

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجذوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-
دانشگاه شیراز-

بسمه تعالی

جزوه درسی تکنولوژی غلات بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-دانشگاه

شیراز

تهیه کننده : دکتر مهسا مجذوبی



جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجدوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-
دانشگاه شیراز-

برخی سفید، برخی قرمز و حتی سیاه یا ترکیبی از این رنگها می باشند. سایر دانه های غلات نیز دارای تفاوت های ظاهری بسیاری با هم می باشند.



شکل ۱. تصاویری از برخی دانه های غلات

۲- اهمیت غذایی غلات

مطالعه تاریخچه غلات نشان می دهد که برخی گونه های وحشی غلات از حدود ۹۰۰۰ سال پیش از میلاد حضرت مسیح (ع) توسط بشر مورد استفاده قرار گرفته اند. از برخی گونه های وحشی گندم که در خاورمیانه یافت می شود می توان به گندم اینکورن و امر (emer) اشاره نمود. دلیل اینکه در طی سالیان سال که از شناخت غلات می گذرد، این دانه ها هنوز هم سطح کشت بالایی را در جهان به خود اختصاص داده اند، قابلیت نگهداری طولانی مدت آنها، کیفیت تغذیه ای و کاربردهای فراوان آنها در تهیه غذای انسان، دام و طیور می باشد که دام و طیور خود مجدداً در تامین غذای

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجذوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-
دانشگاه شیراز-

انسان بکار می روند . غلات را نشاسته تشکیل داده است . علاوه برآن به دلیل مقدار زیاد تولید غلات ، بخشی از پروتئین مورد نیاز روزانه انسان نیز از طریق مصرف غلات تامین می شود. ویتامین های گروه B و املاح (کلسیم ، آهن ، منیزیم ، فسفر و روی) از طریق مصرف غلات برای انسان تامین می گردد. گذشته از نقش مهم غلات در تامین مواد غذایی مورد نیاز برای انسان ، حمل و نقل غلات آسان و قابلیت تبدیل آنها به انواع غذاها زیاد است ، مثلاً نان به عنوان پر مصرف ترین غذایی انسان در دنیا از آرد گندم و یا سایر غلات بدست می آید ، انواع غلات صحنه ای مانند ذرت پف کرده و پرک از غلات تامین می شود و برنج که در تهیه غذای اصلی بسیاری از مردمان دنیا به کار می رود همگی نشان دهنده کاربردهای مستقیم غلات در تهیه غذاهای انسان است . محصولاتی مانند ماکارونی و رشته ، کیک ، بیسکویت و انواع شیرینیجات همگی از آرد غلات بدست می آیند. نشاسته که در تهیه بسیاری از غذاها (حتی غذاهای گوشتی) به کار می رود و یا از آن شربت نشاسته یا شربت قند تهیه می شود، گلوتن که یک منبع پروتئین گیاهی با ارزش است همه از غلات تولید می شود. برخی ترکیبات عملگر مانند بتاگلوکان ، فیبرهای رژیمی و اینولین از غلات بدست می آیند که کاربردهای بسیاری در تهیه غذا – داروها دارند . از سبوس برنج و گندم و ذرت روغن استخراج می شوند که دارای خواص تغذیه ای بسیار مطلوبی است و حتی از ترکیبات موجود در سبوس غلات (مثل برنج) در تهیه یک نوع ترکیب شبیه وانیل استفاده می شود. باتوجه به تفاوت های ظاهری غلات می توان آنها را به گروه های مختلفی تقسیم بندی کرد که در ادامه به آنها اشاره می شود.

- دلیل تفاوت های ظاهری غلات مربوط به چیست ؟

۳- خصوصیات فیزیکی دانه های غلات :

از نظر ظاهری و فیزیکی می توان دانه های غلات را به صورت زیر توصیف نمود:

الف - شکل ظاهر : گرد ، کوتاه ، کشیده و بلند ، مثلاً برخی انواع برنج (مانند برنج کامفیروزی) دارای ظاهری کوتاه و گرد هستند در حالی که انواع برنج هندی و پاکستانی (برنج بسمطی) دارای

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجدوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-
دانشگاه شیراز-

دانه های بلند و کشیده می باشند . چنین تفاوت‌های ظاهری در واریته های مختلف سایر غلات نیز قابل مشاهده است . برای تعیین شکل ظاهری دانه ها از چه روشی می توان استفاده کرد ؟

ب - سفتی و نرمی دانه : برخی دانه های غلات دارای دانه هایی بسیار محکم و سفت می باشند درحالی که برخی غلات دانه های نرمی دارند . براین اساس گندم ها به دو دسته گندم سخت و گندم نرم تقسیم بندی می شوند. سختی و نرمی دانه بر خواص آسیابانی آن موثر است . طوری که دانه های نرم جهت آسیاب شدن نیاز به نیروی کمی دارند و برعکس انرژی لازم برای آسیاب کردن دانه های سخت بسیار بیشتر است . تعیین سفتی دانه ها به کمک دستگاه سختی سنج دانه (grain hardness tester) میسر است . این دستگاه چگونه کار می کند؟ چه نکته مهمی در بدست آوردن یک نتیجه درست توسط این دستگاه باید در نظر گرفته شود؟

ج - وزن دانه ها : پر بودن یا توخالی بودن دانه ها بر خصوصیات کاربردی آنها موثر است . معمولا توپر بودن و وزین بودن دانه ها دلیلی بر کیفیت مطلوب آنها به شمار می روند. دانه های سرمازده یا آفت زده که در شرایط مطلوب آب و هوایی کشت نشوند دارای وزن دانه اندک هستند. برای تعیین وزن دانه ها معمولا " باید تعداد مشخصی از آنها را وزن کرد. روش استاندارد آنست که برای تعیین وزن دانه ها به کار می رود وزن دانه یا وزن هزار دانه است . وزن هزار دانه تابعی از اندازه و دانسیته دانه است . هرچه دانه ها درشتتر باشند و دانسیته آنها بیشتر باشد، وزن هزاردانه افزایش می یابد . وزن هزاردانه واریته های مختلف متفاوت است که به شرایط زراعی محصول نیز بستگی دارد. وزن هزار دانه متوسط حدوداً " ۳۵ گرم است که در محدوده ۱۵ تا ۵۶ گرم متغیر است . دانه های سخت معمولا " وزن هزار دانه بالایی هم دارند.

استفاده از روش تعیین وزن واحد حجم یا وزن هکتولیترا

وزن واحد حجم گندم یک عامل مهم در کیفیت آن می باشند. واحد آن معمولا " پاند بر بوشل (در کشورهای آمریکایی) و در سیستم متریک کیلوگرم بر هکتولیترا است . هر هکتولیترا معادل ۱۰۰

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجدوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-
دانشگاه شیراز-

لیتر است . وزن هکتولیتتر به شکل و یکنواختی دانه ها بستگی دارد و اندازه دانه تاثیر زیادی بر مقدار آن ندارد. بعلاوه دانسیته دانه نیز بر مقدار وزن هکتولیتتر موثر می باشد . از روی وزن هکتولیتتر به نکات زیر می توان پی برد:

- توپر بودن دانه ها (ارتباط مستقیم با وزن هکتولیتتر دارد)
 - بازدهی آرد (ارتباط مستقیم با وزن هکتولیتتر دارد)
 - فضای مورد نیاز برای ذخیره سازی غله (ارتباط مستقیم با وزن هکتولیتتر دارد)
 - ریز بودن یا درشت بودن دانه ها (معمولاً هرچه دانه ها ریزتر باشند وزن هکتولیتتر افزایش می یابد ، اما در صورتی که دانه ها سبک و توخالی و ریز هم باشند وزن هکتولیتتر کاهش می یابد)
 - سفتی دانه ، (ارتباط مستقیم با وزن هکتولیتتر دارد)
- وزن هکتولیتتر برای گندم معمولاً" بین ۶۸ تا ۸۴ و به طور متوسط حدود ۷۷/۲ کیلوگرم بر هکتولیتتر است که معادل ۶۰ پاند بر بوشل است .
- د - شیشه ای بودن یا زجاجیت دانه ها
- منظور از شیشه ای بودن دانه ها این است که اگر از دانه ها یک مقطع عرضی تهیه شود و در زیر نور به آن نگاه شود مقطع حالت شفاف و شیشه ای داشته باشد. برعکس مقطع برخی از دانه ها به صورت گچی یا کدر دیده می شود. درمقطع عرضی برخی دانه های غلات مانند ذرت هم می توان قسمت گچی را دید و هم قسمت شفاف که عمدتاً " قسمت گچی در وسط و قسمت شفاف در خارج آن قرار می گیرد. در مورد برنج نیز برخی دانه ها دارای یک قسمت کوچک گچی در وسط یک بخش شفاف هستند.

ه - رنگ

رنگ دانه ها درواریته های مختلف غلات متفاوت است که مربوط به رنگدانه های مختلفی است که در پوسته خارجی آنها (سبوس) وجود دارد . مثلا دانه های گندم به رنگهای سفید ، قرمز ، نارنجی و تیره تقسیم بندی می شوند.

رنگ دانه ها بر خصوصیات عملکردی آنها موثر است مثلا " تهیه نشاسته از گندم ها یا سایر غلاتی که دارای دانه های رنگی هستند متناسب نیست ، چون بر کیفیت نشاسته حاصل موثر می باشند .از طرفی تولید نان از گندم های قرمز سخت مناسبتر از گندم های سفید و نرم است . درحالی که تهیه محصولاتی چون کیک ، بیسکویت و کلوچه از گندم های روشن و سفید مناسبتر است. برای تعیین رنگ دانه ها از روش های رنگ سنجی استفاده می شود. مثلا" استفاده از دستگاه هانترلب یا کنت جونز که کارایی مطلوب را در این زمینه دارند.

و - وجود ناخالصی در غلات

پس از برداشت غلات ، معمولا مقداری از ترکیبات ناخواسته تحت عنوان ناخالصی یافت به همراه غلات برداشت می شود. این ترکیبات شامل کاه و کزل ، سنگ و شن ، خاک ، برگ علفهای هرز ، دانه های علف های هرز ، آفات و حشرات ، جانوران کوچک مختلفی که در مزرعه زندگی می کنند، اجزاء بدن و فضولات آنها ، اجزاء به جای مانده از وسایل کشاورزی مانند میخ ، چوب و یا دانه های سایر غلات یا گیاهان دیگر که از مزرعه مجاور یا همان مزرعه برداشت شده می باشد. کلیه این ترکیبات به جز دانه های غلات مورد نظر جزء افت به شمار می آیند. بخشی از افت که شامل دانه های آسیب دیده غلات ، دانه های چروکیده و لاغر ، دانه های شکسته و نارس ، دانه های تغییر رنگ یافته و یا دانه های سایر غلات باشند را افت مفید می نامند . سایر ترکیبات به جزء مواردی که در مورد افت مفید ذکر شد افت غیر مفید نامیده می شود. مجموع افت مفید و غیرمفید را افت کل می نامند در مجموع افزایش افت باعث کاهش کیفیت محصول غله می گردد. این ناخالصی در حین آسیاب کردن گندم می تواند آسیب جدی به دستگاههای آسیاب وارد سازد

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجدوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-
دانشگاه شیراز-

و کیفیت آرد تولیدی را نامرغوب سازد . لذا بایستی تا حد امکان افت را کاهش داد که این کار را بوجاری می گویند. البته وجود درصد کمی از افت مفید (۰.۷٪) و (۱۰.۰٪) افت غیر مفید در محصولی چون گندم را مجاز در نظر می گیرند که دلیل آن عدم بازده صددرصد دستگاههای جداکننده افت (دستگاههای بوجاری) می باشد. براساس افت مفید گندم را درجه بندی می کنند ، مثلاً " گندم درجه یک ۰.۷٪ وزنی افت مفید ، گندم درجه ۲ ، ۱۰.۰٪ و گندم درجه ۳ ، ۱۵.۰٪ افت مفید دارد. چگونه در آزمایشگاه افت مفید و غیر مفید را تعیین می کنند؟

میزان دانه های آسیب دیده

پیش از برداشت غلات از مزرعه ، ممکن است دانه های غلات تحت تاثیر عوامل مختلفی مانند تغییرات جوی ، حمله آفات ، جوانه زدن و ... قرار گیرند . همچنین در مرحله برداشت ، خشک کردن ، حمل و نقل و نگهداری احتمال آسیب فیزیکی و حرارتی دانه ها وجود دارد که کلیه عوامل مذکور باعث افزایش افت محصول می شود. لذا می بایست شرایط پیش از برداشت ، پس از برداشت ، نگهداری و حمل و نقل و خشک کردن به نحو مطلوبی انجام شود تا از بروز آسیب دیدگی در دانه ها جلوگیری بعمل آید و یا آنرا به حداقل ممکن خود برساند.

عدم جوانه زنی

اگر دانه ها در مزارع قبل یا بعد از برداشت در اثر بارش باران یا افزایش دما ، رطوبت آنها بالا برود، (دما گرما و رطوبت بالا) گندم شروع به جوانه زنی می کند. در این حالت آنزیمهای زیادی در دانه فعال می شود و از نشاسته جهت تغذیه دانه و جوانه زنی استفاده می کند و در نتیجه دانه پوک می شود و دیگر نمی شود از آن برای تهیه آرد استفاده کرد. حتی اگر برخی از دانه ها هم جوانه بزنند (اگر درصد از حد خاصی بالاتر برود)، و این دانه ها به همراه دانه های سالم آرد شوند ، به دلیل بالا بودن مقدار آنزیم آلفا امیلاز در آرد ، تجزیه نشاسته ادامه می یابد و خمیر حاصل از

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجدوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-
دانشگاه شیراز-

چنین آردی دارای بافتی چسبناک است و کیفیت مناسبی برای تهیه نان ندارد و بعلاوه حجم نان حاصل کم است و نان حالت چسبنده و نامناسب می شود. البته جوانه زده بودن درصد بسیار کمی از دانه ها برای تامین آنزیم آلفا آمیلاز لازم در نانوائی لازم است .

- وضعیت عمومی دانه ها

دانه ها از نظر تمیز بودن ، عدم کپک زدگی ، شکستگی و را کاملاً" بررسی می کنند که این بررسی ها برای تعیین کیفیت دانه ها اهمیت دارد. آفت زدگی دانه هم مهم است . دانه های سن زده معمولاً کیفیت نانوائی لازم را ندارند. آفت سن با وارد کردن نیش خود آنزیم پروتئاز را به داخل دانه تزریق می کند. این آنزیم باعث تجزیه پروتئین های آرد می شود که در نتیجه کیفیت نانوائی آرد را کاهش می دهد. علامت سن زدگی دانه چیست؟

راهکارهایی جهت کاهش یا میزان اثرسن زدگی :

- ۱- مخلوط سازی لازم گندم سن زده با گندم های سالم تا درصد کل سن زدگی را کاهش دهند.
- ۲- استفاده از مواد بهبود دهنده که باعث تقویت خمیر و پروتئین های آن می شود مانند ویتامین C و

۳- استفاده از گندم سن زده در تهیه محصولاتی که به شبکه پروتئین قوی نیاز ندارند مانند بیسکویت ، کیک و کراکر .

انواع دیگری از آفات شامل سیاهک گندم ، زنگ گندم و ناخنک گندم است . در بیماری ناخنک گندم ، دانه حالت شاخه ای پیدا می کند و عامل آن یک قارچ است به نام *Claviceps purpurea* .

۴- خصوصیات کلی غلات مختلف

۱- گندم : Wheat نام علمی Triticum

گندم مهمترین غله زراعی دنیا است که مهم بسزایی در تامین غذای انسان برعهده دارد. و حدود ۶۰ درصد کل کالری مورد نیاز انسان را تامین می نماید. میزان تولید گندم در کنار دو غله سهم دیگر یعنی ذرت و برنج در نمودار زیر در طی سالهای مختلف زراعی نشان داده شده است. مهمترین کشورهای تولید کننده گندم شامل آمریکا، کانادا، استرالیا و ژاپن میباشد.

گندم را براساس خصوصیات مختلف آن طبقه بندی می نمایند که در زیر به آن اشاره می شود:

۱- تقسیم بندی براساس زمان کشت گندم

بر این اساس گندم به دو دسته زمستانه و بهاره تقسیم بندی می شود. گندم زمستانه در اواخر فصل تابستان کاشت می شود و در پائیز و تا رسیدن زمستان جوانه می زد و در طول فصل سرما در حال رویش باقی می ماند و با فرا رسیدن بهار و گرم شدن مجدد هوا برداشت می شود. کشت این نوع گندم در مناطقی که زمستان بسیار سرد نداشته باشد مناسب است چون در صورت بروز سرمای شدید و یخبندان احتمال از بین رفتن جوانه این گیاه وجود دارد. مناطق عمده کاشت گندم زمستانه اروپای شمال غربی است.

گندم بهاره معمولاً در فصل بهار کشت می شود و در اواخر فصل تابستان یا پائیز برداشت می شود. لذا ماندگاری این گندم در خاک کوتاه است و برای مناطقی که زمستان سرد دارند مانند کانادا این نوع گندمها مناسبتر می باشند. گندم های بهاره معمولاً اندوسپرم بلوری یا شفاف دارند و برای نانواپی مطلوب می باشند.

۲- تقسیم بندی براساس رنگ ظاهری

گندمها بر اساس رنگ پوسته به دسته های گندم های قرمز، سفید و نارنجی تقسیم بندی می شوند. دلیل رنگ پوسته متفاوت تفاوت در مقدار و نوع رنگ دانه های موجود در لایه سیوس است.

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجدوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-
دانشگاه شیراز-

این رنگ دانه معمولا کاروتن و گزانتوفیل می باشد که نسبت این دو و مقدار آنها در بروز رنگ نهایی محصول موثر است .

۳- تقسیم بندی براساس سفتی و نرمی دانه

بر این اساس گندمها به دو دسته سخت و نرم و درموردی بسیارسخت تقسیم بندی می شوند .
معمولا سختی دانه بام مقدار پروتئین آن درارتباط مستقیم است و یک خصوصیت ژنتیکی گیاه محسوب می شود. همانطورکه اشاره شد سخت بودن دانه بر انرژی لازم جهت آسیاب کردن آن موثر است و همچنین احتمال آسیب فیزیکی دانه های سخت (شکستگی آنها و آسیب به گرانولهای نشاسته) درحین آسیاب کردن بیشتر می باشد.

۴- تقسیم بندی براساس کاربرد

الف- گندم نانویی (*Triticum aestivum*) که عمدتا " برای تولیدنان به کارمی رود و جزء گندم های سخت به شمار می رود. درصد پروتئین دانه ۱۳-۱۰٪ می باشد و گلوتن مرطوب آنها بیش از ۲۵ درصد است .

ب- گندم ماکارونی (*Triticum durum*) که جزء گندم های بسیار سخت و شفاف به شمار می آید. درصد پروتئین آن معمولا بالای ۱۳٪ می باشد . به آرد حاصل از این نوع گندم سمولینا می گویند. مقدار گلوتن مرطوب آن معمولا بیش از ۳۰ درصد است .

