

پلی ساکاریدها

چنانچه تعداد واحدهای قند با مونوساکارید در یک کربوئیدرات بیش از ۱۰ واحد باشد آن ترکیب قندی پلی ساکارید نامیده می‌شود. این ترکیبات همچون به نام گلبکان هم نامیده می‌شوند. و از واحدهای مونو ساکاریدی تشکیل شده‌اند که با پیوند گلیکوزیدی بهم متصل شده‌اند. در صورتی که پلی ساکاریدها از یک نوع واحد قندی تشکیل شده مثل نشاسته، سلولز هموپلی ساکارید خوانده می‌شود و چنانچه از بیش از یک مهم ترین پلی ساکاریدهایی که در مواد غذایی وجود دارند عبارت اند از:

۱- نشاسته

نشاسته منبع ذخیره‌ی انرژی در گیاهان است و بعد از سلولز دومین کربوئیدرات فراوان در طبیعت است.

نشاسته پلیمری از مولکول‌های گلوکز است. نشاسته در گیاهان به صورت ذرات و دانه‌های جدا از هم (گرانول) وجود دارد. شکل وابعاد این گرانول‌ها در محصولات مختلف منحصر به فرد است. بطوری که

هم از نظر شکل و هم از نظر اندازه تا حدی می‌توان منبع نشاسته را شناسایی نمود.

گرانول‌های نشاسته به شکل بلوری هستند و از لایه‌های هم مرکزی تشکیل شده‌اند که این لایه‌ها در اطراف یک حلقه‌ی مرکزی که به نام ناف یا Hillum نامیده می‌شود به وجود می‌آید و این حلقه‌ها را به نام حلقه‌های رشد نشاسته نام گذاری می‌کنند.

اندازه‌ی گرانول‌های نشاسته بین یک تا صد میکرومتر است که در بین گرانول‌های نشاسته سیب زمینی دارای بزرگترین گرانول‌ها است (حدود ۵ الی ۱۰۰ میکرومتر) در حالی که برنج دارای کوچکترین گرانول هاست (۳ الی ۸ میکرومتر). از نظر اندازه:

برنج > ذرت > گندم > سیب زمینی
از دصر ابعاد

سیب زمینی	گندم	نمیکارا
برنج	ذرت	ساکو

شکل ۱۶ - وضعیت گرانول‌های نشاسته‌ای مختلف در ذره میکروسکوپی.

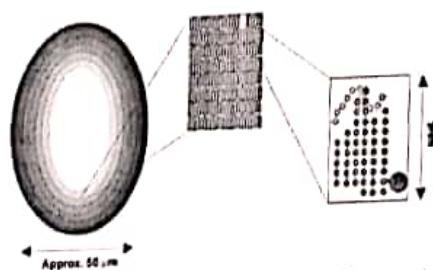


Fig. 3.1 Schematic representation of the molecular organization of the starch granule.

Table 12.2 Starch granule characteristics

Starch	Type	Diameter microns (μm)	Morphology	Gelatinisation temp. ($^{\circ}\text{C}$)	Pasting temp. ($^{\circ}\text{C}$) (a)	Amylose content	Cooked properties
Maize (b)	Cereal	5-30	Round Polygonal	62-72	80	25	Opaque gel
Waxy Maize	Cereal	5-30	Round Polygonal	63-72	74	<1	Clear cohesive
Earpinea	Root	4-35	Oval Truncated 'kettle drum'	62-73	63	17	Clear cohesive, tendency to gel
Potato	Tuber	5-100	Oval Spherical	59-68	64	20	Clear cohesive, tendency to gel
Wheat	Cereal	1-45	Round Lenticular	58-64	77	25	Opaque gel
Rice	Cereal	3-8	Polygonal Spherical Compound granules	68-78	81	19	Opaque gel
Sago	Pith	15-65	Oval Truncated	69-74	74	26	Opaque gel
High Amylose Maize	Cereal	5-30	Polygonal Irregular Elongated	63-92(c)	>90	50-90	Very opaque, very strong gel

(a) Measured for 5% starch suspension.

