





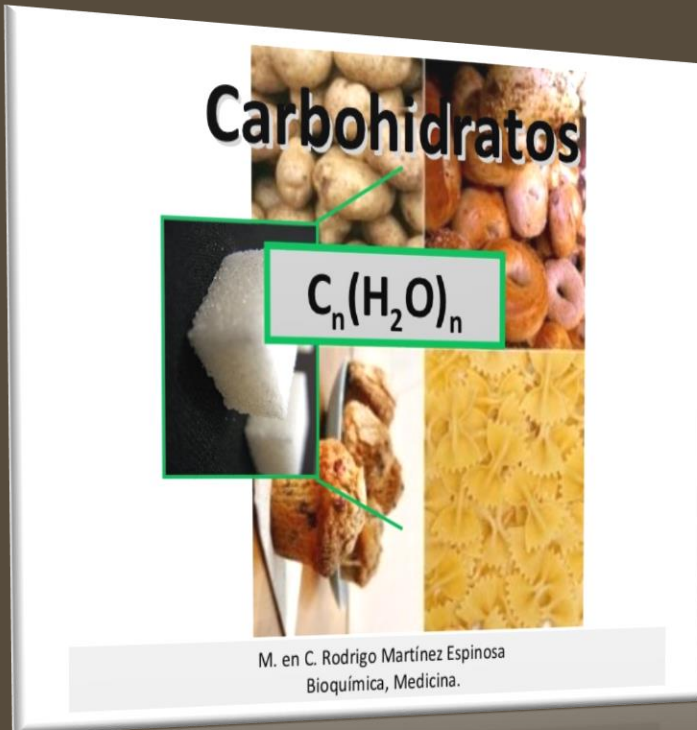
اثر فرایند های مواد غذایی بر گلو سیدها

اسفند ۱۳۹۵

- مینا رادمهر
- نگار ذاکر الحسینی
- رسول غفاریان انصاف
- غزاله صالح زاده
- آرزو محمدی

گلوکید

✓ نگاه کلی

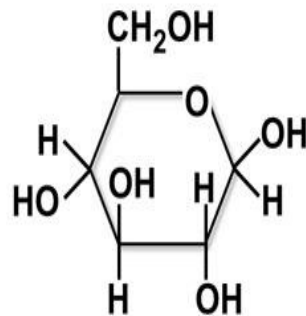
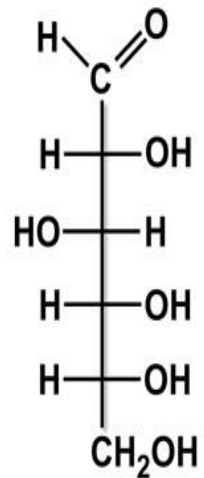


گلوکسیدها مواد آلی هستند که در ترکیبشان اغلب سه عنصر کربن ، هیدروژن و اکسیژن و گاهی عناصر دیگر مثل ازت ، فسفر و مانند آن وجود دارد. فرمول عمومی آنها $C_n (H_2O)_n$ است و به همین دلیل در گذشته آنها را هیدراتهای کربن نامیده‌اند. این مواد ، منبع انرژی برای سلولهای گیاهی و جانوری هستند .همچنین در ساختمان دیواره بسیاری از سلولهای گیاهی به عنوان بخش محافظت‌کننده شرکت دارند.

بافت های جانوری ، اغلب گلوکید کمتری نسبت به بافت های گیاهی دارند.

مونوساکاریدها

Monosaccharide Structure



✓ مونوساکاریدها قندهای ساده‌ای هستند که از کربن ، اکسیژن و هیدروژن ساخته شده‌اند و فرمول عمومی آنها $C_n(H_2O)_n$ است. این نوع قند در آب محلول و در اتر نامحلول است. قابلیت تبلور دارند و در ساختمانشان اغلب یک عامل احیا کننده وجود دارد.

✓ قندهای ساده را بطور کلی به دو گروه آلدوزها و ستوزها تقسیم می‌کنند.

مونوساکاریدها (ادامه)

مونوساکاریدها (ادامه)

✓مهمترین آلدوزها و ستوزها که در اعمال زیستی نقش عمده‌ای دارند عبارتند از:

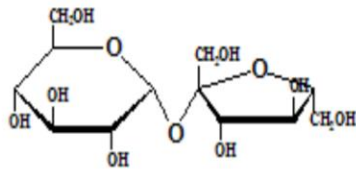
- I. ریبوز ، دزوکسی ریبوز که در ساختمان اسیدهای نوکلئیک (RNA) و (DNA) وجود دارند.
- II. ریبولوز (از ستوزها) که در فتوسنتز اهمیت دارد.
- III. گلوکز که به عنوان مهم‌ترین منبع انرژی سلولی محسوب می‌شود.
- IV. گالاکتوز که در شیر و در ترکیب لاکتوز وجود دارد.
- V. فروکتوز یا لولوز که در ترکیب ساکاروز وجود دارد.

دی ساکارید ها

Digestible Disaccharides in Food

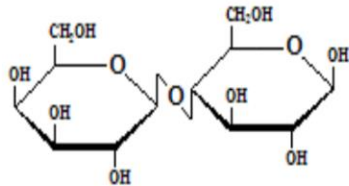
Sucrose

(Glucose-fructose)



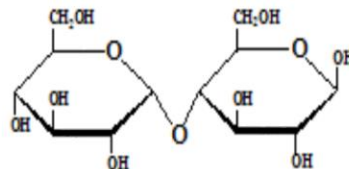
Lactose

(Galactose-glucose)



Maltose

(Glucose-glucose)



✓ فرمول عمومی آنها $C_{12}H_{22}O_{11}$ است که از ترکیب دو مونوساکارید ساخته شده‌اند و در اثر هیدرولیز به دو مولکول قند ساده تبدیل می‌شوند. نمونه‌های مهم آن ، ساکاروز ، لاکتوز و مالتوز است. ساکاروز در بسیاری از گیاهان بخصوص در ساقه نیشکر وجود دارد.