ج- گندم مخصوص کیک ، بیسکوئیت و شیرینی (*Triticum compactum*) یا (club wheat) که از نوع گندم های نرم می باشند. میزان پروتئین آنها حدود ۱۱-۷٪ است . مقدارگلوتن مرطوب آرد حاصل حدود ۲۰ درصد یاکمتر است .

د- گندم علوفه ای معمولا برای تغذیه دام و طیور به کار می رود و عمدتا گندم های نامرغوب و آسیب دیده را شامل می شود.

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجدوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-
دانشگاه شیراز-

۵- گندم چند منظوره: در برخی کشورهای جهان مانند کانادا ، برخی واریته های گندم (مانند پرایی^۱) کاشت می شود که قابلیت مصرف برای تولید نان ، کیک و شیرینی را داراست .

۵- تقسیم بندی گندم براساس خصوصیات گیاهشناسی

گندم متعلق به خانواده گرامینه^۲ ، تیره هورده آ^۳ و جنس تریتیکوم^۴ است و دارای گونه ها و واریته های مختلفی می باشد. انواع تجاری شامل موارد زیر می باشند.

۱- تریتیکوم منوکوکوم^۵ (گندم دیپلوئید $2n = 2x = 14$)

۲- تریتیکوم تورجیدم^۶ (گندم تتراپلوئید $2n = 4x = 28$)

۳- تریتیکوم دروم^۷ (گندم تتراپلوئید $2n = 4x = 28$)

۴- تریتیکوم استیووم^۸ (گندم هگزا پلوئید $2n = 6x = 42$)

از بین چهار دسته فوق گونه استیووم جهت تهیه نان و گونه های دیگر جهت تهیه ماکارونی مناسب می باشند.

سایر واریته های گندم شامل *T. dicococcum* (گندم امیر) ، *T. persicum* (گندم پرشیا یا ایرانی) ، *T. Polonicum* (گندم لهستانی) ، *T. spelta* (گندم اسپل) و *T. macha* (گندم ماکا) می باشند که از لحاظ تعداد کروموزوم با یکدیگر متفاوت اند.

۶- تقسیم بندی براساس محل رشد ، مثلاً " گندمهای اروپایی ، استرالیایی ، آمریکایی و ...

بر اساس مطالب گفته شده می توان گندم قرمز سخت بهاره یا سفید نرم زمستانه داشت که مجموع تقسیم بندی های گفته شده برای تعیین دقیق تر خصوصیات محصول به کار رود.

-
1. Prairie
 - 2- Poaceae Graminea
 3. Hordeae
 4. Triticum
 5. Triticum monococcum
 6. T. turgidum
 7. T. durum
 8. T. aestivum

۲- برنج Rice نام علمی *Oryza sativa*

برنج معمولاً در رقابت با ذرت جایگاه مهمی در زراعت غلات دارد. قدمت تولید آن ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ سال پیش از میلاد حضرت مسیح (ع) برمی گردد. مهمترین کشورهای تولید کننده برنج شامل چین، هند، پاکستان و تایلند می باشد. برنج را می توان به صورت فرغابی یا خشک کشت نمود. در روش اول معمولاً شالیزار در زیر آب فرو می رود و در روش دوم نیاز به آبیاری زمین برای کشت برنج است. انواع مهم برنج شامل برنج ژاپونیکا، بسمطی، هندی و پاکستانی طبقه بندی برنج معمولاً براساس طول و عرض دانه صورت می گیرد و بر این اساس انواع برنج های زیر قابل شناسایی می باشند:

۱- برنج دانه بلند: برنجی است که طول آن بیش از سه برابر قطر آن باشد معمولاً دانه ها بلند و طول آنها ۶ تا ۷ میلی متر است (حتی گاهی بیشتر) انواع برنج های هندی و پاکستانی از نوع دانه بلند می باشند.

۲- برنج های دانه متوسط: نسبت طول به قطر آن $2/4$ تا ۳ می باشد. طول این دانه ها معمولاً ۵ تا ۶ میلی متر است

۳- برنج های دانه کوتاه یا دانه قطور: در این نوع برنج، طول دانه ها کمتر از ۵ میلی متر است و نسبت طول به قطر آنها ۲ الی $3/3$ می باشد. انواع برنج های کامفیروزی که در استان فارس کاشت می شود جزء این نوع برنج به شمار می آید.

۴- برنج های دانه گرد: به این نوع برنج، برنج آشی هم می گویند و در تهیه انواع سوپ ها و دسرهای بر پایه برنج کاربرد دارند.

انواع برنج های ژاپونی در چنین دسته ای قرار می گیرند. در هنگام پخت بسیار چسبنده می باشند که البته این خاصیت در برخی مناطق دنیا یک پارامتر کیفی مطلوب و در برخی مناطق دیگر دنیا یک پارامتر منفی کیفی به حساب می آید.

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجدوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-
دانشگاه شیراز-

ترکیبات سازنده برنج خصوصا ترکیب اسیدهای آن به گونه ای است که برای بدن حساسیت زا نیست و مقدار پروتئین کل آن نیز از سایر غلات کمتر است . به همین دلیل از برنج جهت تهیه غذای کودکان و نوزادان (بالای ۶ ماه) که دارای معده حساس هستند به عنوان اولین غذایی که به آنها داده می شود استفاده می شود.

۳- ذرت **Corn** یا **Maize** با نام علمی **Zea mays**

ذرت گیاهی است که عمدتاً در کشورهای آمریکای جنوبی کشت می شود. دانه های آن از نظر اندازه بزرگترین در میان غلات می باشند و وزن متوسط هر دانه حدود ۲۵۰ تا ۳۰۰ میلی گرم می باشد.

انواع معروف ذرت شامل

۱- ذرت دندانه ای **Dent corn**

۲- ذرت شیرین **Sweet corn**

۳- ذرت پاپ کورن **pop corn**

۴- ذرت غلاف دار **pod corn**

۵- ذرت شیشه ای **Flint corn**

۶- ذرت آردی **Flour corn**

اندوسپرم ذرت دو بخش نرم یا آردی و سخت یا شیشه ای را در خود جای داده است . از ذرت در تهیه نشاسته ، اسنکها ، غلات صبحانه و آرد (جهت تهیه نان یا شیرینی) استفاده می شود. همچنین شربت ذرت از دیگر محصولات مشتق شده از نشاسته ذرت است . روغن ذرت کاربرد زیادی در صنایع غذایی دارد و می توان گفت تنها غله ای است که به طور تجاری در تهیه روغن استفاده می شود.

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجدوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-
دانشگاه شیراز-

ذرت دندانه ای معمولا به دو رنگ سفید و زرد وجود دارد و رنگ سفید آن جهت تهیه نشاسته مناسبتر است. در ذرت آردی برخلاف سایر انواع ذرت ، اندوسپرم عمدتا آردی است و بخش شفاف آن بسیار ناچیز است . لذا مستعد شکستگی و آسیب دیدگی و جذب رطوبت در حین انبارداری است .

ذرت شیرینی یا قندی در تهیه انواع کنسرو ذرت به کار می رود . دارای طعم بسیار شیرینی است و دارای ژن خاصی است که مانع از تبدیل معمولی قند به نشاسته میشود. مقدار ساکارید های محلول آن در ماده خشک حدود ۱۲٪ است در حالی که سایر انواع ذرت این عدد حدود ۲-۳ درصد است . در ایران به این نوع ذرت شیر بلال هم می گویند.

ذرت غلافی عمدتا" جنبه تزئینی دارد و دانه های آن علاوه بر غلاف معمولی که روی ذرت قرار دارد دارای یک پوشینه جداگانه نیز می باشند که ممکن است به صورت دندانه ای ، مومی پاپ کورن یا شیشه ای باشند.

بر اساس درصد آمیلوز به آمیلوپکتین که اجزاء اصلی سازنده نشاسته می باشند ، ذرت به دسته های مختلفی تقسیم می شود:

۱- ذرت معمولی Normal که مقدار آن ۳۰ - ۲۵٪ است .

۲- ذرت مومی waxy مقدار آمیلوز بسیار کم است و حدود ۹۵ - ۹۰٪ آنرا آمیلوپکتین تشکیل داده است.

۳- ذرت با آمیلوز بالا یا آمیلو maize amylo مقدار آمیلوز آن به ۵۰٪ هم می رسد و لذا مقدار آمیلو پکتین آن از دو دسته قبل کمتر می باشد.

هم اکنون با تغییرات ژنتیکی برخی واریته های غلات تولید شده اند که از نظر تغذیه ای ارزش غذایی بالاتری دارند . مثلا" ذرت اپک ۲ که از نظر مقدار اسیدهای آمینه متایونین ، لیزین و تریپتوفان نسبت به ذرت معمولی مناسبترند.

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجدوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-
دانشگاه شیراز-

همچنین ذرت با لیزین بالا (high lysin) نوعی ذرت است که بر خلاف سایر غلات از نظر اسید آمینه مذکور غنی می باشد.

لازم به ذکر است که غلات از نظر اسیدهای آمینه لیزین (به طور اخص) ، متایونین و تریپتوفان دارای کمبود هستند. اسیدهای آمینه مذکور خصوصا " لیزین خود از اسیدهای آمینه های ضروری جهت رشد به شمار می روند . لذا با غنی سازی غلات می توان کیفیت تغذیه ای آنها را افزایش داد .

۴- جو Barley با نام علمی (Hordeum Vulgare)

یکی از غلات مهم در دنیا است که در تهیه برخی نانهای رژیمی ، آجود ، مالت و نیز تهیه غذای دام کاربرد دارد. رنگ دانه جو مایل به زرد و دارای یک انتهای تیز و پوشینه متصل به دانه است . از نظر تغذیه ای جو دارای ترکیبات تغذیه ای مهمی از جمله بتاگلوکان ، فیبرهای رژیمی و ویتامین های گروه B می باشد. لذا اخیرا مورد توجه متخصصین تغذیه قرار گرفته است . انواع جو شامل جو چند ردیفه ، جو دو ردیفه و جو فاقد پوشینه (جوسخت) می باشد که جو معمولی از نوع دو ردیفه می باشد و معمولا" از نوع بهاره است و در صنایع مالت سازی و آجود سازی کاربرد دارد و جو چند ردیفه که معمولا "پائیزه است معمولا" جهت تهیه غذای دام و طیور به کار می رود . جو بهاره نسبت به جو پائیزه دارای پوشینه کمتری است .

عمده ترین تولید کنندگان جو در دنیا روسیه ، آمریکای شمالی و شمال اروپا است و این کشورها جزء کشورهای سردسیری است . حدود ۳۰ واریته مختلف از جو وجود دارد که موارد زیر مهمترین آنها است .

- 1- Hordeum disticum
- 2- Hordeum vulgat
- 3- Hordeum humile
- 4- Hordeum ethiopicum

۵- جو دو سر یا یولاف (Oats) با نام علمی *Avena fatua*

جو دو سریکی از غلات مهم با ارزش تغذیه ای بالا است . در واقع کیفیت پروتئین ها و مقدار چربی جو دو سر از سایر غلات بیشتر می باشد . انواع مختلف جودو سر به صورت دیپلوئید ($2n=14$) تتراپلوئید ($2n = 28$) و هگزا پلوئید ($2n=42$) می باشد. دانه یولاف به رنگهای سفید ، قرمز ، قهوه ای ، خاکستری و سیاه یافت می شود. پوشینه آن به آسانی در حین پوست گیری از دانه جدا می شود. کاربردهای یولاف در تهیه غذای کودک غلات صبحانه ای و برخی اسنکها کاربرد دارد. از نظر شکل ظاهری جودوسر دارای دو انتهای تیز است و شاید به همین دلیل به این نام خوانده می شود. از جودو سردر تهیه غذای دام و طیور نیز استفاده می شود. لازم به ذکر است که جودو سر دارای مقدار زیادی بتا گلوکان است که از نظر عملکردی حائز اهمیت می باشد.

۶- چاودار Rye با نام علمی *Secale cereale*

چاودار از خانواده گراس و از جنس سکاله می باشد و از بین انواع مختلف آن گونه سریاله بیشتر از بقیه کشت میشود. از نظر ژنتیکی چاودار یک گیاه دیپلوئید ($2n=14$) است که دارای هفت جفت کروموزوم می باشد . چاودار یک گیاه سردسیری است و تطبیق آن نسبت به خاکهای ضعیف بهتر می باشد. چاودار در تهیه نان به همراه آرد گندم کاربرد دارد. از چاودار در تهیه برخی سوپها و غذاهای محلی نیز استفاده می گردد. چاودار در صنعت تهیه چسب و... نیز کاربردهایی دارد.

۷- سورگوم *Sorghum* با نام علمی *Sorghum biocolor*

گیاهی است که مستعد به شرایط کم آبی و خشکسالی است و در نتیجه در مناطق خشک دنیا مانند آفریقا کشت می شود. انواع تجاری آن شامل سورگوم قهوه ای ، سفید ، زرد و مخلوط است . سورگوم

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجدوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-
دانشگاه شیراز-

کاربرد کمی در تهیه غذای انسان دارد و عمدتاً در تهیه غذای دام و طیور به کار می رود. البته جایگاه سورگوم در کشورهای آفریقایی و برخی کشورهای آسیایی در تغذیه انسان (تهیه نان و ...) اهمیت زیادی دارد.

کشورهای تولید کننده سورگوم شامل آمریکا ، چین ، هند ، آرژانتین ، نیجریه و مکزیک است .
انواع سورگوم شامل

۱- سورگوم دانه ای Grain sorghum

۲- سورگوم علوفه ای Forage sorghum برای تغذیه دام است که استفاده های غذایی دارد.

۳- سورگوم شیرین Sweet sorghum

۴- سرگوم جارویی Broom sorghum

۸-ارزن Millets

ارزن دارای دانه هایی با رنگهای مختلف است . ارزن مرواریدی ، ارزن پرورز، انواع مختلف ارزن می باشند . کاربردهای مهم این غله در تهیه غذاهای دام و طیور می باشد.

کشورهای تولید کننده ارزن هندوچین در قاره آسیا و نیجریه و سودان در قاره آفریقا است. بیشتر کاربرد آن در تهیه غذای دام و طیور است و در برخی کشورها در تهیه غذای انسان هم کاربرد دارد
انواع مختلف ارزن شامل .

۱- ارزن مرواریدی Pearl millets

۲- ارزن پرورز Proso millets

۳- ارزن انگشتی Finger millets

۴- ارزن دم روباهی Foxtail millets

۵- ارزن تف Teff millets

۶- ارزن فونیو Fonio millets

۹- تریپیکاله

یک غله جدید است که از تلاقی میان گندم نانوايي با چاودار بدست آمده است . دليل تلاقی مذکور مزایای بازدهی بالای گندم و رشد و نمو آن در آب و هوای مختلف و سختی دانه چاودار است . این غله کاربردهایی در تهیه نان و برخی محصولات غذایی دارد که البته کاربردهای آن محدود می باشد. از نظر ظاهری شباهتهای میان تریپیکاله با والدین آن وجود دارد . اولین بار در آمریکا به صورت تجاری تولید شد و مهمترین وارسته آن روزنر است که از تلاقی گندم دروم و چاودار بدست آمد. امروزه کشورهای بلژیک ، فرانسه ، آلمان و اسپانیا بزرگترین تولید کنندگان تریپیکاله هستند . در چین تریپیکاله از تلاقی گندم نانوايي و چاودار بدست آمده است .

از آنجا که شناخت خصوصیات مورفولوژیکی و شیمیایی غلات در تعیین خصوصیات عملکردی آنها نقش بسزایی دارد در ادامه به بررسی خصوصیات مورفولوژیکی غلات و ارتباط آن با تغذیه و محصولات حاصل از فرآوری آن می پردازیم .

۵-مورفولوژی دانه های غلات

گندم : دانه های گندم معمولا دارای طول تقریبی ۸ میلی متر و وزن ۳۵ میلی گرم می باشند . طول و وزن دانه ها از یک وارسته به وارسته دیگر متفاوت و شرایط آب و هوایی و اقلیم رشد و نمو گیاه تاثیر زیادی بر این خصوصیات دارد. دانه های گندم دارای یک قسمت گرد و بر آمده می باشند که در مقابل آن یک شیار طولی به نام کریس (crease) قرار دارد . جوانه گندم معمولا در سمت قسمت برآمده (Dorsal) قرار دارد. وجود شیار کریس امکان جداسازی کامل سبوس را از دانه محدود نموده است ، بعلاوه در محل این شیار امکان رشد و نمو و تجمع میکروارگانسیم ها و گردو خاک و است .

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجدوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-
دانشگاه شیراز-

رانت‌هایی از دانه گندم که قطر آن کمتر است (انتهای استگماتیک) رشته های نازکی به نام شانِه
(Brush) قرار گرفته است . پریکارپ یا پوشش خشک دانه شامل چهار لایه است :

۱- اپیدرم (Epidermis)

۲- هیپودرم (Hypodermis)

۳- سلولهای عرضی (Cross- cells)

۴- سلولهای میله ای (Tube- cells)

سایر قسمت‌های دانه شامل سبوس داخلی (پوشش دانه یا تستا و بافت نوسلار) ، اندوسپرم و جوانه
است . سبوس حدود ۱۵٪ وزن یک دانه گندم را تشکیل می دهد . لایه آلدون که حدود ۸-۶٪ وزن
دانه گندم را شامل می شود دارای سلولهای بزرگ مستطیلی و با دیواره ضخیم است که فاقد نشاسته
می باشد. از نظر گیاهشناسی لایه آلرون بخش خارجی اندوسپرم است ولی به دلیل اتصال محکمی که
با سبوس دارد و در حین جداسازی سبوس به همراه آن جدا می شود. برخی منابع لایه آلرون را جزئی
از سبوس می دانند.

پوشش دانه یا لایه تستا شامل سه لایه می باشد :

۱- لایه ضخیم کوتیکول خارجی

۲- لایه رنگ دانه ای (که رنگ دانه های موجود در آن عامل بروز رنگهای ظاهری دانه است .

۳- لایه نازک کوتیکول داخلی

ضخامت پوشش دانه حدود ۵ تا ۸ میکرومتر است.

لایه آلرون تقریباً ۶٪ وزن دانه گندم را شامل می شود معمولاً از یک لایه سلولی ضخیم ساخته شده
است که ضخامت دیواره آن ۳-۴ میکرومتر است . این سلولها دارای هسته های بزرگ و تعدادی
گرانولهای درشت می باشند . ترکیبات موجود در این لایه عمدتاً شامل خاکستر ، پروتئین ، فسفر کل
و فسفر در ترکیب با فیتیک اسید ، چربی و نیاسین می باشد. بعلاوه مقدار تیامین و ریبوفلاوین نیز در

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجدوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-
دانشگاه شیراز-

این لایه از سایر لایه های سبوس بیشتر است . لایه آلرون سراسر اندوسپرم (بخش داخلی دانه) را پوشانده است و درمحلای که به نزدیکی محل قرارگیری جوانه می رسد ضخامت آن کاهش می یابد. آنچه درمورد ترکیبات موجود در سبوس اهمیت دارد وجود فیبر ، املاح ، ویتامین ها و پروتئین با ارزش تغذیه ای بالا می باشد. پروتئین های موجود در سبوس دارای ترکیب اسیدهای آمینه و مقدار مناسبی از آنها می باشند که برای بدن انسان بسیار مطلوب می باشد . با توجه به فیبر بالای موجود در سبوس و نقش آن در سلامت دستگاه گوارش انسان مصرف غذاهای سبوس دار (خصوصا " پس از فرآوری سبوس توصیه می گردد).