(b) Maize is also often referred to as 'corn', 'dent corn' or 'regular maize'.

(c) High amylose maize starches are not completely gelatinised in boiling water.

مهم‌ترین منبع تهیه نشاسته در صنعت ذرت است ولی نشاسته را می‌توان از منابع دیگر مثل گندم و سیب زمینی هم بدست آورد.

ساختار شیمیایی نشاسته

نشاسته از دو پلی مرآمیلوز و آمیلوپکتین تشکیل شده است.

آمیلوز: بخش خطی و غیرقابل انشعاب نشاسته است که ساختار پایه‌ی آن از دو مولکول گلوکز با پیوند (۱→۴)α تشکیل شده است.

آمیلوز در حضور عوامل کمپلکس دهنده از حالت کلاف به حالت مارپیچی در می‌آید. هر دور مارپیچ آمیلوز از ۶ واحد گلوکزی تشکیل شده است. معمولاً بین ۵۰۰ تا ۶۰۰ واحد گلوکزی به هم متصل شده و آمیلوز را تشکیل می‌دهند.

بخش آمیلوزی در اغلب نشاسته‌های متداول در مواد غذایی، بخش کمتر نشاسته را در بر می‌گیرد (عموماً ۱۷ الی ۳۰٪ وزن نشاسته).

یکی از واکنش‌هایی که برای شناسایی نشاسته استفاده می‌شود واکنش آن پلی‌الکل است. معمولاً رنگ نشاسته با یاد به عنوان تست تشخیص تقلب مورد استفاده قرار می‌گیرد که این رنگ آبی ید که در عمل ید بر روی نشاسته به وجود می‌آورد مربوط به بخش آمیلوزی آن است، در حالی که بخش آمیلوپکتین رنگ قرمز را به وجود می‌آورد.

بسته به میزان اتصال ید به مارپیچ (طول زنجیره) رنگ‌های مختلفی بوجود می‌آید.

نام	رنگ تولیدی با بد	طول، زنجیره
آکرودکسترین	بدون رنگ	۱۲
مالتو دکسترین	فهره‌ای	۱۲-۱۵
اریترو دکسترین	قرمز	۲۰-۳۰
ارغوانی	رنگ آبی	۳۰-۳۵
		>۴۵

۲/

با توجه به این که در آمیلوزهای طبیعی بیش از ۴۵ مولکول گلوكز وجود دارد بنابراین کمپلکس بد با آمیلوز به رنگ آبی است.

آمیلوز توسط هر ماده‌ای آلتی قطبی که کمی در آب حل می‌شود مثل الكل آمیلیک می‌تواند رسوب دهد و از این خاصیت برای جداسازی دو پلیمر آمیلوز و آمیلوپکتین استفاده می‌شود. علاوه بر این آمیلوزها می‌توانند با مواد مختلفی مثل اسیدهای چرب و ترکیبات طعم زا ترکیب شوند (به دور آن‌ها مارپیچ تشکیل دهند) در نتیجه می‌توانند آن‌ها را به این طریق به داخل محصولات غذایی اضافه کنند.

از آمیلوز می‌توان به عنوان لایه‌ها یا فیلم استفاده کرد و درسته بندی مواد استفاده کرد (بسته بندی قابل خوردن Edible coating مثل بسته بندی پنیر).

آندر مرس آمیلوپکتین: در پیشتر نشانه‌ها بخش اصلی نشاسته را تشکیل می‌دهد و بیش از ۷۰ درصد وزن نشاسته را شامل می‌شود. در این پلیمر نیز یک زنجیر اصلی با اتصالات $\alpha(1 \rightarrow 4)$ وجود دارد ولی به ازا هر ۷ تا ۸ واحد گلوكز یک زنجیره جانبی با $20-30$ مولکول گلوكز قرار دارد که در این زنجیره هم اتصالات از نوع $\alpha(1 \rightarrow 4)$ است فقط در محل انشعابات اتصالات از نوع $\alpha(1 \rightarrow 6)$ است.