✓ هیدرولیز ساکاروز ، موجب ایجاد یک مولکول گلوکز و یک مولکول لولوز می‌شود.

دی ساکارید ها (ادامه)

دی ساکارید ها (ادامه)

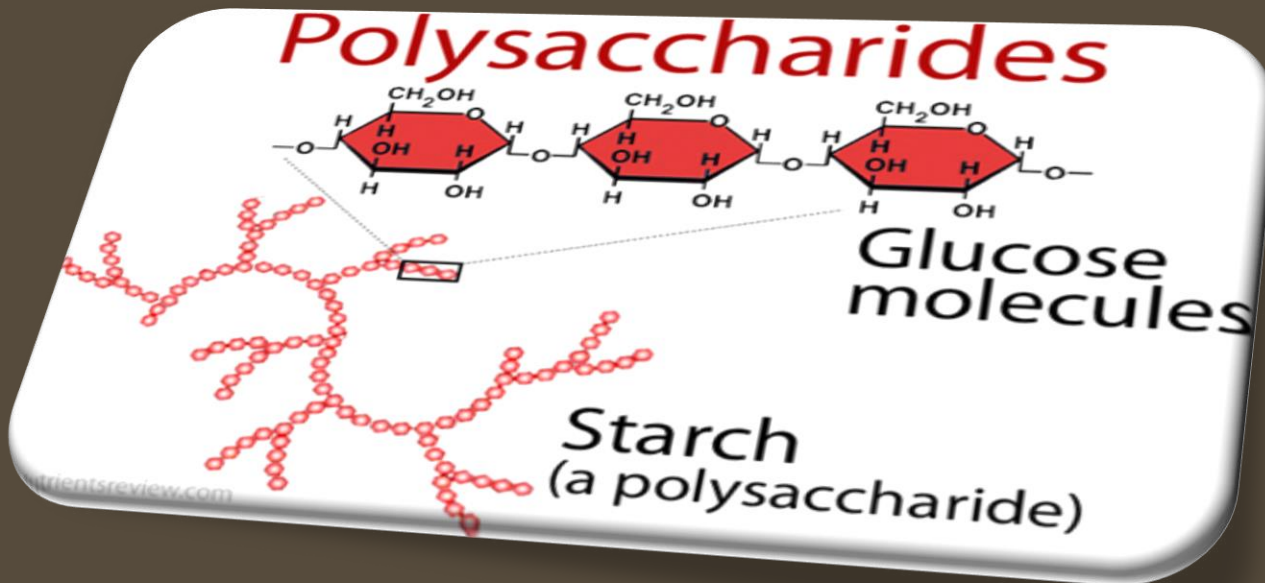
✓ ترهالوز در بعضی قارچ ها وجود دارد. هیدرولیز آن ، تولید دو مولکول گلوکز می کند.

✓ لاکتوز در شیر پستانداران وجود دارد. در اثر هیدرولیز ، تولید یک مولکول گلوکز و یک مولکول گالاکتوز می کند.

✓ مالتوز در جوانه های گیاهی و در برخی از سلولهای جانوری وجود دارد یا از هیدرولیز گلیکوژن و نشاسته ایجاد شده ، در اثر هیدرولیز به دو مولکول گلوکز تبدیل می شود.

پلی ساکارید

✓ از ترکیب تعداد زیادی مونوساکارید تشکیل شده‌اند. فرمول عمومی آنها $(C_6H_{10}O_5)_n$ در اثر هیدرولیز بوسیله آنزیمهای خاص یا تحت تاثیر اسیدها و حرارت ، چند مولکول قند ساده می‌سازند. مهمترین آنها شامل موارد زیر است :



۱. نشاسته

۲. پکتین

۱. نشاسته

✓ قند ، ذخیره‌ای مهم در گیاهان است. بخصوص در دانه‌ها (گندم ، جو ، ذرت و مانند آن) و در غده‌ها (سیب زمینی) ذخیره می‌شود.

✓ نشاسته در آب بشدت نامحلول است و در آب گرم متورم می‌شود و چسب نشاسته می‌سازد.

✓ نشاسته از دو بخش آمیلوز به صورت زنجیره خطی و آمیلوپکتین که دارای انشعاب است، ساخته شده است.

✓ هیدرولیز نشاسته ابتدا تولید دکستروزین ، مالتوز و در نهایت (هیدرولیز کامل) تولید مولکولهای گلوکز می‌نماید.

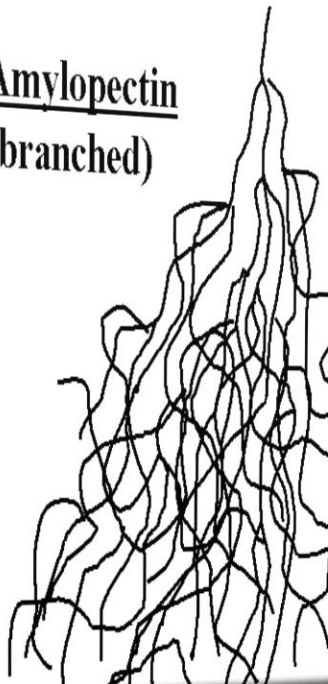
Native Starch Types

Amylose
(linear)



M. Hubbe

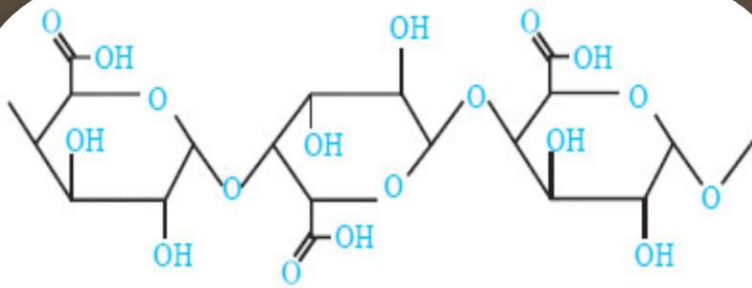
Amylopectin
(branched)



M. Hubbe

7-Mar-17

۲. پکتین



ساختار پکتین

یا

پلی گالاکتورونیک اسید

✓ یک پلیمر اشتقاقی قندی- اسیدی است که از ساختارهای ژلاتینی گیاهی موجود در میوه‌جات و سبزیجات به دست می‌آید.