اندوسپرم Endosperm

اندوسپرم قسمت داخلی دانه است که بیشترین بخش دانه گندم را تشکیل می دهد (حدود ۸۰٪ وزن دانه) . معمولا اندوسپرم از دو ترکیب اصلی نشاسته و پروتئین تشکیل شده است . البته مقداری پنتوزان ، همی سلولز و برخی قندها نیز در ترکیب اندوسپرم یافت میشود. معمولا در گندم های سخت مقدار پروتئین اندوسپرم بیش از گندم های نرم است و نیز گندم های سخت عمدتا دارای اندوسپرمی شفاف و شیشه ای می باشند.

جوانه Germ

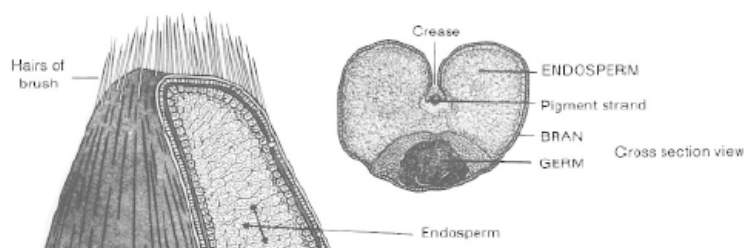
در داخل دانه ، بخشی وجود دارد به نام جوانه که پتانسیل تبدیل به گیاه جدید را دارد و در واقع جنین گیاه محسوب می شود. جوانه یا رویان ۲/۵ تا ۳/۵ درصد وزن یک دانه را تشکیل می دهد و خود از دو بخش اصلی محور رویان و اسکوتلوم ساخته شده است که به عنوان یک اندام ذخیره ای عمل می نماید. در جوانه مقدار نسبتا بالایی از پروتئین (۲۵٪) ، قندها که عمدتا به شکل ساکارز و رامینوز هستند و (۱۸٪) ، چربی (۱۶٪) و خاکستر (۵٪) وجود دارد . جوانه فاقد نشاسته است ولی دارای مقدار زیادی ویتامین های گروه B و آنزیمهای متعددی است (مانند آمیلاز و لیپاز) .

جوانه سرشار از ویتامین E (توکوفرول) است و ترکیب پروتئینی آن به قدری مناسب است که با پروتئین های حیوانی رقابت می کند. بنابراین جوانه گندم به عنوان یک بخش با ارزش غذایی بالا

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجدوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-
دانشگاه شیراز-

شناخته شده است و هم اکنون برای غنی سازی بسیاری از محصولات غذایی مورد استفاده قرار می گیرد.

لازم به ذکر است که درجوانه گندم ترکیبی پروتئینی کوچک (یک تری پتید) وجود دارد که از سه اسید آمینه سیستئین ، گوتامیک اسید و گلیسین تشکیل شده است . این ترکیب گلوتاتیون نام دارد و به علت دارا بودن اسیدآمینه سیستئین که دارای گروه تیول - (SH) است می تواند باعث احیاء اتصالات دی سولفیدی پروتئین ها گردد و لذا وجود آن درخمیر نانوائی باعث افت کیفیت خمیر و نان میگردد. چنین اتفاقی در مورد سایر محصولاتی که شبکه پروتئینی قوی برکیفیت آنها موثر باشد و دارای اتصالات دی سولفیدی باشند نیز به وقوع می پیوندد . لذا وجود ترکیب گلوتاتیون درجوانه گندم کاربرد آنرا در تهیه بسیاری محصولات غذایی مانند نان محدود ساخته است . البته روش هایی نیز برای غیر فعال نمودن گلوتاتیون وجود دارد که در آینده به آن اشاره می شود.



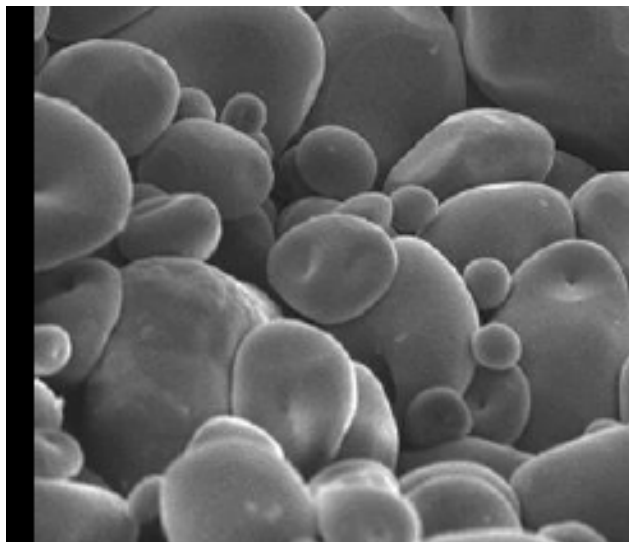
فصل دوم : شیمی غلات

از آنجا که ترکیبات شیمیایی سازنده غلات خصوصا گندم بر قابلیت ماندگاری و خصوصیات فیزیکوشیمیایی محصولات حاصل از آنها موثر می باشند لذا در این فصل به بررسی خصوصیات شیمیایی غلات می پردازیم.

ترکیبات اصلی غلات شامل نشاسته ، پروتئین ها ، کربوهیدراتهای غیر نشاسته ای ، قند ها ، آنزیمها ، املاح و ویتامین ها می باشند. در زیر این ترکیبات را بر اساس مقدار آن در غلات مورد مطالعه قرار می دهیم:

۱-نشاسته Starch

نشاسته بیشترین ترکیب سازنده دانه غلات می باشد. به دلیل نقش آن در تامین انرژی مورد نیاز انسان دارای اهمیت بسیاری است . نشاسته دردانه عمدتا" درون اندوسپرم در بخشی به نام آمیلوپلاست تولید می شود و در اجزاء کوچکی به نام گرانولهای نشاسته ذخیره سازی می شود . نشاسته در طی جوانه زنی و رشد و نمو گیاه برای تامین انرژی لازم مورد استفاده قرار می گیرد. اما در صورتی که دانه در مرحله جوانه زنی و رشد نباشد ، نشاسته درون گرانولها باقی می ماند. گرانولهای نشاسته از نظر شکل ظاهری دارای تفاوتهای زیادی با یکدیگر هستند . به طوری که برخی کوچک ، برخی بزرگ ، برخی چند وجهی و برخی گرد می باشند. تفاوت در شکل ظاهری گرانولهای مربوط به خصوصیت ژنتیکی آنها می باشد ، به عبارت دیگر شکل گرانولهای نشاسته از یک گیاه به گیاه دیگر متفاوت است که در زیر تصویر برخی از گرانولهای مختلف حاصل از نشاسته غلات مختلف نشان داده شده است . در گندم به گرانولهای بزرگ نوع A و به گرانولهای کوچک نوع B می گویند. در شکل زیر انواع گرانولها را مشخص کنید.

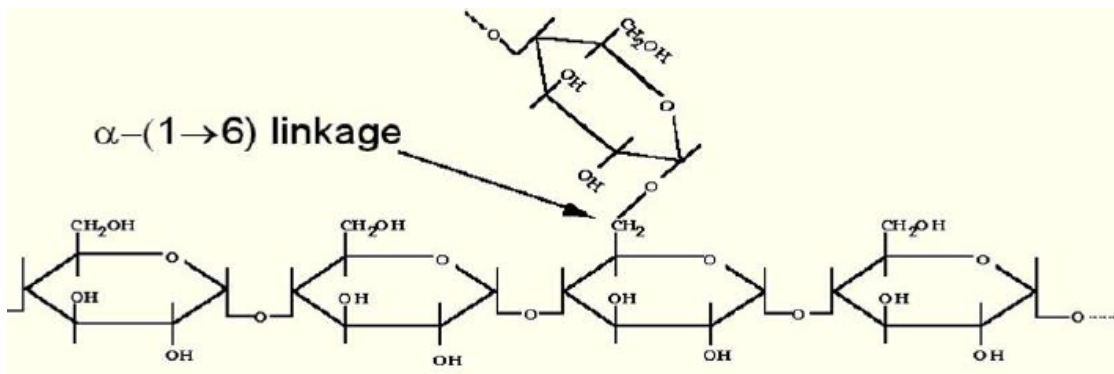


- شناسایی مورد فولوژی گرانولهای غلات چه کاربردهایی می تواند داشته باشد؟

در داخل گرانولهای نشاسته ، نشاسته با نظم خاصی قرار گرفته است . اجزاء اصلی سازنده نشاسته شامل آمیلوز و آمیلو پکتین است . آمیلو پکتین قسمت اصلی نشاسته را شامل می شود (حدود ۸۰ - ۷۰٪) درحالی که مقدار آمیلوز کمتر است (حدود ۳۰ - ۲۰٪) البته چنانکه قبلاً هم ذکر شد در انواع مومی یا با آمیلوز بالا این نسبت متفاوت است . به طور کلی آمیلوپکتین درون گرانولهای نشاسته به شکل نیمه کریستالی و منظم قرار گرفته است . درحالی که آمیلوز حالت نامنظم و غیر کریستالی (آمورف) دارد . تشکیل رشته های آمیلوپکتین از یک نقطه معمولاً در میان گرانول آغاز میشود که به آن هایلوم گویند. در لابلای رشته های منظم و منسجم آمیلوپکتین که به شکل ساختار نیمه کریستالی در داخل گرانول شکل می گیرند، رشته های آمیلوز قرار گرفته است . لازم به ذکر است که آمیلوپکتین یک مولکول بسیار بزرگ است و بعد از سلولز دومین پلیمر طبیعی به شمار می رود درحالی که آمیلوز مولکولی کوچک می باشد.

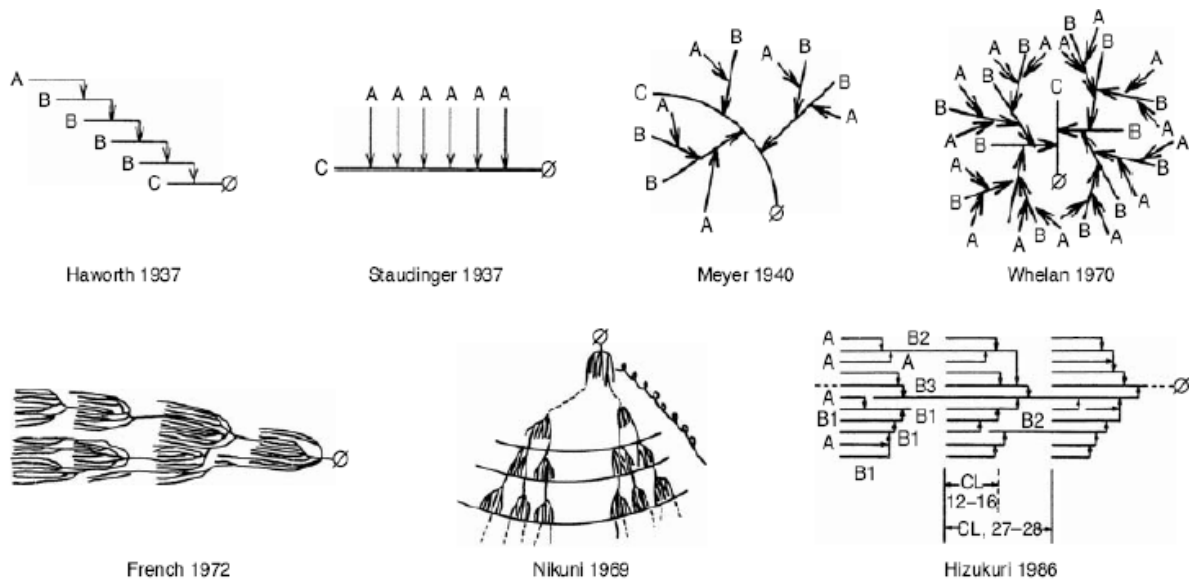
ساختار آمیلوپکتین

آمیلوپکتین مولکولی بسیار عظیم با وزن مولکولی $10^7 - 10^{10}$ Da است که از واحد های گلوکز تشکیل شده اند. در این مولکول واحد های گلوکز با اتصالات $\alpha(1-4)$ به یکدیگر اتصال یافته اند. تعدادی از مولکولهای گلوکز با اتصال $\alpha(1-6)$ به یکدیگر متصل اند که چنین اتصالاتی در ایجاد شاخه های جانبی آمیلوپکتین نقش دارند. لذا آمیلوپکتین علاوه بر دارا بودن ساختار اصلی خطی دارای تعداد زیادی انشعاب است و مولکولی پرشاخه محسوب می شود. پیچش های منظم و ایجاد پیچ های دوتایی در محل شاخه ها باعث ایجاد یک ساختار کریستالی در این مولکول شده است. البته در برخی مناطق که ممانعت های فضایی وجود داشته باشد و امکان تشکیل مارپیچ های دوتایی وجود نداشته باشد، مولکول به صورت غیر منظم یا آمورف در می آید. بنابراین در برخی مناطق مولکول آمیلوپکتین ساختار کریستالی و در برخی دیگر همان مولکول ساختار آمورف است. به همین دلیل است که ساختار آمیلوپکتین را یک ساختار نیمه کریستالی می نامند (شکل ۳ و ۴).



شکل ۳. تصویری از ساختار شاخه ای آمیلوپکتین

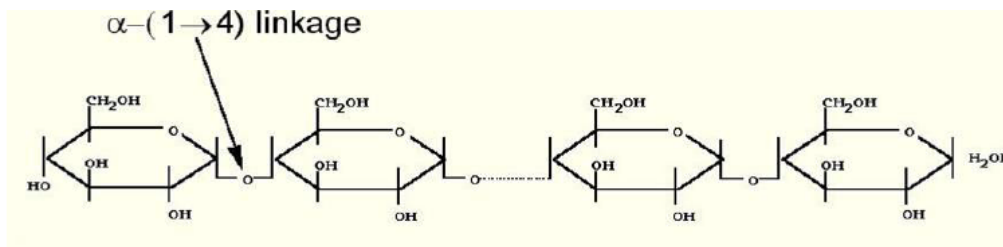
جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجدوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-
دانشگاه شیراز-



شکل ۴. مدل های پیشنهادی برای مولکول آمیلوپکتین

ساختار آمیلوز

آمیلوز اصولاً یک مولکول خطی است که همانند آمیلوپکتین از واحدهای سازنده گلوکز تشکیل شده است. در این مولکول واحدهای گلوکز با اتصالات $\alpha(1-4)$ به هم وصل شده اند. تعداد بسیار ناچیزی از اتصالات به صورت $\alpha(1-6)$ است. بنابراین درکل آمیلوز یک مولکول نسبتاً خطی است (شکل ۵).



شکل ۵. ساختار اصلی یک مولکول آمیلوز

تعداد انشعابات آمیلوز زیاد نیست ولی شاخه های آن طول زیادی دارند. وزن مولکولی آن 10^6 Da -
 10^4 است . برخی خواص آمیلوز و آمیلوپکتین در جدول زیر آورده شده است :

جدول ۱. برخی خواص آمیلوز و آمیلوپکتین

خواص	آمیلوز	آمیلوپکتین
شکل	خطی	شاخه ای
نوع اتصال	عمدتاً $\alpha(1-4)$	عمدتاً $\alpha(1-4)$ و تعدادی $\alpha(1-6)$
وزن مولکولی	بیش از ۵۰ میلیون دالتون	۵۰-۵۰۰ میلیون دالتون
قدرت ایجاد فیلم	قوی	ضعیف
نوع ژل	قوی	ضعیف
رنگ در حضور ید	آبی	قهوه ای

قبلا اشاره شد که در اندوسپرم دانه نشاسته و پروتئین قرار دارند. همچنین در مورد گندم های سخت گفته شد که عمدتاً مقدار پروتئین آنها بالاست و بعلاوه گندم های سخت معمولا شفاف و شیشه ای هم هستند. دلیل شفافیت دانه ها به علت شرایط محیطی است نه ژنتیکی . پس از برداشت دانه ها از مزرعه در صورت اعمال فرایند سریع خشک کردن (استفاده از دمای بالا و زمان کوتاه یا طولانی) به منظور کاهش رطوبت دانه (افزایش ماندگاری آن) تغییراتی در اندوسپرم دانه اتفاق می افتد . به این صورت که پروتئین که معمولا به سطح گرانولهای نشاسته چسبیده اند در اثر حرارت بالا دچار تغییر شکل و کشیدگی می شوند و در اثر چروک خوردگی فضایی آزاد در پشت سر آنها خالی می ماند که در واقع یک حباب هوا است . در نتیجه وقتی نور به مقطع این دانه ها برخورد کند با اجزاء مختلفی روبرو میشود و در فضای بین حباب هوا - گرانول نشاسته ، حباب هوا - پروتئین و صورت گرانول

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجدوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-
دانشگاه شیراز-

نشاسته - پروتئین به طور مکرر می شکند و درجهات مختلف پخش می شود . پس به صورت یک مسیر نور مستقیم از دانه خارج نمی شود. همین پخش شدگی نور دلیلی بر کدر به نظر رسیدن مقطع عرضی دانه های گچی یا کدر است در مورد دانه هایی که مقطع شفاف دارند ، خشک کردن تدریجی و بدون آسیب به پروتئین ها اتفاق افتاده است و در نتیجه نور تنها پس از برخورد به اندوسپرم و در مرز میان گرانول - پروتئین می شکند و در نتیجه به صورت یک پرتو تقریبا مستقیم نور از اندوسپرم خارج می شود به همین دلیل ما این مقطع را شفاف می بینیم . با توجه به مطالب مذکور این احتمال هست که دانه ای پروتئین بالا داشته باشد و سخت باشد ولی اندوسپرم گچی داشته باشد (چون به درستی خشک نشده است) و برعکس دانه ای که نرم است و اندوسپرم شفاف داشته باشد.

در گندم های سخت اتصال میان پروتئین ها و گرانولهای نشاسته بسیار محکم است ، بنابراین درحین خشک کردن حتی اگر عمل خشک کردن به درستی هم انجام نشود، پروتئین ها کمتر دچار چروکیدگی می شوند و فضای خالی اندکی ایجاد می شود . به همین دلیل است که گندم های سخت عمدتا" دارای مقطع شفاف هستند. عکس حالت فوق در مورد اندوسپرم دانه های نرم صادق است که در آن اتصال میان گرانولهای نشاسته و پروتئین بسیار ضعیف است ، اخیرا" یک پروتئین با وزن مولکولی ۱۵ KDa شناسایی شده است به نام Friablin که تنها در گندمهای نرم یافت می شود و گفته می شود که مانع از اتصال پروتئین های دیگر به نشاسته می شود و در نتیجه گندم نرم می شود.