از نظر وزن مولکولی آمیلوز بین $1000-10000$ هزار Dalton است در حالی که وزن مولکولی آمیلوپکتین به $Da100000$ هم می‌رسد.

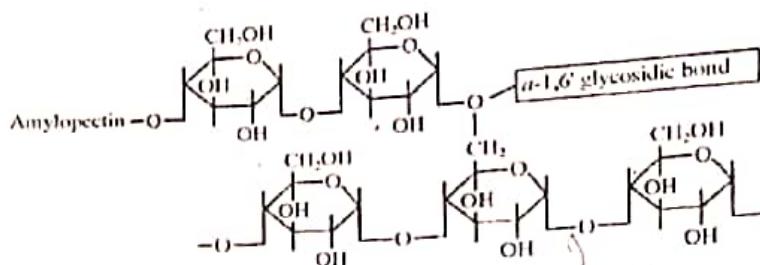
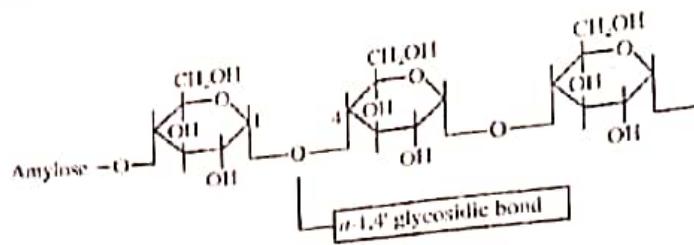
با توجه به این که بخش اشعابی آمیلوپکتین در ایجاد رنگ با بد دخالت دارد و این بخش اشعابی دارای حداقل 30 مولکول گلوكز است در نتیجه رنگ ایجاد شده توسط آمیلوپکتین با بد به رنگ قرمز باشد.

براساس نسبت آمیلوز به آمیلوپکتین نشاسته را به سه دسته تقسیم می‌کنند:

۱-آمیلوز بالا: این دسته بیش از ۷۵٪ آمیلوز دارند مثل نخود فرنگی و ذرت نشاسته‌ای (رنگ آبی با بد)

۲-آمیلوز متوسط: بین $17-30$ درصد آمیلوز دارند مثل ذرت معمولی، گندم، سبز زمینی و برنج (رنگ ارغوانی با بد) و آمیلوپکتین /٪ ۷۵

۳-آمیلوز پایین: میزان آمیلوز تقریباً صفر است. مثل ذرت مومنی Waxy Corn (رنگ قرمز با بد)

Fig. 7.2 Haworth representations of amylose and amylopectin.¹

ژلاتینیزیشن Gelatinization

نشاسته معمولی (Native starch) در آب سرد نامحلول است با این حال می تواند مقدار کمی آب حدود ۱۷٪ جذب کند مقداری متورم شود. در این حالت مقدار جذب آب محدود است و تا دمای ۶۵ درجه افزایش حجم محدودی در گرانول حاصل می شود. ضمناً این تورم برگشت پذیر است.

در اثر حرارت دادن مخلوط نشاسته در آب، نشاسته شروع به جذب آب می کند و در این حالت آب می تواند به راحتی در ساختار گرانول ها نفوذ کند و ساختار شعاعی آنها را از بین ببرد. درجه حرارتی که در آن تورم برگشت نپذیر اتفاق می افتد به نام دمای ژلاتینیزیشن است و به این تورم برگشت نپذیر هم ژلاتینیزیشن گفته می شود. اندازه گیری افزایش ویسکوزیته محیط آبی حاوی نشاسته در اثر حرارت یک روش ساده برای ارزیابی پیشرفت ژلاتینیزیشن می باشد. به طور کلی ژلاتینیزیشن اکثر نشاسته ها تا حرارت ۹۵ درجه سانتیگراد صورت می گیرد. برای بررسی خصوصیات نشاسته در طی حرارت دهنده می توان از دستگاه آمیلوگراف برابندر استفاده نمود. در شکل زیر یک نمودار معمول مربوط به پخت نشاسته های گندم، سیب زمینی و ذرت آورده شده است.