✓ حداکثر پکتین در میوه‌های نارس یافت می‌شود که پس از مرحله رسیدن، میزان و کیفیت پکتین استحصال شده کاهش می‌یابند.

✓ اسید گالاکترونیک اصلی‌ترین بلوک سازنده شیمیایی پکتین موجود در میوه و سبزی می‌باشد. اسیدهای موجود در پلیمر ممکن است به صورت اسیدهای متیل شده دربیایند و یا به شکل اسیدهای آزاد مثل پروتوپکتین، اسید ژلاتینی، اسید پکتینی و پکتین در بیاید.

انواع فرایند های مواد غذایی

✓ به طور کلی

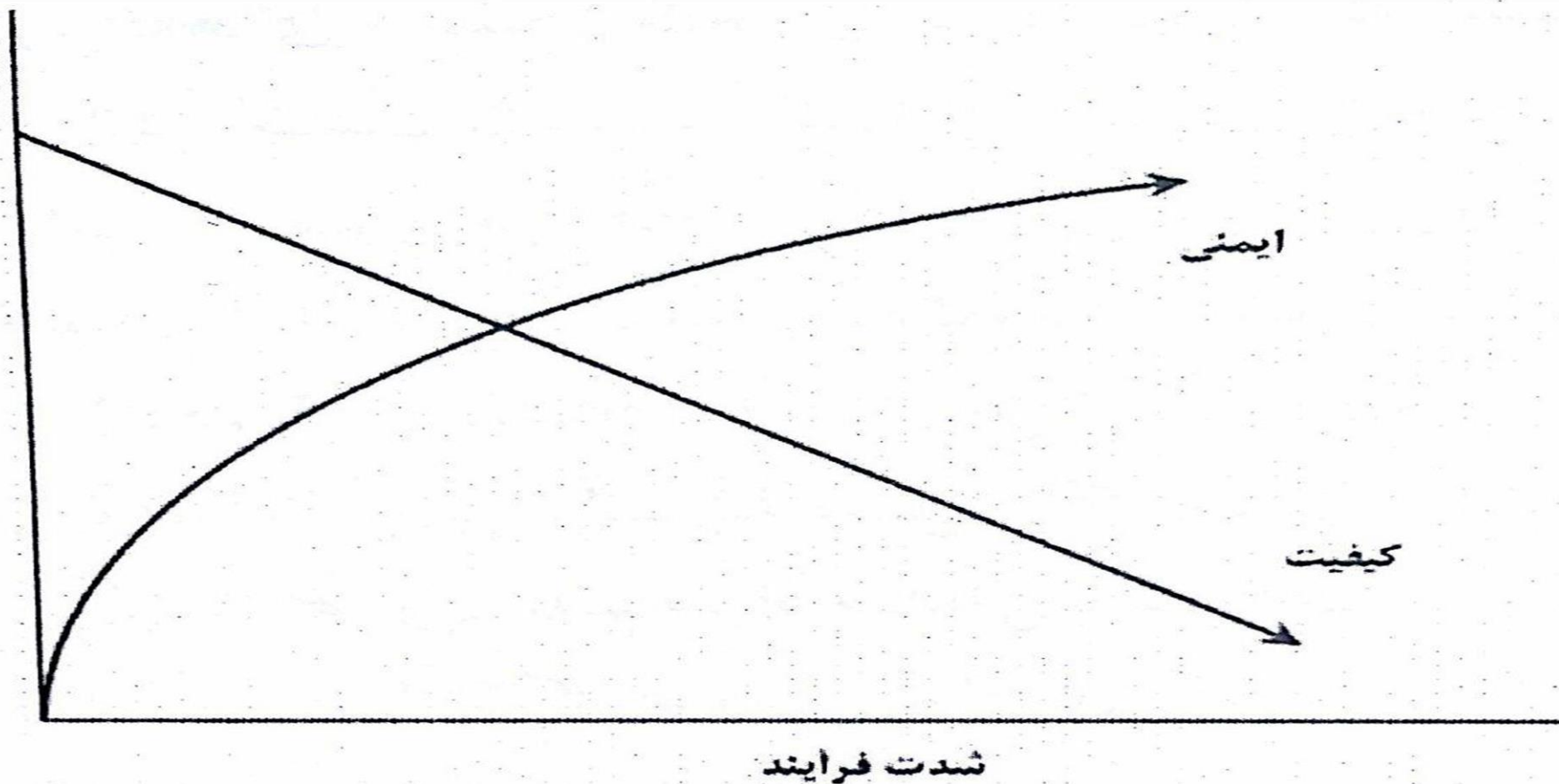
شناخته شده ترین روش های حفظ و نگهداری مواد غذایی شامل گرما دادن به صورت پختن، پاستوریزاسیون و استریلیزاسیون، سرد کردن به شکل انجماد یا نگهداری در دمای یخچال، استفاده از مواد شیمیایی (بنزوئیک اسید، پروپیونیک اسید، سوربیک اسید و ...)، خشک کردن، تغلیظ یا کنسانتره، تخمیر کردن، شور کردن، دود اندود کردن و غیره می باشد.