یکی از فرایندهای مهم که نشاسته در صنایع تبدیل غلات به محصولات مختلف طی می کند پدیده ژلاتینه شدن نشاسته است .

طبق تعریف پدیده ژلاتینه شدن به کلیه تغییراتی گفته می شود که درحین حرارت دهی گرانولهای نشاسته در آب کافی (بیش از ۶۰٪ وزنی نشاسته) دردمای ژلاتینه شدن نشاسته (تبدیل فرم کریستالی به لاستیکی) اتفاق می افتد.

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجدوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-
دانشگاه شیراز-

در صورتی که آب مصرفی کمتر از میزان گفته شده باشد یعنی آب محدود (limited water) باشد پدیده حرارت دادن نشاسته را ذوب شدن (Melting) می گویند.

به طور کلی پدیده ژلاتینه شدن نشاسته شامل مراحل زیراست :

وقتی گرانولهای نشاسته در آب اضافی قرارگیرند در دمای محیط و کمی بالاتر از آن سطح خارجی گرانولهای نشاسته تنها کمی خیس می شود ، ولی آب نمی تواند وارد گرانولها شود. در صورتی که گرانولها خشک شوند ، آب سطحی آنها از بین می رود و مجدداً" به حالت اولیه برمی گردند.

در دمای بالاتر هنگامی که دما به حدود 50°C - 60°C برسد، به تدریج مقداری آب وارد گرانولها می شود و گرانولها شروع به تورم می کنند. دمایی که گرانولهای نشاسته حداکثر آب ممکن را جذب کرده باشند و به حداکثر میزان تورم خود برسند دمای ژلاتینه شدن نام دارد که این دما به صورت یک رنج دمایی است مثلاً 60°C - 65°C ، زیرا همه گرانولها در شرایط محیطی یکسانی نیستند تا در یک دما به حداکثر جذب آب خود برسند و نیز ساختار ، بزرگی و کوچکی گرانولها نیز بر این دما موثر است . واریته های مختلف گیاهان ، نوع نشاسته ، شرایط آب وهوایی رشد و نمو گیاهان ، وجود سایر ترکیبات مانند چربی ها ، پروتئین ها و قندها به همراه نشاسته ، همگی بر دمای ژلاتینه شدن نشاسته موثران. همچنین ساختار نسبت آمیلوز به آمیلوپکتین بر دمای ژلاتینه شدن تاثیر دارد . در دمای ژلاتینه شدن ساختار کریستالی داخل گرانول از بین می رود و برخی مولکولهای کوچک (خصوصاً آمیلوز) به تدریج از داخل گرانول خارج شده و به محیط اطراف گرانولها وارد می شود . در اثر افزایش حجم گرانولها (افزایش فضای اشغال شده توسط آنها و احتمال تماس با گرانولها متورم کناری) و خروج برخی رشته های نشاسته ای از گرانولها و جذب آب آنها ویسکوزیته محیط به سرعت بالا می رود. در مجموع می توان تغییرات مرحله ژلاتینه شدن را به این صورت در نظر گرفت .

۱- جذب آب گرانولها

۲- افزایش حجم گرانولها

۳- از بین رفتن ساختار کریستالی داخل گرانولها

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجدوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-
دانشگاه شیراز-

۴- خروج مولکولهای کوچک نشاسته ای (آمیلوز)

۵- افزایش ویسکوزیته محیط

اگر عمل حرارت دهی دردمای بیش از دمای ژلاتینه شدن نشاسته ادامه پیدا کند ، این پدیده را خمیری شدن (Pasting) گویند. در این شرایط گرانولها که دیگر گنجایش جذب آب بیشتری ندارند در اثر ادامه حرارت دهی می ترکند و کلیه محتویات آنها بیرون می ریزد . در این شرایط افت ویسکوزیته اتفاق می افتد .

پدیده ژله ای شدن نشاسته Starch gelation

هنگامی که نشاسته ژلاتینه شده یا خمیری شده سرد شود ، رشته های نشاسته شروع به شکل گیری مجدد می کنند و نظم می یابند و ساختار کریستاله مجددی در آنها ایجاد می شود. که البته از شکل نیمه کریستالی طبیعی که قبلاً" در گرانولها وجود داشت متفاوت است . نزدیک شدن تدریجی رشته های نشاسته و ایجاد اتصالاتی میان آنها باعث به دام افتادن مقداری آب در ساختار نشاسته می شود که این پدیده ژله ای شدن نام دارد . در محصولاتمانند سوپها ، فرنی و برخی دسرهای نشاسته ای ، بافت نرم و ژله ای حاصل در نتیجه پدیده ژله ای شدن نشاسته اتفاق می افتد . در این حالت با افزایش قوام و ویسکوزیته محصول روبرو هستیم .

پدیده رتروگرادیشن یا بیاتی نشاسته Starch Retrogradation

پدیده رتروگرادیشن یک پدیده مهم در صنایع غذایی است . در این پدیده نشاسته حرارت دیده سرد شده و دما به زیر دمای ژلاتینه شدن می رود. در واقع پدیده ژله ای شدن را شاید بتوان شروع پدیده بیاتی نشاسته خواند . در ادامه سرد شدن و گذشت زمان اتصالات میان رشته های نشاسته به سرعت افزایش می یابد و در اثر نزدیک شدن بیش از حد رشته های نشاسته ، اب میان رشته ها از آن خارج می شود و پدیده ای نظیر سنیرسیس که در مورد ژل پروتئین وجود دارد اتفاق می افتد.

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجدوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-
دانشگاه شیراز-

در مجموع ساختار محصول سفت می شود و آب آن خارج می شود.

پدیده رتروگرادیشن معمولا دو مرحله دارد.

۱- مرحله سریع : در این مرحله که بلافاصله در حین سرد شدن اتفاق می افتد رشته های کوتاه

نشاسته (آمیلوز) نقش اصلی را در ایجاد اتصالات و شروع پدیده بیاتی بر عهده دارند. معمولا

تغییراتی که در ساعات اولیه بیاتی به وقوع می پیوندد مربوط به تغییرات آمیلوز است .

۲- مرحله طولانی : در این مرحله رشته های بزرگ و طویل آمیلوپکتین به یکدیگر نزدیک شده و

اتصالاتی ایجاد می کنند . چون این مولکولها بسیار بزرگ هستند زمان طولانی تری لازم

است تا اتصالات برقرار شود و به اندازه کافی شکل بگیرد. لذا تغییراتی که در طی چندین

ساعت تا هفته در مورد یک ژل نشاسته مشاهده می شود مربوط به آمیلوپکتین است . در کل

از آنجا که مقدار آمیلوپکتین بیش از آمیلوز است ، معمولا آمیلوپکتین را مسئول اصلی بیاتی

در نظر می گیرند.

-فرایند ژلاتینه شدن ، خمیری شدن ، ژله ای شدن و رتروگرادیشن نشاسته را به طور شماتیک

رسم کنید.

عواقب بیاتی نشاسته :

در برخی محصولات مانند نان ،کیک و محصولات بر پایه نشاسته پدیده بیاتی باعث سفتی و کاهش مطلوبیت آن می گردد.

نشاسته بیات شده در برابر آنزیمهای هضم مقاوم می کنند. لذا نشاسته بیات شده را جزیی از انواع نشاسته مقاوم می شناسند. نشاسته مقاوم در تهیه غذاهای رژیمی مناسب است زیرا به دلیل پائین بودن قابلیت هضم آن انرژی کمتری ایجاد می کند و زمان سیری بیشتر است و مانند یک فیبر رژیمی عمل می نماید.

۲- پروتئین ها

دومین ترکیب مهمی که در غلات وجود دارد پروتئین ها می باشد غلات مختلف بین ۹-۲۵٪ پروتئین دارند که بسته به وارسته و نوع گیاه متفاوت است . شرایط آب و هوا یی و میزان ازت خاک بر مقدار پروتئین آن موثر است . پروتئین ها بر خواص تکنولوژیکی گیاه و نیز رژیم غذایی انسان موثر هستند . پروتئین ها برای رشد و نمو گیاه موثراند . پروتئین ها از یک بخش آمینی (NH_2) و یک بخش اسیدی $(COOH)$ تشکیل شده اند و یک زنجیره جانبی R دارند که تفاوت در ترکیبات و طول زنجیره R تفاوت ساختاری و عملکردی را در پروتئین ها سبب شده است . گروه R اسیدهای آمینه مختلفی است که به هم چسبیده اند و توالی و ترتیب آنها خصوصیات مختلفی را در اسیدهای آمینه ایجاد می نماید. اسیدهای آمینه با اتصالات پپتیدی به هم متصل اند.

اگر تنها اسیدهای آمینه را که با اتصالات پپتیدی به هم متصل می شوند در نظر بگیریم این نوع ساختار را ساختار اولیه می نامند . وقتی دو زنجیره پروتئینی با اتصالات دی سولفیدی (ناشی از برهم کنش گروه تیول سیستئین) با هم اتصال برقرار کنند، این ساختار را ساختار ثانویه می گویند.

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجدوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-
دانشگاه شیراز-

وقتی دو رشته پروتئینی به هم وصل شوند امکان فعال شدن اتصالات دیگر از جمله پیوندهای هیدروژنی ، نیروهای دافعه و جاذبه یونی و.... هم بوجود می آید که منجر به ایجاد ساختار سوم در پروتئین می شود.

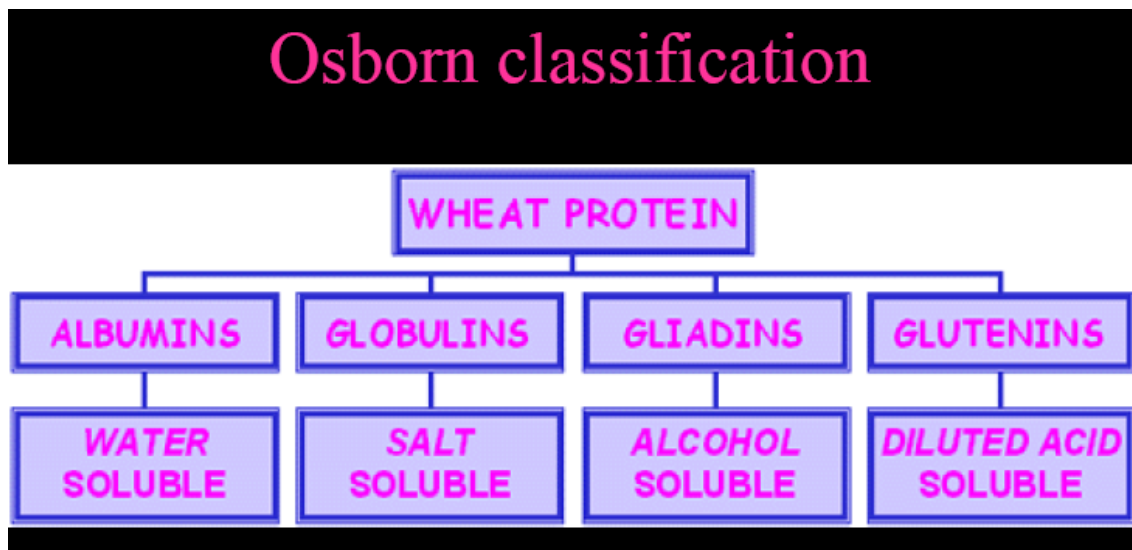
ایجاد یک ساختار پایدار فضایی که در نتیجه بروز نیروهای مذکور در مرحله قبل است و امکان ایجاد اتصالاتی با آب یا گریز از آب ساختار نهایی یا چهارم پروتئین ها را بوجود می آورد .

تقسیم بندی پروتئین ها طبق روش اسبورن Osborn classification

یک روش قدیمی برای تقسیم بندی پروتئین بر پایه حلالیت آنها است . این روش دارای ایراداتی است مثلا پروتئین هایی وجود دارند که در حلال های مشابهی قابل حل هستند. ولی از نظر ماهیت و دیگر خواص با یکدیگر بسیار متفاوت اند .بهترین روش طبقه بندی پروتئین براساس ترکیب و توالی اسیدهای آمینه یا سایر خصوصیات علاوه بر حلالیت است .

اما از آنجا که روش اسبورن از قدیم الایام همواره مورد استفاده قرار گرفته است در حال حاضر نیز از این روش برای تقسیم بندی پروتئین ها استفاده می شود . براین اساس پروتئین ها به چهار دسته تقسیم می شوند.

شماتیکی از تقسیم بندی اسبورن:



۱- آلبومین Albumins

آلبومین ها پروتئین های محلول در آب هستند که در اثر حرارت دهی منعقد می شوند .

۲- گلوبولین ها Globulins

پروتئین های محلول در آب نمک رقیق (0.5M) از NaCl هستند

۳- پرولامین ها Prolamins

این پروتئین ها در اتانول ۷۰٪ (حجمی / حجمی) قابل حل می باشند و

۴- گلوتلین ها Glutelins

گلوتلین ها در اسید یا قلیای رقیق قابل حل هستند.

- گلیکو پروتئین ها جزء دسته پروتئینی هستند که در آب حل می شوند ولی در اثر حرارت منعقد نمی شوند لذا از موارد استثناء در روش تقسیم بندی اسپورن به شمار می روند که این روش تقسیم بندی را زیر سوال می برد.

بدون وجود هیچ دلیل علمی یا منطقی دسته پروتئین های مذکور در مورد غلات مختلف اسامی منحصر به فرد خود را دارند . مثلا در گندم به گلوتلین ، گلوتنن و به پرولامین گلیادین گفته می شود و نیز به آلبومین ، لوکوزین می گویند.

در دانه های غلات هر چه از مرکز دانه به سمت سبوس (لایه خارجی) حرکت کنیم درصد پروتئین افزایش و درصد نشاسته کاهش می یابد. بعلاوه کیفیت پروتئین افزایش می یابد، درصد خاکستر ، املاح و مواد معدنی و ویتامین ها افزایش می یابد. مغز دانه غلات عمدتاً " نشاسته ای است . کیفیت غذای پروتئین ها در اندوسپرم پائین است در حالی که کیفیت عملکردی (تولید نان و سایر محصولات غلات) در آنها بیشتر است .

در غلات پروتئین های آلبومین و گلوبولین نقش فیزیولوژیکی دارند یعنی در ساختار آنزیمها شرکت می کنند و به رشد و نمو گیاه خصوصاً در هنگام جوانه زنی کمک می کنند. اما در خواص تکنولوژیکی و نانوائی و دخالت زیادی ندارد و تاثیر آنچنانی از این پروتئین ها گزارش

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجدوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-
دانشگاه شیراز-

نشده است . این پروتئین ها قابلیت هضم و جذب بالایی برای بدن دارند و از نظر ترکیب و ترتیب اسید آمینه نیز برای بدن مناسب هستند. این دو پروتئین در لایه های سبوس و آلرون و جوانه به وفور یافت می شوند و در اندوسپرم یا وجود ندارند و یا بسیار ناچیز است . پروتئین های گلوٹلین و پرولامین را پروتئین های ذخیره ای می نامند (Storage proteins) و گیاه پس از بوجود آمدن ، پروتئین های تولیدی را در اجزایی به نام (Protein Body) ذخیره می سازد و صرف انجام فعالیت های فیزیولوژیکی گیاه نمی شود. گیاهان مختلف و واریته های مختلف دارای مقادیر مختلفی از پروتئین های ذخیره ای هستند . از نظر جایگاه پروتئین های ذخیره ای در اندوسپرم وجود دارند و در سبوس و جوانه و آلرون وجود ندارند.

در گیاهان تازه میزان آلبومین و گلوبولین بالا است . در گندم مقدار گلوٹین و گلیادین تقریباً برابر است و بیش از آلبومین و گلوبولین است .

به آرد گندم اگر مقداری آب اضافه کنیم و آنرا ورز دهیم خمیر تشکیل می شود ، حال اگر خمیر در زیر جریان ملایمی از آب شسته شود توده ای ویسکوالاستیک به نام گلوٹن باقی می ماند که در آب نامحلول است . این توده ترکیبی از پروتئین های گلوٹنن و گلیادین گندم است که در مجاورت آب و ورز دادن باهم واکنش نموده و به صورت یک توده بدست می آید. گلوٹن تجاری به همین روش و از شستشوی نشاسته در کارخانه تولید نشاسته بدست می آید .

خاصیت ویسکوالاستیک گلوٹن مربوط به اجزاء سازنده آن یعنی گلوٹنن و گلیادین آن است . گلوٹنن خاصیت الاستیکی دارد و خمیر نان خاصیت اتساع و پهن شدگی خود را از گلوٹنن بدست می آورد . بر عکس گلیادین در ایجاد خاصیت ویسکوزیته نقش دارد و در بروز خاصیت برگشت پذیری و چسبناکی (کشش پذیری) نقش دارد .

چگونگی تشکیل شبکه گلوتن در خمیر

پروتئین های موجود در گندم خواص منحصر به فردی دارند که به این دلیل می توانند توده ویسکوالاستیک گلوتن را بوجود آورند . پروتئین های موجود در سایر غلات دارای چنین قابلیت نیستند و به همین دلیل است که تنها از آرد گندم در تولید نان می توان استفاده نمود. دلیل ایجاد شبکه ویسکوالاستیک گلوتن در خمیر شامل :

- ۱- کمبود اسیدهای آمینه بازی یا اسیدی از جمله لیزین ، در نتیجه ایجاد بارهای مثبت و منفی و در نتیجه در مجاورت هم قرار گرفتن این رشته ها بسیار کم می شود.
- ۲- اسید آمینه گلوتامیک اسید به فرم آمینی یعنی گلوتامین است که خنثی و به شدت آبدوست است . بنابراین گلوتن قابلیت جذب آب زیادی دارد .
- ۳- در گلوتن اسیدهای آمینه پرولین به مقدار زیادی وجود دارد. این آمینو اسید خنثی و آبگریز است و نیز حلقوی می باشد. در نتیجه باعث می شود گلوتن در آب غیر قابل حل باشد و به دلیل ساختار حلقوی در محل پیچش های رشته های پروتئینی فواصل لازم را امکان پذیر می سازد و باعث استحکام شبکه می شود.
- ۴- اسید آمینه سیستئین در ساختار گلوتن باعث ایجاد اتصالات دی سولفیدی می شود و ساختار را مستحکم می سازد.

نامهای برخی از پروتئین ها در سایر غلات

- در ذرت به پرولامین ، زئین (Zeine) می گویند.
- در برنج به گلو تلین اریزینن (Oryzene) می گویند.
- در جو به پرولامین ، هوردئین (Hordein) می گویند.
- در جو دوسر به پرولامین ، اونین (Avenin) می گویند.

خواص پروتئین های موجود در سایر غلات (به جز گندم):

پروتئین های موجود در سایر غلات دارای خواص ایجاد خمیر جهت تهیه نان را (مانند گندم) ندارند. پروتئین های چاودار و تریتیکاله تا حدی شباهت به گندم دارند ولی خمیر حاصل از آرد این غلات در بهترین شرایط هم ضعیف تر از آرد گندم می باشد.

برای اندازه گیری مقدار پروتئین حاصل از اغلب غلات دیگر به کمک روش کلدال عدد نیتروژن را در ۶/۲۵ ضرب می کنند.