نشاسته چگالی نمودار، اوبلوگرام

The parameters provided by the Amylograph are:

- Pasting temperature
- Peak viscosity (in Brabender Units)
- Holding strength (reading at the end of the 95°C heating period)
- Breakdown (peak viscosity - holding strength)
- Final viscosity (reading at the end of the cooling period)
- Setback (final viscosity - holding strength)

بازیابی نمودار (۱) پیشنهاد شده است
۱. ابرس ریختن پیشنهاد شده است
۲. ژلاتینیزیشن دهنده

برای نشاسته حل شدن استعداد من نه
حمله نشاسته برگشت پذیر است

دستگیری کترے میٹھے فاعل

شیمی مواد غذایی: بخش کربو نیکرات ها، دستگاهی مزرس ۱۲۱ استان کرد دکتر صادقی

دستگاه اینولامن:

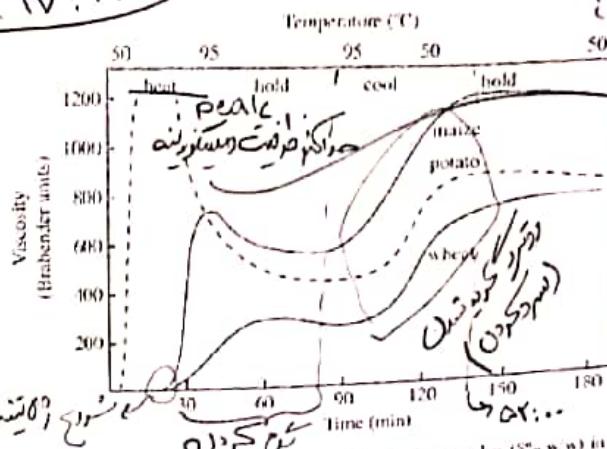


Fig. 7.5 Cooking curves for wheat, potato, and corn (maize) starches (8% w/w) in the Beale-Bender Amylograph. (Reprinted from Cornell JJ and Houghaling AW. *Dextrin Chemistry and Utilization*, p. 149, 1998, with kind permission of CRC Press, Boca Raton, FL, USA).

تسالسته حکی موحد درازارے اربع خود

۱۲۱ دھی استان

با دمای ژلاتینه شدن ارتباط مستقیم دارد یعنی هرچه آمیلوز بیشتر می شود، دمای ژلاتیناسیون بالاتر می رود. به عنوان مثال دمای ژلاتینه شدن ذرت مومی ۶۵ درجه، ذرت معمولی ۹۵ درجه‌ی سانتی گراد و نشاسته‌های آمیلوز بالا مثل نخود فرنگی و ذرت نشاسته‌ای بین ۱۷۰-۱۸۰ می باشد.

۲- اندازه‌ی گرانول

با زمان و دمای ژلاتینه شدن رابطه‌ی عکس دارد یعنی گرانول‌های بزرگتر در دماهای پایین تر متورم می شوند. مثلاً دمای ژلاتینه شدن نشاسته‌ی سیب زمینی از برنج کمتر است. نشاسته‌هایی که دارای گرانول های بزرگتر هستند Pick یا حداکثر ویسکوزیتی بالاتری دارند.

۳- لپیدها

کمپلکس اسیدهای چرب با آمیلوز مانع از نفوذ آب به داخل گرانول‌ها و خروج آمیلوز به فضای بین گرانولی و بتابایین افزایش دما و زمان ژلاتینه شدن می شود.

۴- حضور ترکیباتی مثل قندها

قندها بخصوص در غلظت‌های بالا با نشاسته رقابت می کنند و از آب گیری نشاسته جلوگیری می کنند بتابایین باعث افزایش دمای ژلاتینه شدن می شود.