پرتو دهی (اشعه)

✓ پرتو دهی فرایندی ست که مواد غذایی در سطوح کنترل شده ای در معرض تابش یونیزه کننده (ذرات بتا، اشعه ی گاما و اشعه ی ایکس) قرار می گیرند ، به منظور کشتن باکتری های بیماری زا، انگل ها، قارچ ها و حشرات و افزایش مدت زمان ماندگاری از طریق حذف میکروارگانیسم های عامل فساد و

پرتودهی (ادامه)

- ✓ فرایند پرتودهی اغلب **پاستوریزاسیون سرد** نامیده می شود به دلیل اینکه در دمای محصولات پرتودهی شده تغییری حاصل نمی شود، زیرا باکتری های مضر بدون حرارت از بین می روند. بسیاری از مواد غذایی به پرتودهی حساس بوده و ممکن است تغییرات حسی - چشایی ایجاد شده آن ها را جهت مصرف غیر قابل پذیرش نماید.
- ✓ بنابراین، دوز حقیقی که مورد استفاده قرار می گیرد باید چیزی بین آنچه جهت فرآوری نیاز ست و مقدار تحمل مواد غذایی بدون هیچ تغییر نا مطلوبی باشد.



شکل ۱-۱: اثر افزایش شدت فرایند بر ایمنی و کیفیت.

اشعه

✓ در مورد **سیب زمینی**، اثر پر تو بر میزان قند آن متغیر است و این می تواند به تنوع کشت، زمان تیمار و دمای نگه داری وابسته باشد. مشاهده گردیده است که بلا فاصله پس از پر تو دهی یک افزایش موقتی در میزان هر دو نوع قند احیا کننده و غیر احیا کننده به وجود می آید که اغلب در زمان نگه داری به میزان عادی آن بر می گردد و پس از یک دوره نگه داری طولانی مدت مقدار آن افزایشی می یابد یا کهنه شدن شیرین روی می دهد. در یک تحقیق مشخص گردید که دمای انبارداری پس از پر تو دهی بر افزایش میزان ساکاروز و قندهای احیا کننده موثر می باشد.

اشعه (ادامه)

(ادامه)

✓ اشعه دهی باعث شکستن مولکول های طویل نظیر سلولز شده و آنها را تبدیل به کربوهیدرات های کوتاه تر می کند. سلولز ترکیب اصلی دیواره سلولهای گیاهی است و در نتیجه برخی میوه ها و سبزیهای پرتودیده نرم شده و برخی خصوصیات خود را از دست می دهند .

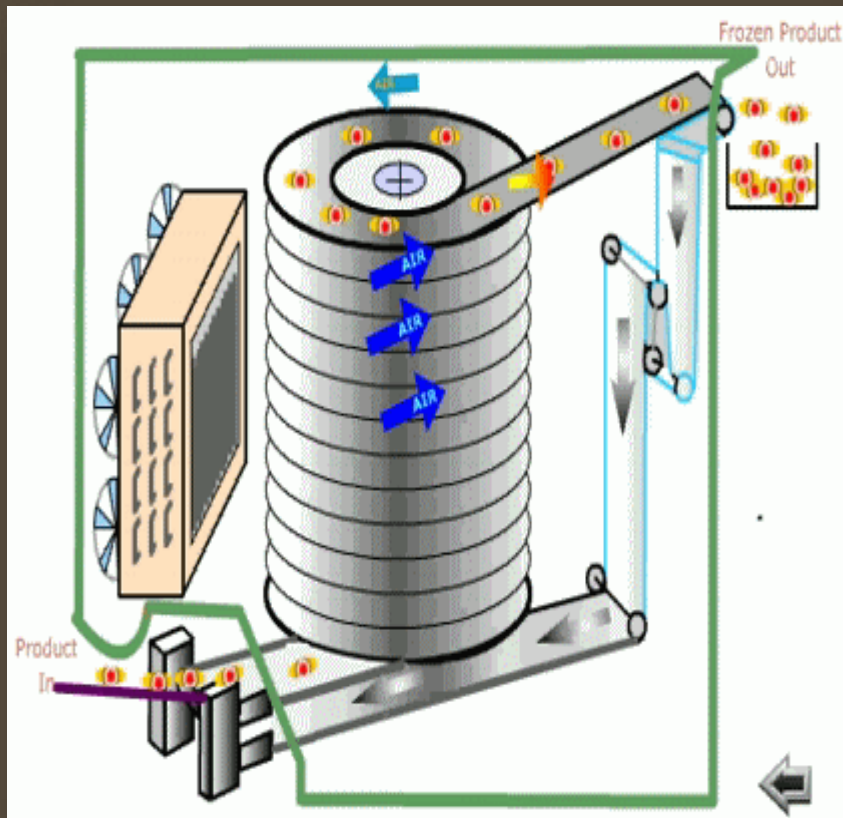
✓ ساختار گرانولی نشاسته در دوزهای پایین اشعه بصورت سالم باقی می ماند اما ممکن است دوزهای بالاتر از ۱۰۰ kgy باعث آسیب شدید گردد . تابش گاما باعث هیدرولیز پیوندهای شیمیایی نشاسته شده، و دیپلمریزاسیون آن به دکسترین می گردد.

اشعه (ادامه)

(ادامه)

✓ بافت به عنوان مهم ترین فاکتور کیفی است که در اثر پر تو دهی تحت تاثیر قرار می گیرد و در برخی موارد افت قابل توجهی در سفتی مشاهده می شود. ایجاد این تغییرات در بافت به دپلیمیره شدن جزیی پلی سا کاریده های دیواره سلولی، سلولز و پکتین همراه با صدمه به غشای سلولی و همچنین فعال شدن آنزیم پکتین متیل استراز و جلوگیری از فعالیت پلی گالاکتوروناز که در محلول کردن اجزای پکتین در دیواره سلولی نقش ایفا می کنند می شود.