ذرت:

پروتئین های ذرت موجود در اندوسپرم عمدتاً شامل ۵٪ مجموع آلبومین و گلوبولین، ۴۴٪ زئین Zein (که همان پرولامین است) و ۲۸٪ گلوئین است. مابقی که ۱۷٪ می باشد نوعی پروتئین است که در گندم یافت نمی شود و طبق تقسیم بندی های اسبورن قابل تقسیم بندی نمی باشد. این دسته شامل نوعی Zein با اتصالات عرضی است (مقدار آن ۱۷٪ است) که این اتصالات عرضی از نوع دی سولفیدی می باشند. این نوع زئین در الکل حاوی مرکاپتواتانل قابل حل است. از لحاظ اسیدهای آمینه، ذرت دارای مقادیر زیادی گلوتامیک اسید است که هنوز مقدار آن حدود نصف گلوتامیک اسید موجود در گندم است.

مقدار لوسین ذرت نیز بالا است که برای درمان بیماری پلاگر (Pellagra) نوعی بیماری حاصل از کمبود ویتامین B به کار می رود.

زئین با اتصالات عرضی مقدار کمی لیزین دارد ولی از نظر لوسین غنی است.

چنانچه اشاره شد ذرت مانند سرگوم و ارزن دارای دو نوع اندوسپرم شفاف و مات است. ترکیب آمینواسیدی و پراکندگی پروتئین در این دو نوع اندوسپرم متفاوت می باشد.

سورگوم:

پرولامین در سورگوم کافرین Kafirin خوانده می شود که شباهت زیادی به زئین ذرت از لحاظ ترکیب اسیدهای آمینه دارد. تفاوت اصلی پروتئین های ذرت و سورگوم در حلالیت آنها و مقدار پروتئینهای با اتصالات عرضی است. کافرین در اتانل ۷۰٪ در دمای اتاق محلول نیست ، اما اگر دما به ۶۰ °C برسد، کافرین در اتانل ۷۰٪ حل می شود. در دمای اتاق کافرین در بوتیل الکل ۶۰٪ حل می شود.

میزان کافرین با اتصالات عرضی، در سورگوم حدود ۳۱٪ است که از لحاظ لیزین مقدار بسیار کمی دارد.

ارزن:

ارزن از لحاظ پراکندگی پروتئین در اندوسپرم شباهت زیادی به ذرت دارد. از نظر اسید آمینه لوسین نیز غنی است.

جو دوسر:

جو دو سر در میان غلات از نظر تغذیه ای منحصر به فرد است . زیرا دارای توازن اسید آمینه بسیار مطلوبی است. پروتئین عمده آن گلوبولین ها به میزان ۵۵٪ می باشند و گلوپتالین حدود ۲۵-۲۰٪ پروتئین های آنرا تشکیل می دهد.

پرولامین های جو دو سر را آونین (avenins) گویند.

برنج:

در کل مقدار پروتئین های برنج کمتر از سایر غلات است. برای محاسبه پروتئین های برنج به روش کدال عدد نیتروژن را در ۵/۹۵ ضرب می کنند. ترکیب اسیدهای آمینه بالانس خوبی دارد ولی از نظر لیزین کمبود دارد و آمینو اسید محدود کننده بعدی تریونین (Threonine) است . مقدار گلوتامیک اسید آن هم نسبتاً کم است.

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجدوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-
دانشگاه شیراز-

گلوپتین برج را اریزین (Oryzenin) می گویند که حدود ۸۰٪ پروتئین های برج را تشکیل می دهد. پرولامین در برج خیلی کم و در حدود ۵-۳٪ است. برای حل کردن پروتئین های برج معمولاً از حلال 1N سدیم هیدروکسید استفاده می شود.

چاودار:

ترکیب اسید آمینه پروتئین های چاودار از لحاظ تغذیه ای تا حدی بهتر از سایر غلات است (البته نه از جودو سر). اسید آمینه لیزین در چاودار نسبت به گندم و بیشتر غلات دیگر بیشتر است. در چاودار تریپتوفان اولین اسید آمینه محدودکننده است. مقدار گلوتامیک اسید و لوسین هم به میزان قابل توجهی کم می باشد.

دلیل تناسب اسید آمینه های چاودار، مقدار نسبتاً زیاد آلومین و گلوبولین در آن می باشد آلومین حدود ۳۵٪ کل پروتئین ها و گلوبولین حدود ۱۰٪ کل پروتئین ها را تشکیل می دهد. حدود ۱۰٪ گلوبولین در اسید رقیق قابل حل می باشد و بقیه توسط روش اسبورن قابل حل در اسید نیست.

تریتیکاله:

تریتیکاله دارای پراکندگی پروتئین شبیه به چاودار است، ولی در کل مقدار پروتئین های محلول در آب و اسید کمتری نسبت به چاودار دارد و مقدار پرولامین آن بالاتر است.

جو:

در جو مانند بسیاری از غلات اولین اسید آمینه محدود کننده لیزین است و سپس تریونین (Threonine) محدودیت دارد.

پوسته جو که معمولاً به آن چسبیده است و پس از برداشت جداسازی نمی شود به نام (Hull) خوانده می شود دارای پروتئین کمی است ولی از لحاظ اسید آمینه لیزین، مقدار بیشتری دارد.

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجدوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-
دانشگاه شیراز-

پروتئین های جوانه نیز لیزین بالایی دارند. در اندوسپرم پروتئین کل حدود ۳/۲٪ است که از بسیاری از غلات مقدار بیشتری دارد و حاوی گلوتامیک اسید و پرولین بیشتری است. پرولامین جو را هوردهین (Hordein) می نامند که حدود ۴۰٪ پروتئین های جو را تشکیل می دهد و مقدار لیزین آن بسیار کم است. مقدار گلوکلین، آلبومین و گلوبولین جو بالا است که مقدار لیزین بیشتری دارند.

ترکیبات کم مقدار در غلات

۱- پلی ساکاریدهای غیر نشاسته ای:

-سلولز

ساختار آن شبیه به آمیلوز است ولی اتصالات آن از نوع بتا است یعنی $\beta(1-4)$ است و حدود ۲٪ سلولز در کل دانه وجود دارد. سلولز در بدن انسان غیر قابل هضم است و جزء فیبر رژیمی به شمار می آید. در سبوس غلات مقدار آن ۱۹٪ - ۱۲٪ و در اندوسپرم حدود ۰,۱٪ است .

-همی سلولز یا پنتوزانها

در برخی کتابها دو واژه معادل هم هستند. ترکیبات آن از قندهای ۵ کربنی تشکیل شده اند و اتصالات مختلفی دارند مثلا $\alpha(1-4)$ ، $\beta(1-3)$ و می توان بخشی از همی سلولز را با حل کردن در آب جدا سازی کرد که به این ترکیبات پنتوزانهای محلول در آب می گویند و بخش دیگری که محلول در آب نیست به پنتوزانهای نامحلول در آب معروف هستند.

در میان غلات چاودار بیشترین مقدار پنتوزانها را دارد. پنتوزانها قابلیت حفظ و نگهداری آب زیادی دارند (تا ۵ برابر وزن خود) و در نتیجه به عنوان یک ترکیب ضدبیاتی در صنایع غلات به کار می روند چون با حفظ آب باعث تازگی و طراوت نان می شود. بتاگلوکان جزئی از پنتوزانها است و نقش جذب آب را دارد . علاوه بر آن اثرات سلامتی زایی مختلفی مانند ضدسرطان بودن ، کاهش بیماری های قلبی عروقی ، کاهش کلسترول خون و نیز از آن دیده شده است . لذا بتا گلوکان گاهی به صورت استخراج شده از غلات به سایر غذاها اضافه می شود تا اثرات سلامتی زایی و

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجدوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-
دانشگاه شیراز-

عملکردی غذا را افزایش دهد. بتا گلوگان از قندهای مختلفی تشکیل شده است و در جو و چاودار بیشتر از سایر غلات است و در چاودار بیش از جو می باشد. بتاگلوکان در آب محلول است.

۲-قندها

قندهای مختلفی شامل تک قندی ها و دو قندی ها در غلات وجود دارند مانند گلوکز ، فروکتوز ، ساکارز ، رافینوز ، گلوکوفروکتان و مالتوز ، دکستروز و گلوکو فروکتوز (قندهای حاصل از تجزیه نشاسته یا سایر پلی ساکراید ها) بدست می آیند.

در جوانه گندم درصد بالای (۶۰٪) قند وجود دارد که عمدتاً ساکارز و رافینوز است و گلوکوفروکتان در آن وجود ندارد. در سبوس عمدتاً ساکارز و رافینوز وجود دارد (۴-۶٪) و در اندوسپرم گلوکوفروکتان یافت می شود.

۳-چربی ها

چربی ها می توانند به صورت آزاد یا متصل به سایر ترکیبات (مانند نشاسته و پروتئین ها) باشند . استخراج چربی ها ی متصل نیاز به حلال قطبی دارد و سخت تر است در حالی که با استفاده از حلال غیر قطبی فقط می توان چربی های آزاد را استخراج نمود. حلال قطبی مانند متانول ۸۰٪ و حلال غیر قطبی مانند هگزان و دی اتیل اتر .

در دانه غلات ، جوانه بالاترین مقدار چربی را دارد که عمدتاً به شکل فسفولپید است و در سبوس فسفولپید داریم و در اندوسپرم عمدتاً گلیکولپید وجود دارد. در بین غلات ذرت بالاترین مقدار چربی ها را دارد که در صنایع غذایی مصرف می شود.

۴- آنزیمها

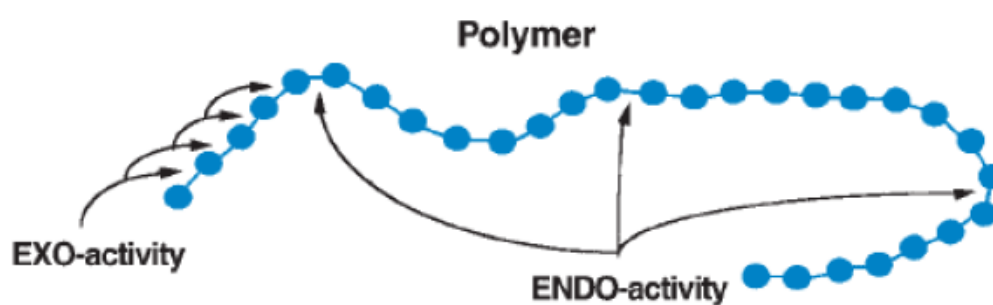
در غلات آنزیمها اثرات بسیار مهمی دارند که بر خواص تکنولوژیکی آنها تاثیر بسزایی دارد. درحالتی که دانه غلات خشک باشند. فعالیت آنزیمی در آن تقریبا متوقف می ماند، اما به محض افزایش رطوبت و دما و شروع جوانه زنی دانه فعالیت آنزیمی به شدت افزایش می یابد.

آنزیمهای مهم در غلات شامل

۱- آمیلازها (آلفا و بتا آمیلاز)

محل اصلی این آنزیمها در جوانه است. درحالت عادی و فنی دانه سالم و جوانه نزده است. مقداری بتا آمیلاز در آن وجود دارد ولی آلفا آمیلاز در دانه بسیار ناچیز است. با شروع جوانه زنی مقدار بتا آمیلاز ثابت می ماند ولی مقدار آلفا آمیلاز به سرعت بالا می رود. بنابراین با تعیین مقدار آلفا آمیلاز به میزان جوانه زنی و احتمال آن در غلات پی می برند.

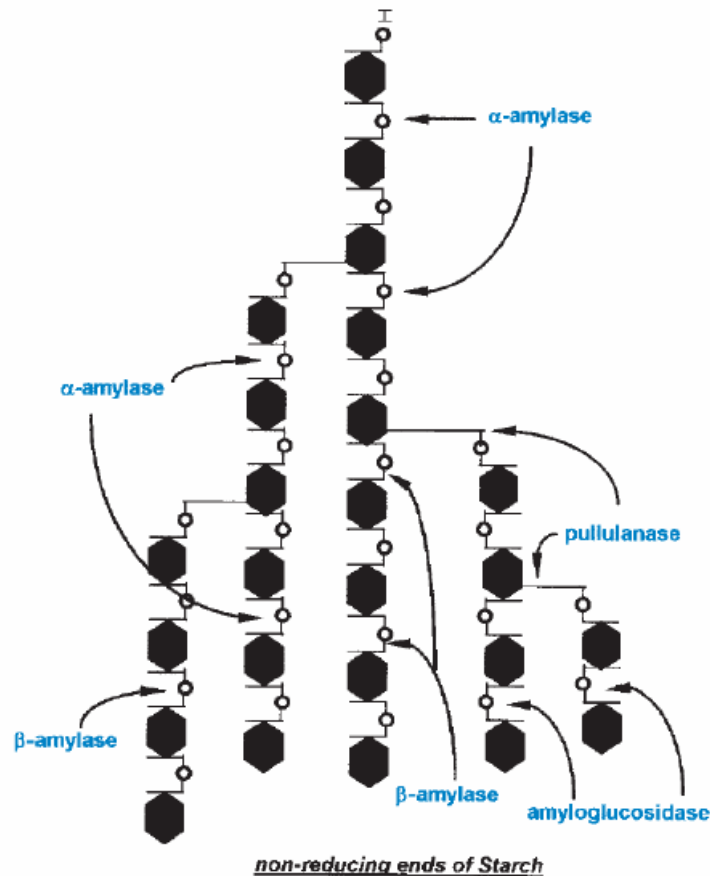
این دو آنزیم به صورت اندو (درونی) واگزو (بیرونی) عمل می نمایند و باعث تجزیه نشاسته می شوند (شکل ۶). لذا با تجزیه نشاسته مقدار قندها افزایش ولی مقدار نشاسته کاهش می یابد. تولید قندهای آزاد جهت فعالیت میکروارگانیسم ها لازم است و باعث افزایش رشد و نمو آنها می شود.



شکل ۶. مکانیسم کلی عمل آنزیمهای اندو و واگزو

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجدوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-
دانشگاه شیراز-

برخی آنزیمهای دیگر نیز که ممکن است منشاء آنها غلات نباشد بر نشاسته موثر اند که در شکل ۷ چگونگی اثر این آنزیمها آورده شده است.



شکل ۷. مکانیسم اثر آنزیمهای موثر بر نشاسته .

۲- پروتئاز و پپتیدازها

این آنزیمها بر روی پروتئین ها موثر است و باعث تجزیه پروتئین ها و پپتیدها به اسیدهای آمینه ، یا پپتیدهای کوچکتر می شود. این آنزیمها در صورت تا ثیر بر روی گلوتن باعث تجزیه آن می شوند و در نتیجه خاصیت نانوائی آنرا کاهش می دهند . تولید اجزاء کوچکتر پروتئین (پپتیدها و اسیدهای آمینه) باعث افزایش فعالیت میکروارگانسیم می شود.

۳- لیپازها

لیپازها باعث شکسته شدن چربی ها می شوند . فعالیت لیپاز ها باعث تولید اسید چرب آزاد می شود که در نتیجه اکسید اسیون آنها بوی صابونی و فساد در محصول ایجاد می شود. لیپازها در جوانه گندم زیاد وجود دارند.

۴-لیپوکسی ژنازها

لیپوکسی ژنازها واکنش پراکسیداسیون چربی های غیراشباع با اکسیژن را کاتالیز می کنند .این آنزیم باعث واکنش باندهای دوگانه چربی های غیر اشباع با اکسیژن می گردد. این آنزیم همچنین می تواند به تری گلیسریدها حمله کند و باعث آزاد سازی اسید چرب شود و یا به اسیدهای چرب آزاد موجود در محیط حمله کند و آنها را اکسید کند.

اینکه آنزیم لیپوکسی ژناز به اسید چرب آزاد حمله کند یا به تری گلیسرید ، بسته به منشاء آنزیم دارد . مثلاً" در صورتی که این آنزیم از سویا استخراج شود به تری گلیسرید ها حمله می کند در حالی که لیپوکسی ژناز گندم به اسیدهای چرب آزاد آن حمله می کند. به همین دلیل در نگهداری آرد غلات و آرد غلات حاوی آرد سویا باید دقت زیادی کرد.

نقش مهم دیگر این آنزیم مربوط به اثر بی رنگ کنندگی آرد است و به عنوان یک عامل رنگبر عمل می نماید. یعنی رنگ طبیعی آرد تازه را که گرمی است ، سفید می نماید که می تواند مفید باشد . البته آردسفید برای تولید ماکارونی مطلوب نیست چون رنگ ماکارونی زرد کهربایی است و لذا این مقدار آنزیم باید در آرد سمولینا حداقل باشد. اثر دیگر این آنزیم افزایش پایداری خمیر در برابر مخلوط شدن است (Mixing stability)

۵- فیتاز

این آنزیم برای فراوری نان و سایر محصولات حاصل از غلات بسیار مهم است . این آنزیم می تواند ترکیب فیتیک اسید (Phytic acid) را که یک ترکیب ضد تغذیه ای برای بدن انسان است تجزیه

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجدوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-
دانشگاه شیراز-

نماید. فیتیک اسید یک ترکیب حلقوی است و شکل ذخیره فسفر در گیاه است. حلقه مذکور یک اینوزیتول است که شش گروه فسفات به آن متصل است و شکل فضایی صندلی دارد. این ترکیب می تواند با یونهای فلزات دو یا چند ظرفیتی مانند آهن، روی، منیزیم، کلسیم و ... که وجود آنها برای سلامت عمومی، رشد و نمو و حفظ ساختار استخوانها لازم است واکنش دهد و آنها را با خود باند کند و لذا آنها را از دسترس بدن خارج کند. در صورت وجود فیتیک اسید در نان و یا سایر غذاها، یونهای مذکور به اندازه کافی به بدن نمی رسد و بدن با مشکلات متعددی نظیر پوکی استخوان، کم خونی، عدم توازن یونها در خون و ... مبتلا می شود. خوشبختانه در شرایط مساعد آنزیم فیتاز قادر است تا حدود ۶۰٪ فیتیک اسید را تجزیه کند. محصول عمل اینوزیتول است که یک ویتامین می باشد و فسفوریک اسید که دیگر قادر به ایجاد اتصال با یونهای فلزی نمی باشد.

۶- پروکسیداز و کاتالاز

این دو آنزیم در غلات وجود دارند. از H_2O_2 به عنوان سوسترا استفاده می کنند و کاربردهای آنها در غلات در حال بررسی است.

- لازم به ذکر است که جایگاه آنزیمها در غلات عمدتاً " در جوانه و لایه آلرون است.