مشخص شده که قندها در غلظت بالا باعث کاهش میزان ژلاتینه شدن، کاهش حداکثر ویسکوزیتی قابل دسترسی می شوند که در این رابطه دی ساکاریدها از مونو ساکاریدها موثرترند.

pH-۶ (۱۲۱: ۲۰)

در محدوده pH ۴ تا ۷ که اکثر مواد غذایی دارای pH در این محدوده هستند غلظت یون H^+ اثر کمی روی تورم و ژلاتینه شدن نشاسته دارد. در حالی که در محصولات با pH پایین مثل سس‌های

براصیم فاهم در آمیله رکف درجره ذرق (wed, Oct 30/ ۵۲)

شیمی مواد غذایی: بخش کربولیدرات‌ها

۱۰: شیمی مواد غذایی

کلستن و زند سه ریزکرم دکتر صادقی

سالاد کاهش مشخصی در حد اکثر ویسکوزیته و هم چنین کاهش سریع ویسکوزیته در طول سرد کردن آن
ها مشاهده می‌شود.

گرگش از حالت گدل به حالت پلی ساکارید اسیدی بوزیر سماوی‌ریه

روتروگرید شدن Retrogradation (برگشت به عقب، واپس گرایی)

از نظر شیمیایی روتروگرید شدن تشكیل مجدد پیوندهای هیدروژنی بین نشاسته است (بوزیر آمیلوز).
هنگامی که خمیر داغ نشاسته خیلی سریع سرد شود تشكیل ژل (Gelation) می‌دهد اما اگر خمیر را
 بصورت آرام سرد کنیم در این حالت به دلیل کاهش انرژی جنبشی سیستم مولکول‌های آمیلوزی که
 بصورت پراکنده در محیط هستند، دیگر انرژی جنبشی خمیر نشاسته به حدی نیست که از تعایل و
 آمادگی آن‌ها جهت پیوستن به یکدیگر جلوگیری کند. بنابراین با سرد شدن محیط مولکول‌های آمیلوز می‌
 توانند به یکدیگر و همین طور به شاخه‌های آمیلوپکتین متصل شوند. در این حالت به دلیل اینکه این
 مولکول‌های آمیلوز خطی هستند و مانع فضایی بین آنها کم است بنابراین می‌توانند به آرامی در کنارهم
 قرار بگیرند و بین آن‌ها پیوند هیدروژنی برقرار شود که این امر تحت عنوان برگشت به عقب یا

روتروگرید شدن نشاسته نام گذاری می‌شود. مثل تشكیل پوسته روی آش، سوب و فرنی

بطور خلاصه:

۱- سرد کردن دیسپرسیون نشاسته در آب موجب تشكیل پیوندهای هیدروژنی نشاسته نشاسته و کاهش
 پیوندهای هیدروژنی آب نشاسته می‌گردد.

۲- خلطی چون زنجیرهای آمیلوزی موجب گمانع فضایی کمتر، تحریک کمتر و نزدیک شدن بیشتر
 زنجیرهای به یکدیگر و تشكیل سریع تر پیوند هیدروژنی نسبت به مولکول‌های آمیلوپکتین می‌شود.

۳- اگر محلول نشاسته غلیظ باشد و سرعت سرد کردن بالا باشد، پیوندهای هیدروژنی بین مولکول‌های
 نشاسته در نقاط محدودی تشكیل می‌شود که در این حالت آب را گیر می‌اندازد و شبکه ی ژل مانند به
 وجود می‌آید (نشاسته روتروگرید نمی‌شود).

۴- رقیق محلول نشاسته یا سرد کردن آرام محلول‌های غلیظ نشاسته موجب تشكیل پیوندهای هیدروژنی

در نتیجه تبدیل شکل آمورف به کریستالی (روتروگرید شدن) می‌شود.

۵- نسبت آمیلوز به آمیلوپکتین بیشتر باعث روتروگرید شدن سریع تر می‌شود.