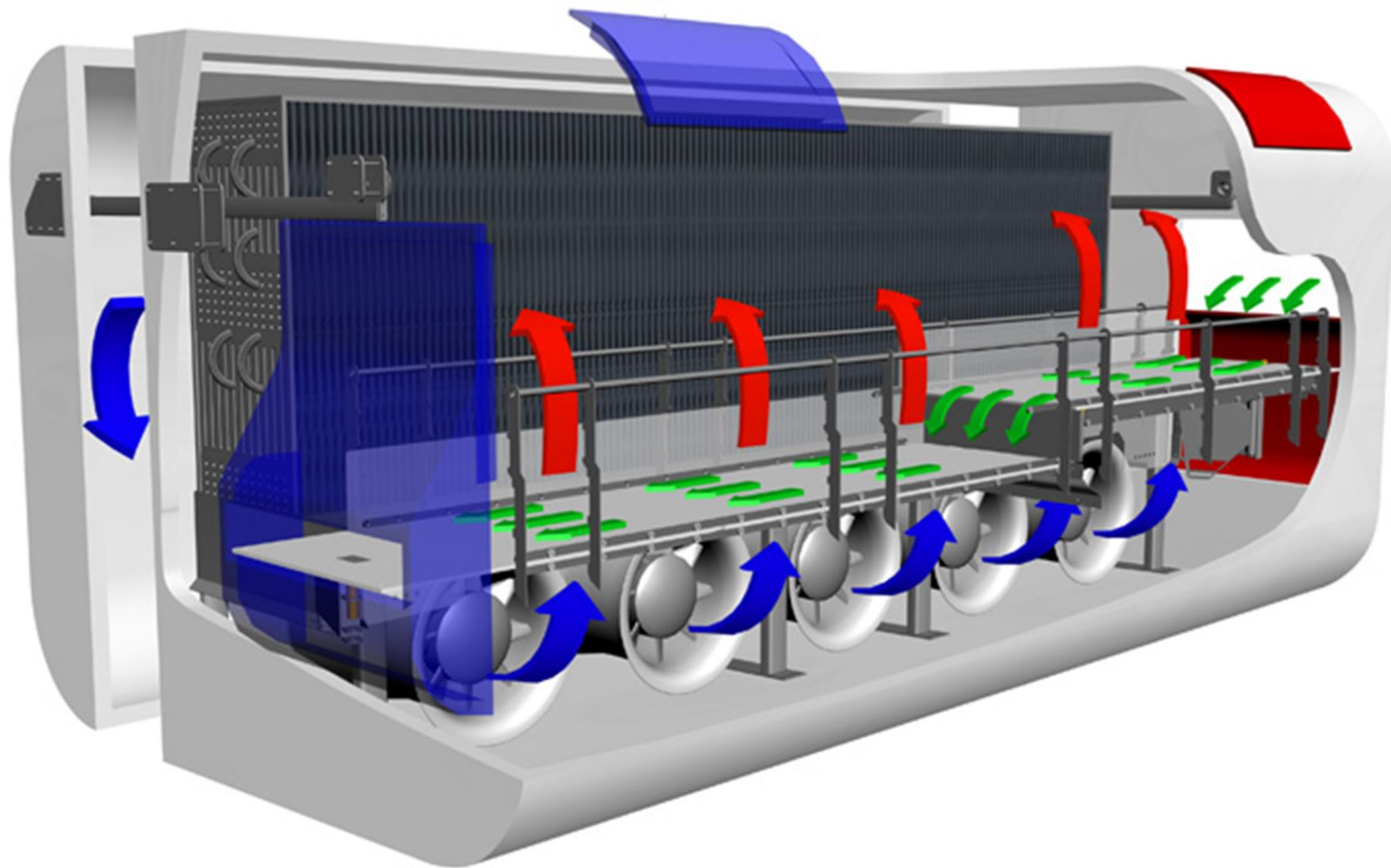
انجماد و سرد کردن



✓ **انجماد** فرایندی برای محافظت از مواد غذایی بدون ایجاد تغییرات قابل توجه در کیفیت حسی و ارزش تغذیه ای است.

✓ این فرایند شامل کاهش دمای ماده ی غذایی تا زیر نقطه ی انجماد است، که باعث تغییر بخشی از آب موجود در ماده ی غذایی و تبدیل حالت آن به فرم کریستال های یخ می شود.

✓ حفاظت مواد غذایی با ترکیب دماهای پایین سبب تغییرات بیوشیمیایی شده و فعالیت آنزیمی و میکروبی را کاهش می دهد. اگر انجماد **فرایند انجماد، نگهداری منجمد و رفع انجماد مواد غذایی** به صورت صحیح انجام شود، تغییرات بسیار کمی در کیفیت حسی و ارزش تغذیه ای ایجاد می شود.



انجماد و سرد کردن (ادامه)

✓ در دمای پایین مقدار قندهای احیاکننده افزایش میابد. و موجب **شیرین شدن** موادی مثل سیب زمینی می شود. هم چنین تحت شرایط خاصی **کاراملیزاسیون و قهوه ای شدن** نیز رخ می دهد، که ناشی از وجود قندهای احیا کننده است.

✓ همان طور که می دانید گروهی از تغییرات منجر به رسیدن محصول می گردند، که در اصل به تغییرات مناسب در بافت، ارزش غذایی ، رنگ و... محصول گفته می شود. تغییراتی شامل شکسته شدن نشاسته یا مولکول های بزرگ قند به قند های کوچکتر با شیرینی بیشتر، آشکار شدن رنگدانه های پنهان و نرم شدن بافت با تجزیه تدریجی مواد پکتینی هم ممکن است اتفاق افتد. فرایند نگهداری در سرما، مرحله ی رسیدن محصول را پس از برداشت به یک مرحله ی طولانی تبدیل می کند. بنابراین باعث حفظ بیشتر ارزش غذایی و خصوصیات چشایی آن نسبت به حالت عادی خواهد شد.

انجماد و سرد کردن (ادامه)

انجماد و سرد کردن (ادامه)

✓ در دمای پایین مقداری از نشاسته ی سیب زمینی به قند های ساده و شیرین (قند های احیا کننده) تبدیل می شود در این شرایط میزان تنفس کند شده و سیب زمینی جوانه نمی زند. از طرف دیگر با بالا رفتن دما، تنفس تشدید شده و مقدار قندهای ساده کم می شود. نگهداری طولانی مدت آن در دمای پایین هم موجب شیرین شدن سیب زمینی می شود. در صورت افزایش مقدار قند سیب زمینی طی زمان نگهداری آن ، با بالا بردن دما و رساندن آن به ۲۰ درجه سانتی گراد و نگهداری آن در این شرایط به مدت یک هفته می توان این مشکل را حل کرد.