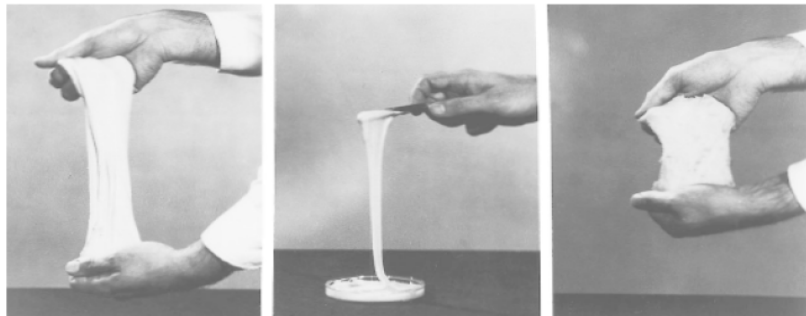
۷- مواد معدنی و املاح - ویتامین ها

مواد معدنی عمده در غلات به صورت فسفات و سولفات کلسیم، منیزیم، مس و روی می باشند. مواد معدنی عمدتاً در لایه آلرون یافت می شوند. به همین دلیل با افزایش درصد سبوس درآرد درصد خاکستر آن هم بالا می رود. مقدار آهن قابل مصرف در غلات کم است. ویتامین های گروه B، E، A ویتامین های مهم در غلات هستند. ویتامین B در سبوس بیشتر وجود دارد و ویتامین های A و E که محلول در چربی اند در جوانه به وفور یافت میشود. در واقع جوانه به عنوان غنی ترین منبع ویتامین E محسوب میشود.

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجدوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-
دانشگاه شیراز-

ترکیبات آنتی اکسیدانی بسیاری نیز در جوانه گندم و سایر غلات وجود دارد که اثر سلامتی زایی آنها
حائز اهمیت است .

کدام یک از شکل‌های زیر مربوط به گلوتن ، کدام یک گلوٹنین و کدام یک گلیادین است؟ چرا؟



فصل سوم : انبار داری و نگهداری غلات

دانه های غلات در واقع دانه هایی زنده هستند و در طی نگهداری پس از برداشت به تنفس خود ادامه می دهند و در نتیجه دانه دچار تغییراتی می گردد . خصوصاً " کربوهیدراتها تجزیه می شود و به گاز کربنیک و آب و مقداری انرژی تبدیل می گردد . حرارت حاصل باعث افزایش دمای محصول می شود که می تواند باعث تشدید تنفس دانه و نیز مساعد نمودن محیط برای رشد و نمو میکروارگانیسم ها گردد . حتی گاهی این حرارت می تواند باعث آتش سوزی و احتراق در محل نگهداری غلات گردد. آب حاصل از تنفس باعث مرطوب شدن محیط می گردد که به همراه حرارت ایجاد شده محیط مناسبی را برای رشد و نمو میکروارگانیسم ها فراهم می آورد . بعلاوه رطوبت و حرارت شرایط را برای جوانه زنی دانه فراهم می کند . گاز CO_2 تولید شده اگر از حد مشخصی بیشتر شود باعث از بین رفتن قوه نامیه (قابلیت جوانه زنی) دانه می شود باتوجه به مطالب مذکور دانه های غلات بایستی در شرایط مناسبی انبار داری شوند تا از فعالیت تنفسی بیش از حد آنها جلوگیری شود و نیز بتوان غلات را برای مدت طولانی (حتی سالها) نگهداشت . دلایل مهمی وجود دارد که بر اهمیت انبارداری غلات اشاره دارد :

۱- غلات (مثلاً " گندم) معمولاً در سال دوبار برداشت می شوند (کشت زمستانه و کشت بهاره) ولی در کل طول فصول سال مورد نیاز هستند. لذا با انبارداری مناسب می توان غلات را برای سایر فصول هم در اختیار داشت .

۲- گاهی به دلیل سیل و لایای طبیعی دیگر ممکن است محصول مزارع مختلفی از بین برود . لذا اگر مقدار کافی از غلات درسیلو نگهداری شود درچنین مواقعی مفید خواهد بود. حداقل می توان از آن به عنوان بذر استفاده کرد .

۳- گاهی آسیب یا بلایای طبیعی شامل منابع حیوانی یا سایر گیاهان می شود. در این صورت می توان از غلات انبارشدن به عنوان محصول جایگزین (Crop replacement) استفاده کرد.

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجذوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-دانشگاه شیراز-

روش های مختلف نگهداری غلات

۱- نگهداری غلات به روش خود به خود نگهداری (Self preservation)

در این روش با کاهش اکسیژن هوا ، امکان تنفس دانه را کم میکنند علاوه بر آن امکان فعالیت میکروارگانیسم های هوازی نیز کاهش می یابد. به این منظور می توان غلات را در کیسه های غیرقابل نفوذ به اکسیژن هوا بسته بندی کرد این کیسه ها از جنس پلی اتیلن بوده و ضخامت آنها حدود ۲/۵ میلی متر و گنجایش آنها به چند تن می رسد. در گذشته با حفر چاله هایی در مناطق مرتفع زمین (به دلیل کاهش رطوبت در مناطق مرتفع) دانه غلات را در چاله ریخته و روی آنها با خاک می پوشاندند . اگرچه احتمال حمله حیوانات موزی و حشرات وجودداشت ولی تنفس دانه به حداقل می رسید و رشد و نمو میکروارگانیسم های هوازی تا حدی متوقف می شد. گاهی هم با ایجاد حفره ای در تنه درختان قطور چنین کاری می کردند.

۲- ذخیره سازی غلات با استفاده از گازهای پرکننده گازهای پرکننده گازهای خنثی هستند که با ترکیبات دیگر واکنش نمی دهند . برای ذخیره سازی غلات با استفاده از این گازها ، محیط نگهداری غلات را با این گازها پر می کنند . در این صورت تنفس دانه ها و رشد و نمو میکروارگانیسم های هوازی متوقف می شود. مهمترین این گازها شامل گاز N_2 و CO_2 یا مخلوط آنها است . این روش ملزم هزینه زیادی است .

۳- استفاده از مواد شیمیایی جهت نگهداری غلات

در موارد محدودی (مثلاً " استفاده غلات برای غذای دام) می توان غلات را با نسبت مشخصی از اسیدهای آلی مانند اسید منوکرบอนیک ، اسید پروپیونیک ، اسید فرمیک و اسید سوربیک را به بصورت مرطوب با دانه های غلات مخلوط کرد . در این شرایط اسید از رشد و نمو میکروارگانیسم ها جلوگیری می کند، تنفس گیاه را متوقف می کند و البته باعث از بین رفتن قوه نامیه دانه هم می

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجذوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-دانشگاه شیراز-

شود. این روش علاوه بر هزینه بر بودن و نیاز به تکنولوژی پیشرفته ، برای استفاده غلات جهت انسان هنوز به کار رفته است . البته اثر خوردگی اسیدهای مصرفی بر تجهیزات موجود و ظروف و بدنه های مصرفی هم مورد جدی است که باید توجه داشت .

سیلوها

سیلو محل نگهداری و انبار غلات است . سیلوها به انواع مختلفی تقسیم بندی می شوند :

۱- سیلو های موقت

در این نوع سیلوها می توان محصول را تا چند ماه (مثلا ۴-۶ ماه) نگهداری کرد. این سیلوها چنانکه از اسم آنها مشخص است به طور موقت ساخته می شوند . مثلا" در مزارع (محل برداشت) ، در محل مصرف (کنار کارخانه تولید آرد یا غلات صبحانه ای و ... در محل بنادر ، پایانه ها (مثلا" ریل قطار ، کشتی ها و ...) مرزها که در نظر نداریم محصول را به طور طولانی مدت نگهداری کنیم . معمولا این سیلوها از جنس فلز هستند . گاهی هم یک مخزن به عمق تقریبی $1/5 - 1$ متر ساخته می شود که کف آن بتونی است و غله را در داخل آن ریخته که ارتفاع غله تا ۷-۴ متر هم بالا می رود. سپس روی غله را با پوششی از جنس پارچه ضد آب ضخیم از جنس پلی اتیلن می پوشانند. برای جلوگیری از آلودگی آفات می توان محموله را با قرص فسفید آلومنیوم (به میزان یک گرم ماده موثر به ازاء هر تن گندم) ضد عفونی کرد . انتقال گندم از کامیون به محل مخزن به کمک تسمه نقاله صورت می گیرد و از محل مخزن به کامیون از انتقال دهند های مارپیچی یا حلزونی استفاده می شود. این روش نگهداری را روش **Bunker storage** (روش نگهداری غله در فضای باز) نیز می گویند.

۲- سیلوهای دائم

این سیلوها یا از جنس فلز هستند و یا بتون که جنس آنها از بتون مسلح است .

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجذوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-دانشگاه شیراز-

سیلوهای بتونی : یکی از مطمئن ترین و مقاومترین روش ذخیره سازی غلات است . در این روش از یک یا چند مخزن استوانه ای یا چندضلعی که اصطلاحاً "به آن کندو می گویند استفاده می شود. کندوها به صورت به هم چسبیده یا با فاصله هستند. از فواصل بین کندوها هم می توان به عنوان یک کندوی موقت استفاده کرد. ظرفیت سیلوهای بتونی ۵۰۰ تا ۵۰۰۰ تن می باشد و ارتفاع آنها از ۲۴ تا ۶۰ متر متغیر است . قطر سیلوهای بتونی حدود ۸ تا ۱۲ متر است . سیلوه‌ها معمولاً از بالا و از طریق انتقال دهنده های سطلی یا مارپیچی پر می شوند . ابتدا گندم ورودی در مخازنی در کنار سیلوه‌ها (نزدیک به زیر سیلوه‌ها) ریخته می شود. سپس از طریق بالا برهای مذکور گندم به ارتفاع بالای سیلوه‌ها منتقل و از آنجا به داخل سیلو می ریزد . خروج مواد از قسمت انتهایی سیلو صورت می گیرد که به شکل کشو است . کندوها به یکدیگر مرتبط می باشند و در داخل آنها کنترل عوامل مختلف به سادگی امکان پذیر است . سیستم انتقالی بین سیلوهای مختلف وجود دارد و می توان غلات را از سیلویی به سیلوی مجاور منتقل گردد که به این عمل هوا دهی می گویند . سیستم انتقال دانه ها در سیلوه‌ها گاهی به روش پنوماتیک صورت می گیرد.

در صورتی که رطوبت که ورودی به سیلو بیش از ۱۸ درصد باشد نباید آنرا انبار کرد. چون باعث آسیب به غله و جوانه زنی می شود. در این صورت باید غله را تارسیدن به رطوبت ۱۴٪ (در مناطق مرطوب) و ۱۲/۵٪ (در مناطق خشک) خشک نمود. لذا داشتن تجهیزات خشک کن در سیلوه‌ها لازم است که عمدتاً با استفاده از بستر سیال این کار انجام می شود.

مزایای سیلوهای بتونی

- ۱- این سیلوه‌ها دائمی هستند و سالیان سال ماندگاری دارند.
- ۲- مقاومت در برابر تغییرات جوی ، محیطی ، آب وهوایی بالایی دارند.
- ۳- ضریب انتقال حرارت پائین است لذا داخل سیلوه‌ها کنترل دما به راحتی امکان پذیر است .
- ۴- محافظت غلات در برابر جوندگان ، حشرات و... به خوبی صورت می گیرد.

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجذوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-دانشگاه شیراز-

- ۵- تخلیه و بارگیری درسیلوهای بتونی مجهز بسیار سریع و آسان است .
- ۶- اختلاط گندم به منظور حفظ کیفیت مورد نظر به خوبی امکان پذیراست .

معایب سیلوهای بتونی

- ۱- هزینه بسیار بالای ساخت و نگهداری ونیز زمان بالا برای ساخت
- ۲- احتمال ایجاد ترک در بدنه در اثر زلزله و ... زیاد است .
- ۳- مکان سیلوه‌ها ثابت است ، لذا در صورت پیشرفت شهرها و یا تغییرات محل زراعت و ... امکان دارد سیلو را غیر استفاده کند .

سیلوهای فلزی

استفاده از سیلوهای فلزی یک روش دیگر جهت نگهداری غلات است . جنس این سیلوه‌ها از فولاد یا آلیاژهای آلومینیومی است و ظرفیت آنها به ۱۰۰۰ تن می رسد . بنابراین در کل استحکام و ظرفیت کمتری نسبت به سیلوهای بتونی دارند. می توانند به عنوان سیلوهای موقت در هر جا که لازم باشد به کار روند.



مزایای سیلوهای فلزی

- ۱- نسبت وراه اندازی آن آسان و سریع است .
- ۲- هزینه کمتری نسبت به سیلوهای بتونی دارد.
- ۳- قابل حمل و نقل به محل مورد نظر است .

معایب سیلوهای فلزی

۱- انتقال حرارت بالا دارد لذا تحت تاثیر تغییرات آب و هوایی قرار می گیرد.

۲- ظرفیت بالایی ندارد

۳- احتمال خوردگی دیواره ها وجود دارد .

در مورد سیلوهای فلزی که بدنه انتقال حرارت را به راحتی انجام می دهد مشکل این است که وقتی هوای بیرون گرم است و دیواره و سقف سیلو بسیار داغ میشود، بنابراین هوای داخل سیلو در مجاورت دیواره ها گرم میشود. اما چون دانه های گندم ظرفیت گرمایی بالایی ندارند از هوای اطراف سردتر می مانند . هوای گرم ایجادشده به روی سطح دانه های سرد می خورد و تبدیل به شبنم می شود و سطح دانه ها خیس می شود که مطلوب نیست . همچنین احتمال جوانه زدن و رشد میکروارگانیسم ها هم زیاد می شود. با رشد میکروارگانیسم ها دما بالا می رود. از طرفی در زمستان و فصول سرد وقتی هوای بیرون سیلو سرد است ، دانه های داخل سیلو کمی گرمتر از هوای اطراف خود هستند. هوای سرد رطوبت زیادی در خود نگه می دارد و وقتی به سطح دانه ها که گرمتر است برمی خورد ، رطوبت خود را از دست می دهد و به صورت شبنم یا عرق روی سطح دانه ها قرار می گیرد و سطح آنها را خیس می کند .

مشکلات حاصل از عرق کردن گندم :

۱- وقتی در جایی رطوبت بالا برود احتمال رشد و نمو میکروارگانیسم ها زیاد می شود. از جمله

کپک ها .

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجذوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-دانشگاه شیراز-

۲- به علت متابولیسم های میکروارگانسیم های موجود، گرما ایجاد می شود و در اثر گرمای حاصل جوانه گندم سیاه می شود و می سوزد . یعنی دانه قوه نامیه خود را از دست می دهد .

برای سیلوهای دائم و موقت تجهیزات مختلفی مورد نیاز است که شامل :

۱- محلی به نام دریافت (Receiving place) جایی که کامیون های حاوی غله بتوانند وارد محل سیلو شوند . این محل برای ورود تدریجی و آرام و حتی اقامت شبانه کامیونها باید در نظر گرفته شود. لذا به دلیل ایجاد ترافیک باید دور از محل شهرها و تردد عمومی باشد.

۲- سیستم توزین

سیلوهها باید مجهز به سیستم توزین (باسکول) باشند که کامیون به همراه بارش بتواند روی آن برود و وزن بشود که چه مقدار گندم تحویل سیلو داده شده است .

۳- نمونه برداری

جهت تعیین خصوصیات کیفی گندم یا هر غله دیگر که وارد سیلو می شود باید تجهیزاتی برای نمونه برداری صحیح وجود داشته باشد. یکی از این تجهیزات Automatic sampler است که در این روش کامیون یا قطار یا هر وسیله ای که گندم را به داخل سیلو می برد در زیر دستگاه نمونه بردار می رود و یک میله طویل (۲-۱/۵ m) از بالا وارد محموله می شود و روی این میله توخالی حفرات متعددی است که گندم از طریق آن وارد لوله می شود ، سپس حفرات بسته می شود و میله توخالی که حالا پر از گندم شده از محموله خارج می شود و برای آزمونهای بعدی به آزمایشگاه برده می شود.

روش دیگر با استفاده از یک میله دستی به نام بمبو است که عمل فوق را به طور دستی انجام می دهد . البته دقت کار و سرعت عمل روش قبلی بسیار بیشتر است .

پس از نمونه برداری برای انجام آزمونهای مختلف نمونه گندم را به نمونه های کوچکتر تقسیم بندی می کنند. روش های مختلفی برای این کار وجود دارد اما می توان از دستگاهی به نام

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجذوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-دانشگاه شیراز-

Boerner هم استفاده کرد که نمونه گندم را در آن می ریزند و دستگاه نمونه را براساس وزن به نمونه های کوچکتری تقسیم بندی می کند.

انجام آزمونهای کنترل کیفیت در سیلوها

گندم ورودی به سیلو باید یک سری مشخصات خاص داشته باشد که بتوان آنرا انبار کرد مثلا تعیین افت مفید و غیرمفید و یا رطوبت که در زیر به آن اشاره می شود.

۱- کنترل رطوبت

در حال حاضر طبق استاندارد موجود رطوبت گندم حداکثر باید ۱۲/۵٪ برای مناطق خشک و حداکثر ۱۴٪ برای مناطق مرطوب باشد. در غیر این صورت نمی توان آنرا انبار کرد و باید گندم را خشک نمود. در جدول زیر ماکزیمم رطوبت قابل قبول چندغله آورده شده است رطوبت بالا باعث جوانه زنی سریع دانه میشود و نیز باعث رشد ونمو میکروارگانسیم است که نه تنها باعث آسیب به دانه ها می شود ، افزایش مجدد دما را باعث می شود.

۲- عدم وجود آفات در محصول

مثلا وجود تخم علف های هرز، کاه و کزل ، سنگ ، حشرات و جانوران می توانند به کل محصول موجود در سیلو آسیب بزنند. مثلا آلودگی گندم به سیاهک یا تخم سر شکافته بسیار خطرناک است و باعث بروز بیماری و حتی سرطان در افرادی که در سیلو کار می کنند می شود.

۳- میزان پروتئین

شاخص کیفی گندم پروتئین آن است . در بعضی از سیلوهها که از گندم برای تهیه آرد استفاده شود و یا برای تعیین قیمت در بعضی موارد ، پروتئین گندم می تواند شاخص برای طبقه بندی گندم

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجذوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-دانشگاه شیراز-

ورودی باشد . مثلا سیلو دار بدانند در کدام کدو ها گندم با پروتئین پائین و در کدام گندم با پروتئین بالا وجود دارد.

جدول ۲. بیشترین مقدار رطوبت قابل قبول برای چندغله مختلف

نوع غله	گندم	ذرت	جو	جودوسر	سرگوم	برنج
بیشینه رطوبت (%)	٪۱۴	٪۱۳	٪۱۳	٪۱۳	٪۱۳	٪۱۳ - ۱۲

- چرا اعداد جدول فوق برای غلات مختلف متفاوت است ؟

اولین عامل برای نگهداری غلات کنترل رطوبت است . رطوبت باعث جوانه زنی دانه می شود و شرایط مساعدی جهت فعالیت میکروبی فراهم می آورد . اگر رطوبت دانه ها از حد مشخص شده در استاندارد بالاتر باشد باید به کمک سیستم خشک کن رطوبت دانه ها را به حد استاندارد رساند . برای این کار سه روش خشک کردن وجود دارد :

۱- استفاده از دمای پائین برای خشک کردن دانه ها

در این روش معمولا از دمای هوای محیط برای خشک کردن استفاده می شود.دانه ها معمولا به روش بستر سیال خشک می شوند . هوای محیط به کمک یک سری فن های قوی از زیر به دانه ها می خورد و دانه ها به تدریج خشک می شوند چون از دمای هوای محیط استفاده می شود ، زمان زیادی برای خشک کردن محصول به کار می رود. اما مزیت این روش آن است که نیاز به هیچ سیستمی برای ایجاد گرما نداریم و آسیب ممکن در اثر گرم شدن دانه ها بوجود نمی آید.