اثر طول زنجیره بر روی روتروگرید شدن

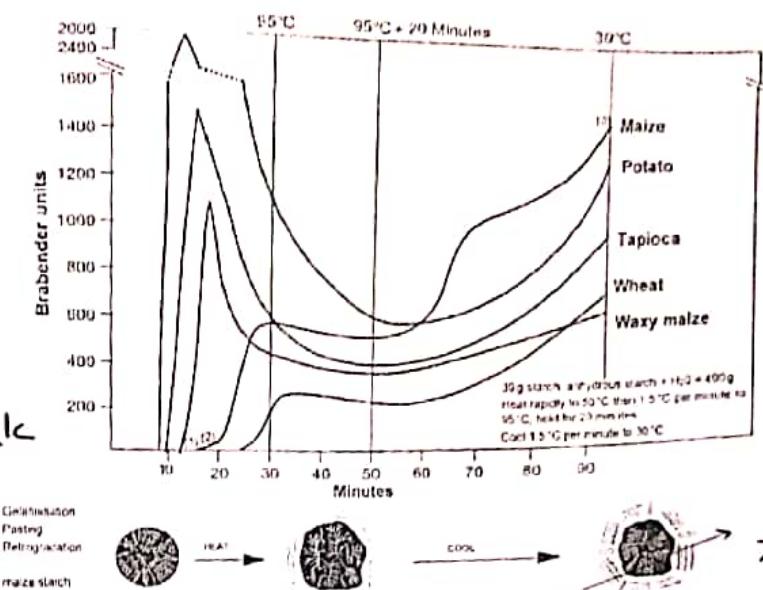
۱- رشته‌های بلند زنجیر با طول بیش از ۲۰۰۰ واحد گلوکز تعامل کمی به روتروگرید شدن دارند.

۲- نشاسته‌هایی با طول زنجیره متوسط (حدود ۴۰۰ مولکول گلوکز) تعامل زیادی به روتروگرید

شدن دارند.

۳- رشته‌های زنجیر کوتاه (در حدود ۲۰-۳۰ واحد گلوکز) تعاملی به روتروگرید شدن ندارند.

Q4.۳
پلک و سلززیت پلک



یکی از دلایل اصلی در بیانی نان پدیده‌ی روتروگرید شدن بولیه روتروگرید شدن آمیلوپکتین است. زنجیره‌های آمیلوپکتینی با توجه به اتصالات جانبی خیلی زیادی که دارند خیلی دیر روتروگرید می‌شوند. به همین دلیل است که بیانی نان در طول زمان نسبتاً طولانی بعد از پخت به وقوع می‌پیوندد.

در رابطه با نان پدیده‌ی روتروگرید شدن می‌تواند در طی دو مرحله به وقوع بپیوندد که مرحله اول بلافاصله بعد از پخت نان و مربوط به آمیلوز است. به این صورت که در طی پخت نان در اثر حرارت بالا مولکول‌های آمیلوز از گرانول‌های متورم شده ناشسته خارج و سپس در طی فرآیند سرد کردن نان می‌تواند در کنار یکدیگر قواربگیرند و اصطلاحاً روتروگرید شوند که این حالت به نان حالت ارتتجاعی می‌دهد. بطوری که اگر نان را فشار دهیم مجدداً ساختار خود را به دست می‌آوریم. به هر حال بیانی اصلی نان ناشی از روتروگرید شدن آمیلوپکتین است که در طی زمان نگهداری نان به وقوع می‌پیوندد بطوری که زنجیره‌های آمیلوپکتینی بهم متصل می‌شوند و بین آن‌ها پیوند هیدروژنی برقرار می‌شود بطوری که به ازای تشکیل هر پیوند هیدروژنی یک مولکول آب از زنجیره خارج می‌شود. اتصالات بین آمیلوپکتین به دلیل اینکه تعداد اتصالات کمتر است ساختار ضعیفتری دارد و در نتیجه با حرارت دهی در دمای بالاتر از ۵۵ درجه می‌توان بخشی از این اتصالات را شکست و بنابراین ساختار اولیه نان تا حدی قابل بازیابی است. ساختار اولیه نان را بصورت کامل بازیابی کنند.

با اینکه توجه نمود که در جریان بیان شدن نان، موضوع از دست رفتن آب از ماده بیان شده چندان مطرح نیست زیرا با حرارت دادن نان می‌توان آن را تا حدودی به حالت اولیه بازگرداند [بنابراین بیانی در نتیجه از دست دادن رطوبت نیست بلکه نان در اثر بیانی رطوبت از دست می‌دهد]. عمل بیان شدن در

Gelatinization حلاسته شدن