حرارت

✓ نشاسته معمولی از زنجیره‌های درهم پیچیده مولکول‌های قند تشکیل شده است که به راحتی به مولکول‌های مجزای قند در روده شما تجزیه می‌شوند و سپس به سرعت جذب می‌شوند و اگر این قند سوزانده نشود به چربی تبدیل می‌شود. اما در نشاسته مقاوم، آن زنجیره‌های گلوکز دیگر در روده کوچک شما (یعنی جایی که غذا به طور عادی خرد می‌شود و مواد غذایی جذب می‌شوند) تجزیه نمی‌شود. معنی این حرف این است که جریان ورود گلوکز به خون شما به کندی صورت می‌گیرد، انسولین ناگهان بالا نمی‌رود و شما به مدت طولانی‌تر احساس سیری می‌کنید.

✓ پختن غذاهای نشاسته دار و سپس سرد کردن آن‌ها می‌تواند نشاسته مقاوم آن‌ها را افزایش دهد.

حرارت (ادامه)

✓ نقش آمیلوز و آمیلوپکتین در رابطه با تشکیل ژل:

در تشکیل ژل، افزایش ویسکوزیته در جریان ژلاتینی شدن، مربوط به قسمت آمیلوپکتین نشاسته است. نشاسته ی دارای آمیلوز زیاد در شرایط پختن عادی-یعنی حرارت ۹۵-۱۰۰ درجه سلیسیوس هیچگونه افزایشی در ویسکوزیته محیط ایجاد نمی کند. در چنین نشاسته هایی عمل حرارت دادن باید به ۱۶۰-۱۷۰ برسد تا حالت خمیری و افزایش ویسکوزیته در محیط ظاهر گردد. اما بطور کلی در نشاسته، قسمت آمیلوپکتین است که در تشکیل ژل نقش مهم را ایفا می کند.

حرارت (ادامه)

✓ نقش آمیلوز و آمیلوپکتین در رابطه با تشکیل ژل (ادامه):

برخی مولکولهای نشاسته و اصولاً آمیلوز که قابل پخش شدن در آب گرم هستند از گرانول های متورم به محیط آبی اطراف خود نشت می کنند، این ها تا زمانی که محیط گرم هست به صورت پراکنده در محیط باقی میمانند و اگر چه محلول غلیظ است قابلیت لغزندگی و جریان یافتن دارد و جامد نمی باشد. با سرد شدن خمیر نشاسته دیگر انرژی جنبشی در محلول برای جلوگیری از پیوستن مولکولهای آمیلوز به هم و به شاخه های آمیلوپکتین زیاد نیست که باعث نزدیک شدن گرانولهای نشاسته می شود که اگر سرد شدن آرام صورت گیرد کریستالهای آمیلوزی تشکیل می شود که به این پدیده **رترو گراداسیون** (برگشت به عقب) می گویند و اگر سرد شدن سریع انجام گیرد منجر به **تشکیل ژل** می شود.

حرارت (ادامه)

✓ **تشکیل آکريل آميد** طی حرارت دادن مواد غذایی از کربوهیدرات های احیاکننده :

مکانیسم اصلی تشکیل آکريل آميد در سیب زمینی سرخ شده واکنش بین **آسپارژین آزاد و قندهای احیا کننده** می باشد بنابراین مقادیر این پیش ساز ها در فراورده های سرخ شده دارای اهمیت بوده و باید کنترل شوند. طی دهه های اخیر برای جلوگیری از قهوه ای شدن بیش از حد محصولات سرخ شده به مقدار قندهای احیاکننده موجود در سیب زمینی های مورد استفاده برای فراوری و تولید توجه شده است. واکنش مایلارد به عنوان اصلی ترین مسیر تولید آکريل آميد در مواد غذایی پیشنهاد گردیده است .

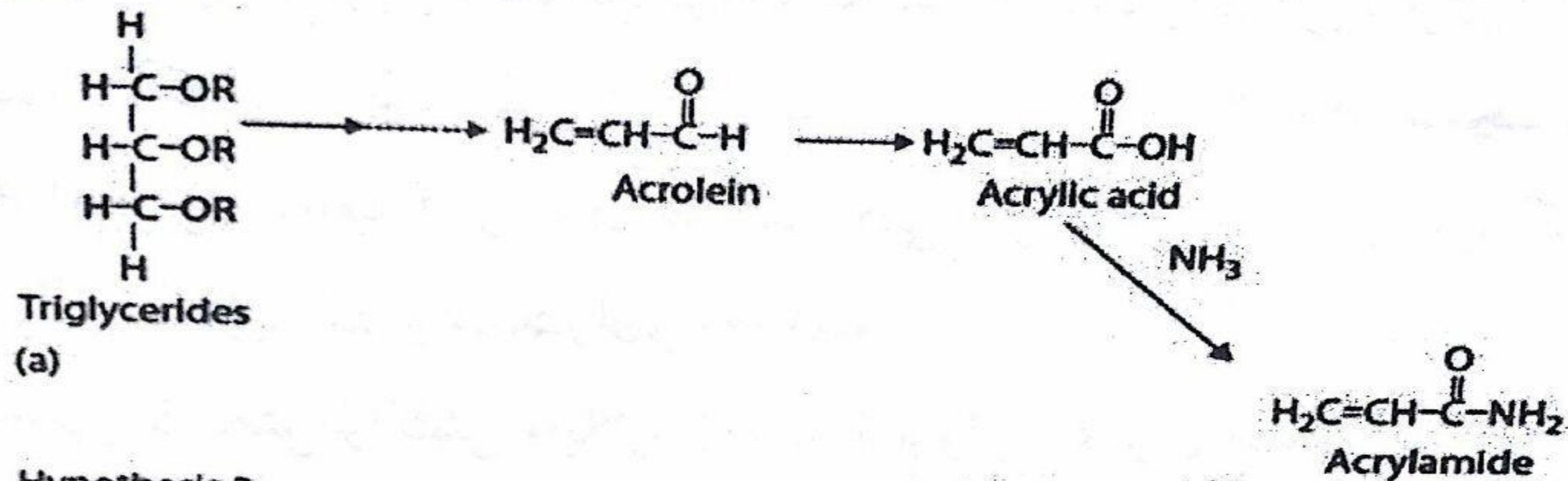
حرارت (ادامه)

