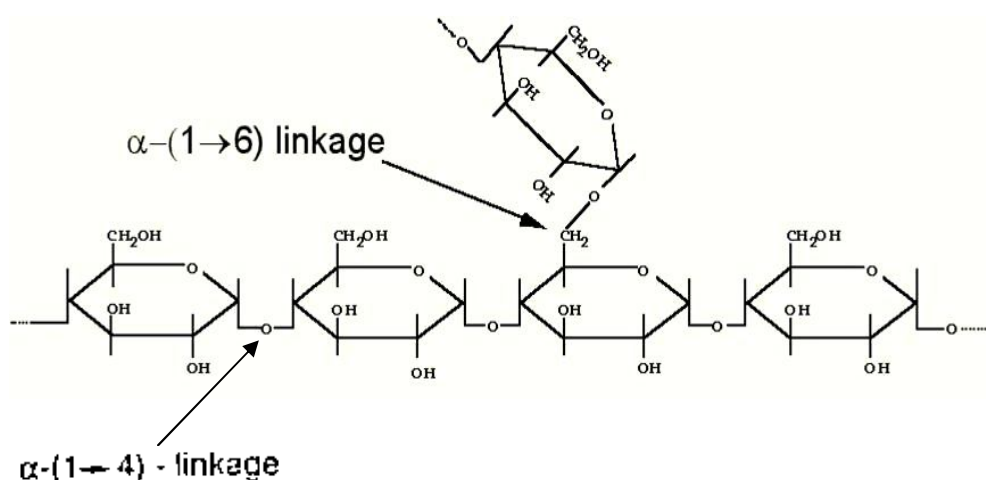
حضور گروه های هیدروکسیل در طول زنجیره مولکول آمیلوز، باعث ایجاد خاصیت هیدروفیلیک (آبدوستی) آن می شود؛ از اینرو به دلیل ماهیت خطی، تحرک زنجیره ها و وجود گروه های هیدروکسیل، مولکول ها به گونه ای جهت گیری می کنند که به موازات همدیگر قرار بگیرند و

1-Homoglucans
2- α-D- glucopyranose

از طریق پیوند هیدروژنی به هم متصل شوند. نتیجه این امر، کریستالیزاسیون پلیمر و کاهش تمایل آن برای جذب آب است.

• آمیلوپکتین

آمیلوپکتین، پلی ساکاریدی بسیار منشعب است. ساختار آن متشکل از واحدهای آلفا-دی-گلوکوپیرانوز با اتصالات (۴ → ۱) در زنجیره اصلی و (۶ → ۱) در محل انشعاب می باشد.



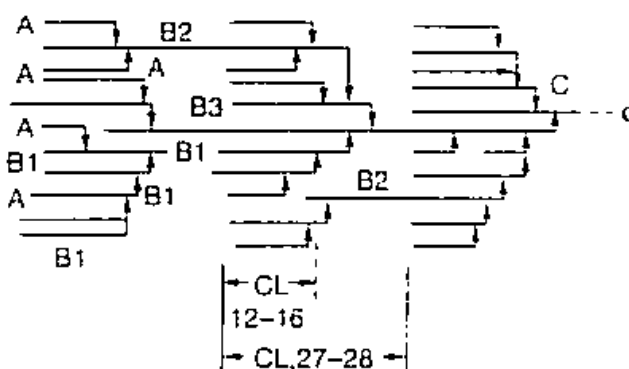
شکل ۱-۲- اتصالات واحدهای گلوکوپیرانوز در آمیلوپکتین (لیو، ۲۰۰۵)

ساختار بزرگ و منشعب آمیلوپکتین، باعث کاهش تحرک آن در محلول شده و احتمال تشکیل پیوندهای هیدروژنی داخل زنجیره ای را محدود می کند. زنجیره های آمیلوپکتین بر مبنای طول زنجیره و نقاط انشعابی به سه دسته تقسیم می شوند:

کوتاه ترین زنجیره یعنی نوع A، هیچ نقطه منشعبی ندارد. زنجیره های B که به سه دسته (B_1 ، B_2 و B_3) تقسیم می شوند، توسط زنجیره A و یا دیگر زنجیره های B منشعب شده اند. زنجیره C که زنجیره های B را همراه خود دارد، شامل تنها بخش انتهایی احیا کننده است. زنجیره های منشعب شده خطی با درجه پلیمریزاسیون^۱ (DP) حدود ۱۵ در آمیلوپکتین، مناطق کریستالی موجود

1- Degree of polymerization

در گرانول ها هستند. این زنجیره های کوتاه، تشکیل ساختار ماریچ دوگانه^۱ می دهند که بخشی از این ماریچ ها با هم مجتمع شده و تبدیل به اشکال خوشه ای شکل می شوند (لیو، ۲۰۰۵).
 (درجه پلیمریزاسیون : تعداد واحدهای مونومری موجود در یک ماکرو مولکول، پلیمر یا الیگومر را می گویند).



شکل ۱-۳- مدل شماتیک مولکول آمیلوپکتین

در این مدل Q، انتهای احیا کننده و CL، معرف طول زنجیره می باشد (لیو، ۲۰۰۵).

تغییرات پلیمرهای نشاسته، در حین تشکیل خمیر و پخت نان

در طی تشکیل خمیر، گرانول های نشاسته به صورت سطحی با مولکول های آب پیوند برقرار کرده و هیدراته می شوند. در طی فرآیند حرارتی یعنی پخت، به دلیل وجود آب کافی در محیط و دمای بالا، آب بیشتری جذب گرانول های نشاسته شده که این مولکول های آب بین پلیمرهای آمیلوز و آمیلوپکتین قرار می گیرند و در نتیجه منجر به تورم گرانول ها می شوند. از طرفی بخشی از مولکول های آمیلوز از گرانول ها به فضای بین گرانولی نفوذ می کنند. به ازای افزودن دما و رساندن آن به نقطه مشخصی (نقطه ژلاتینه شدن) جذب آب داخل گرانولی بسیار افزایش می یابد. همراه با آن گسیختگی پیوندهای هیدروژنی داخل مولکولی و بیرون مولکولی پلیمرهای نشاسته همراه با از بین رفتن پیوندهای هیدروفوب نشاسته صورت گرفته و در این صورت مولکول های آب با پلیمرهای