۲- استفاده از دمای بالا برای خشک کردن دانه ها

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجذوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-دانشگاه شیراز-

در این روش معمولاً از هوای با دمای 60°C - 65°C استفاده می شود و دانه ها خیلی سریع در اثر حرارت خشک می شوند . مصرف سوخت برای افزایش دما یک عیب این روش است و همچنین در اثر استرسی که به دانه ها وارد می شود ممکن است سطح دانه چروک برمی دارد و پروتئین های آن دی نیچر می گردد و به دانه آسیب حرارتی می رسد .

۳- استفاده از هر دوروش فوق که به آن Dry aeration (هوادهی خشک) گویند.

این روش برای دانه های حساس مناسب می باشند (مانند برنج) . در ابتدا که رطوبت دانه ها بالاست از هوای گرم برای خشک کردن دانه ها استفاده می شود . برای مدت کوتاهی مثلاً ۱۵ دقیقه تا یک ساعت (تا زمانی که رطوبت به حد مشخصی برسد که آسیب حرارتی اتفاق نیفتد . بعد از آن از هوای سرد استفاده می شود . این روش مضررات دو روش قبلی را ندارد و ترکیبی از دما و زمان استفاده می شود.

آلودگی دانه ها نیز مشکل مهمی در انبارداری است . هنگامی که دانه ها از مزارع برداشت می شوند دارای آلودگی های مختلفی به صورت افت مفید و غیر مفید هستند . بهتر است قبل از انبار کردن دانه ها در سیلوها ، دانه ها به طور مقدماتی (Pre - cleaning) تمیز شوند . بنابراین نیاز به تجهیزات اولیه ای برای بوجاری محصول در سیلو وجود دارد.

به دلایل مختلفی آلودگی های همراه غلات می توانند در حین سیلو کردن مشکل ساز باشند :

۱- آلودگی های همراه گندم مانند سنگ ، کاه ، کزل و بخشی از فضا را اشغال می کند و اگر

جداسازی شوند فضای مفید بیشتری در اختیار قرار می دهند .

۲- معمولاً همراه این آلودگی ها گرد و خاک هم هست و در اثر اصطکاک دانه ها باهم و گرم شدن

آنها احتمال بروز آتش سوزی در سیلو پیش می آید.

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجذوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-دانشگاه شیراز-

۳- افت همراه گندم مثل سنگ ، چوب و می تواند پس از جداسازی دارای ارزش اقتصادی برای سیلو باشد ، مثلا به مصرف غذای دام برسد و ... و در نتیجه در صورت جداسازی منفعت اقتصادی خواهد داشت .

۴- افت همراه گندم گاهی همراه با حشرات ، تخم حشرات و جانوران موذی است که اگر جداسازی نشود ، احتمال آسیب رسیدن به کل دانه های موجود در سیلو را بوجود می آورد.

از آنجا که هدف از بوجاری درسیلوه تنها جداسازی افت های جاگیر (مثل سنگ ، چوب و ...) و افت های مضر است بیشتر اوقات از یک بوجاری مقدماتی استفاده می شود که عمدتا با عبور دانه ها از یک سری الک امکان پذیر است .

دستگاه اسکالپراتور (Scalperator) یک دستگاه بوجاری در سیلو است که کارالک را آنجا می دهد و تعدادی الک با اندازه ذرات مش متفاوت روی هم سوار شده اند و تا حد امکان افت را جدا می کنند .

انتقال گندم به سیلو

برای ورود گندم به داخل سیلوه معمولا از تسمه نقاله استفاده میشود. می توان از تسمه تفاله های مارپیچی استفاده کرد که با حرکت مارپیچی (Screw conveyor) خوددانه ها را به جلو می برد . سیستم پنوماتیک نیز گاهی برای انتقال گندم به داخل سیلو استفاده می شود که با کمک یک مکش قوی گندم را به ارتفاع بالای سیلو هدایت می کند .

استفاده از بالابرهای سطلی (Bucket elevator) یا تسمه نقاله های معمولی Belt elevator هم کاربرد زیادی درسیلوه دارند .در مواقعی هم از نقاله های زنجیره ای (Chain conveyor) استفاده میشود.

در دیواره ی سیلوه امکاناتی وجود دارد که از داخل گندم درون سیلو بتوان نمونه برداری کرد.

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجذوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-دانشگاه شیراز-

از آنجا که درسیلو همیشه مقداری گرد و خاک وجود دارد، باید سعی شود این گرد و خاک کم شود چون نه تنها مشکلات تنفسی برای کارکنان سیلو بوجود می آورد بلکه احتمال آتش سوزی هم هست. لذا از سیستم های تهویه هوا و فیلترهای مخصوص به این منظور استفاده میشود. گاهی هم کمی آب یا مخلوط آب و روغن بر روی سطح دانه ها و سایر سطوح می پاشند تا گرد و خاک بلند نشود. البته این کار زیاد توصیه نمی شود، چون ممکن است بر خصوصیات تکنولوژیکی گندم اثر منفی بگذارد. درسیلوهها باید تجهیزاتی جهت تعیین رطوبت نسبی و دمای محیط وجود داشته باشد که باید داخل سیلو را کنترل کند. بعلاوه امکاناتی برای خاموش کردن آتش سوزی احتمالی، درهای خروج اضطراری، آسانسور و تجهیزات تعیین ارتفاع گندم درون سیلو لازم است.

خروج گندم از سیلوهها

گندم معمولا از زیر سیلو تخلیه می شود. در زیر سیلوهها دریچه هایی وجود دارد که به شکل قیف یا استوانه است و با باز شدن دریچه ها گندم شروع به تخلیه می کند و درون کامیون می ریزد. وقتی مقطع خروجی سیلو شیب دار (قیف شکل) باشد، ممکن است با خروج گندم مشکل ایجاد شود. دانه های خروجی در زیر محل خروج سیلو به شکل تپه قرار می گیرند. زاویه میان سطح زمین و شیب تپه را زاویه رپوز می گویند. (زاویه شیب غلات با سطح افق) که این زاویه برای بیشتر غلات حدود 27° است. اگر دانه ها خیس خورده باشند یا کوچک باشند این زاویه کمتر از 27° می شود. در صورتی که زاویه قیف خروجی سیلو کمی بیشتر از زاویه رپوز باشد، جریان خروجی دانه ها با مشکل روبرو نمی شود.

کنترل دمای سیلو هم عامل مهمی در نگهداری دانه های غلات است. در سیلوهها باید دما زیر 17°C نگهداشته شود و در غیر صورت باید با استفاده از تجهیزات خنک کننده دما را به حد مذکور رساند. اگر دما یا رطوبت از حد مشخص بالا رود معمولا عمل هوا دهی در سیلو انجام می شود. یعنی محتویات یک

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجذوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-دانشگاه شیراز-

کندو را به کندوی دیگر منتقل می کنند و در اثر این کار دانه ها جابجا می شوند و هوا دهی می شوند که دما پائین می آید و رطوبت تعدیل می شود.

همچنین باید در سیلو ها رشد و نمو میکروارگانیسم ها و رشد حشرات را هم کنترل کرد در اثر بالا رفتن رطوبت ممکن است رشد و نمو قارچ ها را داشته باشیم که مهمترین آنها *Aspergillus* . (شرایط لازم $26-30^{\circ}C$ دما و $RH = 68-85\%$) ، *Penicillium* و $26-30^{\circ}C$ دما و $RH =$ (*Fusarium* و *Rhizopus*) 80 – 90 است .

برای مقابله با رشد میکروارگانیسم ها باید دما زیر $17^{\circ}C$ باشد و رطوبت هم کنترل شود. اگر در سیلو دما به صورت نقطه ای بالا برود نشان می دهد در آن محل عمل جوانه زنی یا رشد میکروارگانیسم ها اتفاق افتاده است . باید دمای نقاط مختلف یک سیلو از ۱ تا $1/5$ درجه سانتی گراد باهم اختلاف نداشته باشند.

به طور کلی انبارهای نگهداری گندم به دو شکل انبار ساده و انبار مکانیزه وجود دارند. این انبارها به اشکال مختلفی ممکن است ساخته شوند و دارای تجهیزات مختلفی می باشند:

۱- انبارهای ساده :

این نوع انبارها ساده ترین و ابتدایی ترین نوع می باشند که ممکن است از گل رس تهیه شوند و بایستی محلی برای بارگیری و محلی برای خروج غله داشته باشند. این نوع انبارها برای نگهداری مقدار کم غلات به خصوص هنگامی که رطوبت آنها اندک است مناسب می باشند. در انواع مجهز این نوع انبارها ، معمولاً " انبار دارای سقف است و سقف آنها از کاه گل ، چوب ، ایراینت ، فلز ، سیمان یا آسفالت پوشانده می شود. کف انبار را هم می توان با سیمان ، آسفالت و قیر گونی ایزوله نمود و بهتر است سطح انبار حدود یک متر از سطح زمین بالاتر باشد تا از حمله حیوانات موزی و نفوذ آب جلوگیری گردد. در این حالت غله به صورت فله ای تا ارتفاع ۲ تا ۵ متر یا به صورت کیسه ای در درون انبار که معمولاً " گنجایش ۴۵۰ الی ۱۰۰۰ تن را دارد چیده می شود. معمولاً محفظه انبار دارای دریچه

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجذوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-دانشگاه شیراز-

هایی جهت تهویه هوا است و ممکن است با استفاده از دیوارهای پیش ساخته فضای انبار را به اتاق های کوچکتر (و در صورت نیاز به اتاقی بزرگتر) تقسیم بندی کرد. در صورتی که محصول درون کیسه به داخل انبار منتقل شود جهت حفظ مسائل ایمنی ، تهویه و کنترل بهتر و بهداشتی باید کیسه ها بر روی پالت قرار گیرند. ارتفاع ، تراکم و وزن کیسه ها به ویژگی غله مورد نظر خصوصا" رطوبت آن ، رطوبت نسبی هوا ، شرایط آب و هوایی و محیط انبار بستگی دارد. مثلا" در صورتی که رطوبت دانه ها ۱۵-۱۶٪ باشد تعداد کیسه هایی که روی هم چیده می شوند نباید بیشتر از ۴ کیسه باشد.

استفاده از پالت برای نگهداری محصول چه مزایایی دارد ؟

در صورت انبار داری غلات به صورت فله ای ، رطوبت غله ، رطوبت نسبی هوا و سایر عوامل تاثیرگذار می باشند . بنابراین زیر و روکردن محصول و تهویه مطلوب بر ماندگاری غله موثر است . اگر رطوبت محصول بالا باشد (مثلا ۱۸٪) ارتفاع غله نباید از یک متر تجاوز کند.

۲- انبارهای مکانیزه یا مجهز

در صورتی که مقدار محصول زیاد و مدت زمان نگهداری آن نسبتا طولانی باشد. انبارهای مکانیزه کاربرد مناسبی دارند. این نوع انبارها گاهی سیلوی افقی نامیده می شود. به دو دسته عمده انبارهای تمام مکانیزه و انبارهای نیمه مکانیزه تقسیم بندی می شوند. در انبارهای مکانیزه ، غله وارد حفره تخلیه میشود و سپس توسط دستگاههای بالا بر به بالا منتقل می شوند و وارد قسمت تقسیم کننده می گردد و در امتداد طولی تقسیم می شود . عمل توزین ، تخلیه و پرکردن انبار به آسانی و به طور تمام اتوماتیک قابل انجام است . در انبارهای نیمه مکانیزه تخلیه غله به کمک لودر و یا جک های مخصوص صورت می گیرد. در این انبارها عمل تخلیه بار بر اساس نیروی وزن غله صورت نمی گیرد، در حالی که در انبارهای مکانیزه با توجه به شیب کف انبار و فشار باد عمل تخلیه به کمک نقاله های مخصوص صورت می گیرد. انبارهای مکانیزه مجهز به سیستم های تهویه هوا و کنترل دمایی هستند و امکان ضد عفونی کردن انبار به راحتی امکان پذیر است .

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجذوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-دانشگاه شیراز-

حشرات در انبار

حشرات می توانند در داخل دانه های غلات تخم گذاری کنند و در نتیجه با چشم دیده نمی شوند. گاهی هم روی دانه ها زندگی می کنند. انواع مختلفی از حشرات در سیلوها زندگی می کنند که سوسک بالدار ، شپشک گندم ، کنه ... جزء آنها است .

مقابله با حشرات در سیلوها

۱- رعایت کامل بهداشت محیط

خاک درون سیلوها می تواند مکان مناسبی برای رشد میکروارگانیسم ها و تخم حشرات باشد لذا باید تا حدا مکان همه جا ، حتی زیر پله ها و... از گرد و خاک عاری باشد و نور کافی وجود داشته باشد.

۲- روش های فیزیکی برای از بین بردن حشرات

در این روش می توان از دمای زیر $10^{\circ}C$ برای کاهش فعالیت حشرات استفاده کرد. در این شرایط حشرات به خواب می روند و تولید مثل نمی کنند.

- استفاده از دستگاه انتولتر (Entoleter) که محصولی که حشره زده را درون این دستگاه می ریزند و دستگاه با چرخش خود حشرات را به دیواره اطراف دستگاه پرت می کند و حشرات از بین می روند و از دانه ها جدا می شوند .

- استفاده از اشعه گاما که می تواند تخم حشرات را از بین ببرد.

- هوا دهی دانه ها که می تواند از تجمع حشرات در یک محل و تولید مثل آنها جلوگیری کند.

۳- استفاده از روش های شیمیایی Fumigation

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجذوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-دانشگاه شیراز-

در این روش با استفاده از سموم حشرات و یا تخم آنها را از بین می برند . این روش به سه صورت قابل استفاده است :

۱- استفاده از گاز (Smoking or Gaseous Fumigation)

چند نوع گاز سمی در سیلوها قابل استفاده است که باعث از بین رفتن حشرات می شود . یکی از انواع مهم آن گاز methyl Bromide است . بسته به اینکه ساختمان سیلو چه اندازه است و مقدار غله مورد استفاده چقدر باشد مقدار مصرف این گاز متفاوت است که معمولاً روی بسته بندی آن نوشته شده است :

- برای ساختمان سیلو $2-1/6 \text{ kg}$ برای مدت ۱-۲ روز

$$100 \text{ M}^2$$

- برای گونی یا کیسه ها (گندم درگونی) 50 g برای هر تن کیسه اما در کل برای تعیین مقدار گاز لازم ابتدا باید محیط ساختمان را داشته باشیم .

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجذوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-دانشگاه شیراز-

آسیاب کردن گندم (Wheat milling)

آسیاب کردن دانه های گندم به دو روش خشک و مرطوب انجام می گیرد. در روش آسیاب خشک گندم آرد می شود ولی آسیاب مرطوب برای جداسازی چربی و پروتئین از دانه ها به کار می رود. مانند جداسازی چربی از دانه های ذرت. در این درس آسیاب خشک توضیح داده می شود چون هدف آرد سازی است.

تجهیزات مورد استفاده در آسیاب خشک بسته به سختی و نرمی دانه ها متفاوت است. جهت آسیاب انواع گندم های سخت، سیستم آسیاب در موارد جزئی مانند فاصله بین غلطک های خرد کننده و نرم کننده دانه ها، الک ها، نیروی مورد نیاز جهت آسیاب، رطوبت گندم و رودی و ... با یکدیگر تفاوت دارند و لذا آسیاب انواع مختلف گندم منحصر به فرد می باشد. اگر چه برخی آسیابها به نام Compound mill نیز وجود دارند که قابلیت انطباق با انواع مختلف گندم را دارا می باشند.

آسیاب گندم یک هنر باستانی است که امروزه به صورت یک علم پیشرفته درآمده است. عمل آسیاب کردن گندم شامل بوجاری، نم زنی، خرد کردن، الک کردن، تبدیل اندوسپرم به ذرات بسیار کوچک آرد، جدا سازی سبوس و جوانه از اندوسپرم و در نهایت بسته بندی آرد می باشد. در زیر این مراحل توضیح داده می شود:

ورود گندم به کارخانه:

از گندم ورودی به کارخانه ابتدا نمونه برداری می شود و در آزمایشگاه اطلاعاتی راجع به درصد رطوبت گندم، مقدار پروتئین کل، افت کل، افت مفید و غیر مفید تهیه می گردد. از آنجا که گندم ورودی معمولاً بلافاصله آرد نمی شود، در کارخانه آرد سازی تعدادی سیلو (به شکل دائم یا موقت) وجود دارد که گندم در آنها انبار می شود. بنابر این گندم ورودی بایستی دارای خواصی باشد که بتوان

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجذوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-دانشگاه شیراز-

آنرا برای مدیت (تا چند ماه) انبار نمود. رطوبت کمتر از ۱۲/۵٪، عادی از آلودگی ها و ... (قبلاً در بحث سیلو توضیح داده شد).

در بسیاری از کارخانجات آرد گندم را بر اساس درصد پروتئین آنها انبار می کنند. دلیل این امر این است که درصد پروتئین گندم ارتباط مستقیمی با خواص عملکردی آرد حاصل دارد. بر این اساس برخی از کارخانجات تولید مواد غذایی، آرد مورد نیاز خود را بر اساس درصد پروتئین آن سفارش می دهند.

بوجاری گندم:

در تهیه آرد، گندم بایستی کاملاً و تا حد امکان تمیز شود. بنابر این یک کارخانه تولید آرد دارای تجهیزات بسیاری جهت بوجاری گندم است. این کار معمولاً به روش های مختلف و با استفاده از خواص مختلف گندم و ناخالصی های همراه با آن انجام می پذیرد که در زیر به آن اشاره می شود:

۱- استفاده از آهن ربا:

جهت جداسازی اجزاء فلزی مانند میخ، سوزن و قطعات دیگر آهنی که همراه با گندم باشد. این کار معمولاً در ابتدای ورود گندم بر سایر مراحل بوجاری انجام می شود تا از آسیب سایر تجهیزات بوجاری و یا ایجاد جرقه در اثر سایش قطعات فلزی به یکدیگر و با بدنه تجهیزات بوجاری جلوگیری شود.

۲- الک ها با اندازه ذرات مختلف:

اساس جداسازی اندازه و ابعاد ذرات است. به کمک الک ها و اندازه ذرات آنها از بالا به پائین کاهش می یابد که به صورت چند سری بر روی هم سوار هستند می توان تا حدی کاه، برگ، علف های هرز، دانه های بزرگتر از گندم مانند چاودار، جو ذرت و سویا و یا اجزاء کوچکتر از گندم مانند ذرات شن و خاک و بذر علف های هرز را جدا نمود.