✓تشکیل آکریل آمید طی حرارت دادن مواد غذایی از کربوهیدرات های احیاکننده (ادامه):

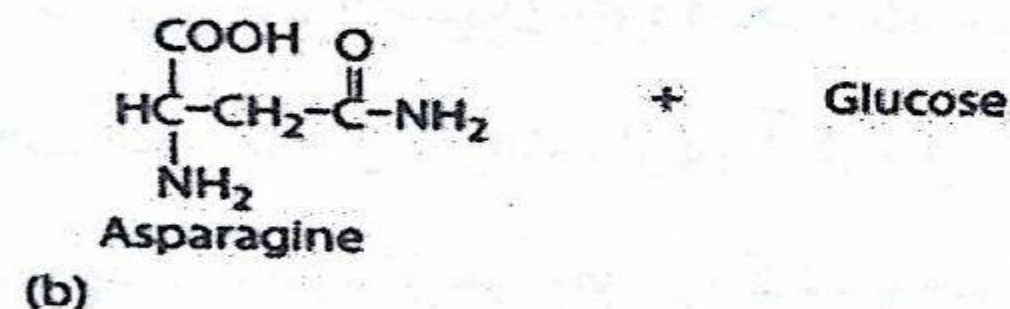
مطالعات به وضوح نشان می دهند که آسپارژین مسئول اصلی تشکیل آکریل آمید در مواد غذایی حرارت دهی شده پس از کندانس شدن با قندهای احیا کننده یا یک منبع کربونیل می باشد.

نگهداری سیب زمینی در دمای پایین تر از ۸ درجه سانتی گراد باعث افزایش مقدار قندهای احیاکننده ی آن می گردد. بنابراین نگهداری در دمای ۸ درجه سانتی گراد و یا بالاتر از آن منجر به کاهش توانایی تولید آکریل آمید در سیب زمینی سرخ کرده می شود. زیرا در دمای بالا قند های ساده و احیاکننده به پلی ساکارید تبدیل می شوند.

Hypothesis 1



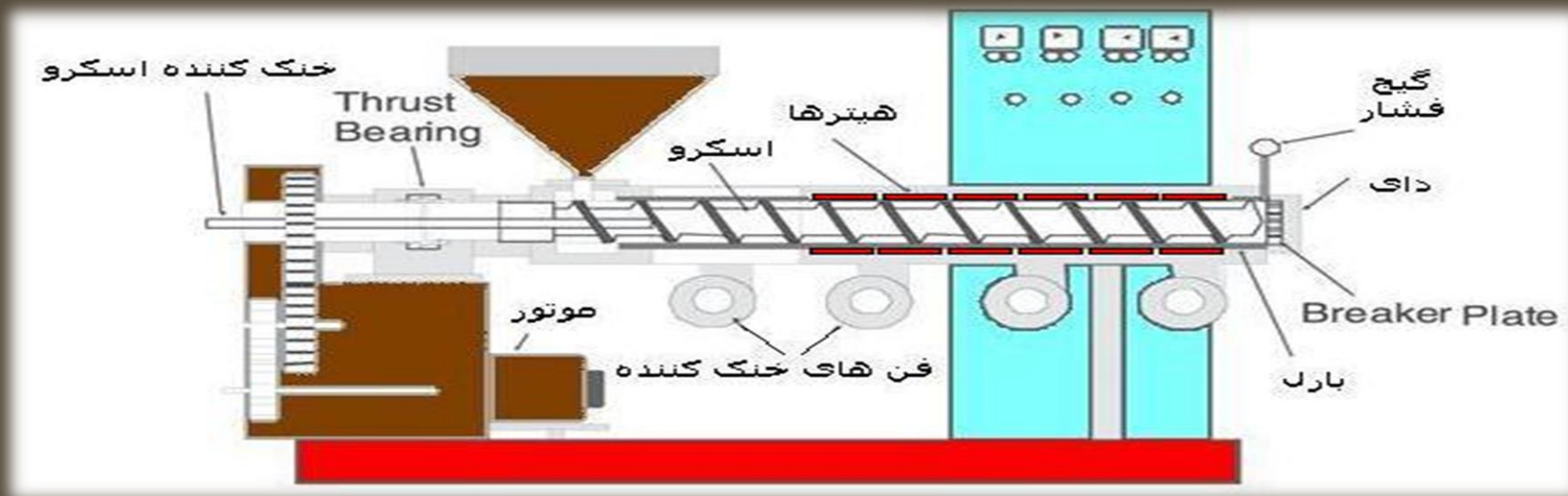
Hypothesis 2



شکل ۹-۱۰: مسیرهای احتمالی تشکیل آکریل آمید نظریه بی کالسکی^۱ و همکاران ۲۰۰۳
 (اقتباس از: Becalski, A. et al., J. Agric Chem., 51,802,2003 با کسب اجازه)

اکستروژن (حرارت دهی با فشار بالا)

وجود نیروهای مارپیچی در هنگام اکستروژن موجب کاهش مقدار قندهای احیا کننده حاصل از کربوهیدرات های کمپلکس و نیز کاهش ساکاروز می شود. کاهش ساکارز به میزان ۲۰٪ در بیسکویت غنی شده با پروتئین مشاهده شده است. البته کاهش میزان ساکارز ممکن است بر ویژگی های رنگ و طعم محصول تاثیر بگذارد.



اکستروژن (ادامه)

- ✓ کاهش در الیگوساکاریدهای غیر قابل هضم که باعث نفخ شکم می شوند نیز امکان پذیر است.
- ✓ در مورد لوبیای پینتوی اکستروود شده: کاهش مقدار ساکاروز، رافینوز و استاکیوز بطور قابل ملاحظه ای در بخش نشاسته ای آن مشاهده می شود.
- ✓ در مورد میان وعده های اکستروود شده حاوی سویا در مقایسه با آرد سویا، استاکیوز و رافینوز کمتری دارند.
- ✓ در نخود فرنگی اکستروود شده نیز مقدار نشاسته و استاکیوز در مقایسه با نخود فرنگی خام کمتر است.

اکستروژن (ادامه)

✓ **نشاسته** ترکیب عمده در غذاهای اکستروژ شده مانند غلات صبحانه، میان وعده ها و غذاهای اکستروژ شده حاوی شیر است. انسان و سایر گونه های تک معده ای، به آسانی قادر به هضم نشاسته طبیعی یا غیر ژلاتینیزه نیستند.

✓ **ژلاتیناسیون** (که "خمیری شدن" نیز نامیده می شود) فرآیندی است که به موجب آن گرانول های نشاسته متورم شده، مناطق کریستالی مرتبا شکسته شده و مولکول های نشاسته باز و هیدراته می شوند که باعث تشکیل یک خمیر پیوسته ی ویسکوز می گردد.

✓ ژلاتیناسیون زمانی رخ می دهد که سوسپانسیون نشاسته در آب حرارت یابد. دمای ژلاتیناسیون بستگی به مقدار آب دارد. بر خلاف بیشتر فرایندهای حرارتی، در فرایند پخت اکستروژن، نشاسته در رطوبت نسبتا کم (۲۲ - ۱۲٪) ژلاتینیزه می شود.

اکستروژن (ادامه)

- ✓ هدف از ژلاتیناسیونِ غذاهای نشاسته ای و غلات، اساساً بهبود قابلیت هضم آنها می باشد، چرا که نشاسته ی ژلاتینه شده به مراتب راحت تر توسط آنزیم های آمیلولیتیک هیدرولیز می شود.
- ✓ هدف دیگر از ژلاتیناسیون نشاسته در طی اکستروژن، ایجاد توده ای ترموپلاستیک می باشد که می تواند سبب تولید ساختاری متخلخل در زمان پف کردن شود.
- ✓ تاثیر اکستروژن بر نشاسته فقط به ژلاتیناسیون خلاصه نمی شود بلکه اکستروژن می تواند سبب دپلیمریزه (دکسترینه) شدن جزیی مولکول های نشاسته گردد.

اکستروژن (ادامه)

✓ افزایش درجه حرارت، مارپیچی بودن و فشار در حین اکستروژن، میزان ژلاتینیزه شدن را افزایش می دهد. اما لیپیدها، ساکاروز، فیبر رژیمی و نمک ها می توانند ژلاتینیزاسیون را به تاخیر بیندازند.

✓ در طی اکستروژن، ژلاتینیزاسیون کامل اتفاق نمی افتد، با این حال قابلیت هضم بهبود می یابد.

✓ در حین اکستروژن، مولکول های نشاسته به اجزای کوچکتر و قابل هضم تر شکسته می شوند. به عنوان مثال، شاخه های آمیلو پکتین از مولکول اصلی جدا می شوند و این اثر در مولکول های بزرگتر بیشتر است.

✓ همچنین مولکول های آمیلوز و آمیلوپکتین هر دو تحت تاثیر قرار می گیرند.

اکستروژن (ادامه)

- ✓ با وجود اینکه نشاسته قابل هضم برای نوزادان مناسب است، افزایش گلوکز پس از صرف غذا و افزایش سطح انسولین همچنان به عنوان یک عامل خطر مقاومت به انسولین و دیابت نوع دو مطرح است.
- ✓ اکستروژن با تبدیل نشاسته به نشاسته مقاوم، باعث کاهش اندیس گلیسمی (Glycemicindex) برخی از غذاها می گردد.
- ✓ ترانس گلیکوزیلایون در آرد گندم اکستروژ شده با اتصال به شاخه های آمیلو پکتین جداشده، به سایر محل های فعال، می تواند سبب مقاومت در برابر آنزیم های هضمی شود.
- ✓ مقدار بالای آمیلوز نیز قابلیت هضم را کاهش می دهد.
- ✓ نشاسته برنج اکستروژ شده قابلیت هضم و اندیس گلیسمی پایینی دارد.

اکستروژن (ادامه)

- ✓ مولکول های شاخه دار فیبر رژیمی نیز می توانند مانند نشاسته به اجزای کوچکتر محلول در آب تقسیم شوند.
- ✓ اکستروژن بر روی پکتین اثری ندارد، اما برخی از پلی ساکاریدهای غیر نشاسته ای محلول و نامحلول موجود در آرد جو دوسر و پوست سیب زمینی را افزایش می دهد.
- ✓ وزن مولکولی همی سلولز و پکتین چغندر قند در اثر اکستروژن کاهش می یابد و حلالیت ترکیبات آن ها در آب، ۱۶/۶ تا ۴۷/۵٪ افزایش می یابد.
- ✓ اکستروژن حلالیت بتاگلوکان را در جو افزایش می دهد.

A rustic, handmade-style image featuring a rectangular piece of light brown cardboard or kraft paper. The words "Thank you!" are written in a black, cursive script on the tag. A black string is threaded through a hole on the left side of the tag. Three white daisies with bright yellow centers are scattered around the tag: one is in sharp focus to the right of the tag, while two others are in the background, slightly out of focus. The entire scene is set against a background of weathered, light-colored wood with visible grain and texture.

Thank
you!