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجذوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-دانشگاه شیراز-

۳- آسپیراتور (Aspirators) :

اساس جداسازی مواد وزن آنها و رفتار آنها در برابر جریان هوا می باشد. در این روش به زیر توده گندم همراه با ناخالصی جریانی از هوا وزیده می شود و این عمل باعث معلق شدن تمامی دانه ها می شود. جریان هوا طوری تنظیم شده است که اجزاء سبک مانند ذرات خاک، برگ، گاه و دانه های گندم شکسته یا سبک در هوا معلق باقی می مانند ولی دانه های گندم و سایر اجزاء سنگین تر سقوط می کنند. هوای حاوی ناخالصی ها از بالا مکیده و جدا می شود.

۴- جدا کننده های صفحه ای یا تریور (Disk separator or trieur) :

اساس جداسازی در این روش طول و اندازه دانه ها است. در این روش تعداد زیادی صفحه (دیسک) پشت سر هم به طور افقی قرار دارند که در حال چرخش از بالا به پایین می باشند. بر روی هر دیسک تعدادی حفره یا شیار به ابعاد دانه های گندم وجود دارد. وقتی گندم به همراه ناخالصی ها بر روی این دیسک ها می ریزد، تنها دانه های گندم است که می تواند داخل حفره ها جای بگیرد. دانه های بزرگتر مثل جو و چاودار در این حفره جا نمی شوند و به بیرون می افتند. دانه های کوچکتر از گندم هم در صورت ورود به این حفره ها در حین چرخش دیسک از داخل حفره به بیرون می افتند و تنها دانه های گندم سوار بر دیسک ها به مسیر بعد منتقل می شود.

۵- شن گیر (Destoner) :

برخی دانه های شن اندازه ای مانند دانه گندم دارند. بنابر این طبق روش های قبلی قابل جداسازی نمی باشند. دستگاه شن گیر به این منظور تعبیه شده است. این دستگاه دارای انواعی است. اساس کار اختلاف در دانسیته ذرات است. این دستگاه دارای یک سطح شیبدار است که دارای حرکت

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجذوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-دانشگاه شیراز-

رفت و برگشتن (لرزشی) است. در اثر این امر ذرات شن، ماسه و ناخالصی های سنگین تر از گندم به پائین صفحه شیبدار سقوط می کنند و دانه های گندم در بالای سطح شیبدار جمع آوری می شوند. این نوع دستگاه شن گیر به نام gravity table معروف است. در نمونه هایی از آن جریان آب برای تسهیل جداسازی شن و ماسه به کار می رفت که امروزه کاربرد زیادی ندارد. در یک نوع دیگر آن از وزش هوا برای جداسازی شن و ماسه از گندم استفاده می شود. بدین صورت که جریان هوا معلق نگاه می دارد ولی ذرات شن و ماسه بر روی سطح باقی می ماند و لذا مسیر حرکت آنها منحرف می شود.

۶- دستگاه جدا کننده بذر علف های هرز (سیاهدانه گیر):

در این روش بر اساس اختلاف در وزن ذرات، ناخالصی ها جدا می شوند. گندم مورد نظر و ناخالصی های همراه وارد یک سری مخلوطهای متحدالمرکز می شود و در داخل آن دارای حرکت گردابی می شود. اجزاء سبکتر به مخروطهای خارجی تر پرتاب می شوند و آن مسیر را طی می کنند و ذرات سنگین تر از مخروطهای مرکزی حرکت می کنند تا نهایتاً از خروجی های متفاوتی در انتهای مسیر جدا سازی شوند.

۷- دستگاه خراش دهنده یا برس زنی (Scourer):

دستگاهی است که به منظور جداسازی ناخالصی های چسبیده به سطح دانه های گندم به کار می رود. اساس کار سایش سطح دانه ها است. این کار معمولاً درون استوانه های مشبکی انجام می شود که در داخل آنها تعدادی برس وجود دارد. سطح دانه های گندم به این برس ها سائیده می شود و گرد و غبار، کپک و گل و سایر آلودگی های سطحی از گندم جدا می شود. معمولاً در داخل استوانه ها جریان هوا جریان دارد که این ناخالصی ها را به بیرون از استوانه هدایت می کند.

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجذوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-دانشگاه شیراز-

جهت جداسازی ناخالصی های سطح دانه ها، در قدیم دانه ها را با آب شستشو می دادند که به دلیل افزایش حجم فاضلاب کارخانه و کاهش کیفیت، گلوتن این روش امروزه منسوخ شده است.

۸- انتولتر (Entolter):

اساس کار اختلاف در دانسیته ذرات است و هدف جداسازی اجزاء سبک باقی مانده در گندم است. این دستگاه مانند یک سانتریفوژ عمل می کند و با چرخاندن دانه ها درون یک محفظه مشبک با اندازه سوراخهای بسیار ریز، ذرات سبکتر به اطراف پرتاب شده و از سوراخهای موجود در بدنه دستگاه خارج می شوند. اجزاء بدن حشرات، گرد و خاک و ... به این روش قابل جداسازی است.

۹- آهنربا:

در مرحله پیش از ورود گندم به خط تولید دوباره به کمک آهن ربا احتمال ورود هر جزء فلزی که ممکن است از تجهیزات بوجاری جدا شده باشد. کاهش می دهند. لازم به ذکر است که بسته به امکانات موجود، انواع آسیابها تجهیزات دیگری نیز برای جداسازی ناخالصی ها داشته باشند.

پس از انجام بوجاری به منظور تسهیل عمل آرد سازی لازم است گندم نم زده شود. به این معنا که به گندم مقداری آب می زنند. این عمل را نم زنی، مشروط کردن یا واجد شرایط کردن گویند.

مقدار آب مصرفی (نم زده شده) بسته به عوامل زیر دارد:

نوع گندم: معمولاً برای گندم های سخت رطوبت دانه را به ۱۶/۵٪ می رسانند (برای گندم های داروم بیشتر از این حد است). برای گندم های نرم رطوبت نهایی دانه ها حدود ۱۵/۵ - ۱۵٪ است. پس از زدن

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجذوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-دانشگاه شیراز-

نم بسته به دمای آب مصرفی و سختی دانه زمان استراحتی (خواب) لازم است تا رطوبت درون دانه پخش شود که برای گندم های سخت حدود.....است.

عمل نم زنی را اگر دمای آب مصرفی پائین باشد Tempering گویند، درحالی که اگر دمای آب مصرف بالا باشد این عمل را Conditioning هم گویند عمل Conditioning .

در این روش سرعت نفوذ رطوبت بسیار بالاتر است و لذا زمان استراحتی (خواب) بسیار کوتاهتر می باشد و به حدود می رسد.

در Conditioning احتمال آسیب رسیدن به گلوتن دردمای بالا وجود دارد. بنابر این بهتر از دمای بیش از 50°C استفاده **نشود**. در اروپا گاهی از دمای بالاتری هم استفاده می شود که این امر قابلیت اتساع گلوتن را کاهش می دهد ولی این امر برای آرد گندم های اروپایی که قابلیت اتساع بالا دارند یک ضرورت محسوب نمی شود و مشکلی ندارد. در اثر عمل نم زنی چه اتفاقی می افتد؟ تحقیقات انجام شده به کمک روش های آتورادیوگرافی نشان داده است که عمده رطوبت در سبوس و جوانه از اندوسپرم است.

چرا باید سبوس و جوانه از اندوسپرم جداسازی شود؟

آرد مرغوب نانویی از اندوسپرم دانه بدست می آید. لذا سبوس و جوانه در این میان اضافه هستند.

سبوس قابلیت تبدیل به ذرات آرد را ندارد. وجود سبوس در آرد رنگ آنرا تیره کرده و زمان نگهداری آنرا کاهش می دهد. سبوس خواص تکنولوژیکی و پخت نان را کاهش می دهد. به عبارتی تهیه خمیر و نان از آرد با سبوس بالابسیار مشکل است. نان حاصل از آرد با سبوس بالا تیره است و طعم و مزه مطلوبی ندارد. در لایه آلرون که همراه با سبوس جداسازی می شود ترکیبی به نام فیتیک اسید موجود است . که می تواند با فلزات دو ظرفیتی ایجاد کمپلکس کرده و لذا قابلیت جذب عناصری مانند کلسیم، آهن، روی و ... در بدن کاهش دهد. دیده شده است افرادی که به مدت طولانی نان با

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجذوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-دانشگاه شیراز-

سبوس بالا (توجه: * بدون فراوری صحیح خمیر- بون استفاده از خمیر ترش در تهیه خمیر استفاده کرده اند دچار پوکی استخواه و کاهش رشد شده اند).

پس سبوس را باید جدا نمود. اگر چه سبوس منشاء غنی از فیبر (جهت سلامت دستگاه گوارش)، ویتامین های گروه B، املاح معدنی، پروتئین های محلول در آب و حاوی لایزین است ولی مشکلاتی را که نان سبب می شود بر این مزایا غالب است.

دلیل جداسازی جوانه گندم:

جوانه گندم حاوی چربی بالایی است که در کنار آن آنزیم لیپاز زیادی هم دارد که در صورت باقی ماندن در آرد به سرعت رانسیده شده و طول عمر نگهداری آرد را بسیار کاهش می دهد. طول عمر نگهداری جوانه گندم ۱ هفته در دمای اتاق است. در حالی که آرد را می توان تا چندین ماه انبار نمود.

جوانه حاوی یک ترکیب تری پپتیدی به نام گلوتاتیون است که از اسید آمینه های گلوتامیک اسید گلیسین و سیستئین تشکیل شده است و خاصیت احیاء کنندگی دارد. لذا در مجاورت پروتئین های آرد، اتصالات دی سولفیدی (S-S) را می شکند و به SH تبدیل می کند و لذا از استحکام و قوام پروتئین های آرد (گلوتن) می کاهد. به دنبال این عمل خواص نانوائی آرد کاهش می یابد. تحقیقات نشان داده است نان حاوی جوانه گندم دارای حجم کمتری نسبت به نان معمولی است و خمیر آن سست و چسبنده است و کار کردن با آن بسیار مشکل می باشد. از طرفی خود جوانه گندم دارای چربی های غیر اشباع ، پروتئین های بالیزین بالا و کیفیت مطلوب تغذیه ای است. انواع ویتامین های محلول در چربی مانند ویتامین E . A نیز در جوانه گندم وجود دارد. همچنین ترکیبات آنتی اکسیدانی موجود در جوانه (توکولها) امروزه مورد توجه بسیاری قرار گرفته است. اما به دلیل اثرات نامطلوب جوانه بر خواص نانوائی آرد و زمان ماندگاری آن بایستی در حین آرد سازی جوانه حذف شود.

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجذوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-دانشگاه شیراز-

فرآیند نم زنی آرد چگونه جداسازی جوانه و سبوس را تسهیل می کند؟

با افزایش رطوبت دانه، سبوس حالت متراکم و لاستیکی پیدا می کند که در اثر عبور از بین غلطک های آسیاب به صورت ورقه درآمده و زیاد خرد نمی شود. بنابر این به کمک الک ها قابل جداسازی است. مقداری از سبوس ممکن است خرد شده و به اجزاء کوچکی تبدیل شود که از الک ها عبور می کند و وارد آرد می شود. در واقع هیچ آردی نیست که مقداری سبوس ولو به مقدار بسیار کم نداشته باشد.

جوانه نیز در اثر جذب آب متورم می شود و به علت چربی بالای آن در حین عبور از بین غلطک های آسیاب حالت پولکی شکل پیدا می کند. ممکن است مقداری از جوانه نیز وارد آرد شود که این مقدار قابل توجه نیست، اما در نگهداری آرد در دمای بالا بایستی مورد توجه قرار گیرد (به دلیل وجود آنزیمها).

مراحل آسیاب گندم:

دانه های غلاتی که دارای شیار طولی (Crease) می باشند عمده‌تاً توسط آسیابهای والسی آرد می شوند. اساس کار کاهش تدریجی در اندازه ذرات اندوسپرم می باشد که به کمک یک جفت غلطک صورت می گیرد. تعداد این جفت غلطک ها ۴-۶ عدد است. این غلطک ها باعث شکسته شدن دانه های گندم به ابعاد مختلف می شوند که به آنها Breaking rolls می گویند مقدار آرد تولیدی از این غلطک ها بسیار ناچیز است. هر دو جفت این غلطک ها در خلاف یکدیگر می چرخند و به اندازه مشخص از هم فاصله دارند به طوری که دانه گندم در فاصله بین این دو غلطک قرار گرفته و در اثر اعمال نیرو شکسته می شود. مشخصه Breaking rolls وجود یک سری شیار عرضی روی آنها است که باعث می شود دانه گندم در بین شیار گیر کند و نلغزد. تعداد شیارهای روی جفت رولهای اول کمتر از تعداد شیارهای رولهای آخر است. سرعت حرکت دو رول مقابل هم معمولاً یکسان نیست و

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجذوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-دانشگاه شیراز-

همچنین یک رول در فاصله بالاتری نسبت به رول دیگر قرار گرفته است (رولها موازی هم نیستند، بلکه کمی اختلاف ارتفاع دارند). سرعت رول سریعتر معمولاً $2/5$ برابر سرعت رول آهسته است. رول بالاتری سرعت بیشتری دارد. در نتیجه گندم ورودی ابتدا روی رول پائین که سرعت کمتری دارد حالت ایستاده پیدا می کند و رول بالایی با سرعت زیاد آنرا خرد می کند. پس از عبور گندم از هر سری رول، گندم خرد شده وارد الک می شود. در بعضی سیستم ها الک ها فقط بعد از غلطک های سوم یا چهارم قرار دارند و سایر غلطک ها بدون الک هستند.

محصول عمل غلطک های اول:

سبوس چسبیده به اندوسپرم شامل سمولینا (در صورتی که گندم مصرفی داروم باشد)، فاینار (در صورتی که گندم مصرفی گندم نانوائی باشد، و Middlings که ذرات اندوسپرم با کمی سبوس ولی کوچکتر از سمولینا یا فارینا است. ذرات حاصله از اولین سری Breaking rolls از الک های سیمی با اندازه ذرات متناسب با آنها عبور داده می شوند. ممکن است تعداد الکهای یک سری الک تا ۱۲ عدد برسد. ذرات بزرگتر که بر روی الک ها باقی می ماند (سمولینا، فارینا) به جفت دوم غلظت های خرد کننده فرستاده می شوند. سبوس و جوانه هم معمولاً بر روی اولین تا سومین سری الک ها جدا می شوند. (جوانه تا سومین سری الک جدا می شود). مقدار ناچیزی آرد هم ممکن است تولید شود که از تمامی الک ها عبورد کرده و از زیر جدا می شود. اما middlings تهیه شده از هر جفت غلطک بر روی الکها وارد مرحله بعد می شود که به آن purifier گویند که در این سیستم با وزش باد از پائین، ذرات کوچک سبوس جدا سازی می شود.

غلطک های دوم باعث خرد شدن بیشتر سمولینا یا فارینا می شوند و دوباره این اجزاء که این بار ممکن است به middlings تبدیل شده باشد به الک ها بر می گردند. دوباره بقایای سبوس جدا می شود و قطعات درشتتر به جفت سوم غلطک های خرد کننده می رود و این روند تا جفت غلطک های آخر ادامه دارد.

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجذوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-دانشگاه شیراز-

حال قطعات بزرگتر از آرد وجود دارد (middlings) که نیاز هست هنوز هم کوچکتر شوند. Middlings وارد یک سری غلطک های دیگر می شود که به آنها غلطک های نرم کننده یا کوچک کننده اندازه (Reduction Rolls) گویند که نقش آنها نرم کردن middlings و تبدیل کردن آنها به ذرات آرد است (حدود ۱۴۰-۱۳۰ میلیمتر) این جفت غلطک ها هم در خلاف جهت هم حرکت می کنند و سطحی صاف دارد تعداد آنها معمولاً ۸ تا ۱۶ جفت است که بسته به خصوصیات گندم، درجه استخراج مورد نظر و رطوبت آرد متفاوت است.

اختلاف سرعت دو غلطک خیلی کم است و حدود ۱/۲۵ به ۱ یا ۱/۵ به ۱ دور است. در این سیستم نیز بعد از هر مرحله غلطک یک الک وجود دارد و آرد حاصل جدا می شود و اجزاء در شتر به جفت بعد Reduction rolls فرستاده می شوند و مقداری سبوس و جوانه باقی مانده نیز جدا می شود. سیستم Purifier هم بعد از هر الک وجود دارد که عمل آن درجه بندی آرد بر حسب ذرات آرد است.

در نهایت ما به ذرات آرد می رسیم . ضایعات حاصله شامل سبوس (عمدتاً در دو اندازه) و جوانه گندم است.

سبوس که در مراحل اول خرد کردن دانه گندم بوجود می آید دارای اندازه ذرات درشتتری است و به آن سبوس درشت یا Coarse (اصطلاحاً سبوس دامی) می گویند. سبوسی که در مراحل بعد الک (الک های سوم به بعد) و از روی الک های بعد از غلطک های نرم کننده بدست می آید سبوس نرم با اندازه ذرات کوچک است که به آن Shorts گویند. کاربرد اصلی سبوس و جوانه گندم در تهیه و غنی سازی غذای دام است. علاوه بر این به دلیل ترکیبات تغذیه ای مطلوب این دو ماده ، کاربردهایی در غذای انسان و نیز تهیه محصولات بهداشتی و پزشکی دارد.

لازم به ذکر است که یک سری غلطک به نام غلطک های خراشنده Scratch rolls نیز وجود دارد که تعداد آنها ۲-۴ جفت است و این غلطک ها دارای شیارهای ظریفی است. نقش آنها سایش آرد

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجذوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-دانشگاه شیراز-

از قطعاتی از اندوسپرم استکه به سبوس چسبیده است. پس این جفت غلطک ها در گروه غلطک های خرد کننده جای می گیرند. دلیل استفاده از آنها تولید آرد و جداسازی سبوس بدون این که اندازه ذرات آرد زیاد از حد کوچک شود. اگر ذرات اندوسپرم متصل به سبوس وارد مراحل غلطک های خرد کننده شوند، ممکن است ذرات آرد حاصل خیلی کوچک شود. اندازه ذرات آرد بر خواص محصولات نهایی تاثیر به سزایی دارد. خوراک رولهای خراشنده سمولینا یا فارینای با اندازه ذرات ریز است. در هنگام تهیه آرد از گندم های نرم، مرحله الک کردن بسیار مشکل است. چون اندازه ذرات آرد نرم بسیار کوچک است و تمایل زیادی برای کلوخه شدن دارند. لذا حفره های الک مرام گرفته می شود. برای آسیاب گندم های سخت و بسیار سخت انرژی بیشتری لازم است که منجر به آسیاب رسیدن بر گرانولهای نشاسته می شود. بنابراین این آردها درصد نشاسته آسیب دیده بیشتری دارند. به مجموع سبوس و جوانه **Millfeed** گویند. سبوس حدود ۲۶٪ کل محصول را تشکیل می دهد که از این مقدار ۱۱٪ آن سبوس درشت و ۱۵٪ آن سبوس نرم است. جوانه حدود ۰/۵٪ محصول نهایی را تشکیل می دهد.

درجه استخراج آرد:

شامل میزان آرد حاصل از ۱۰۰ واحد گندم می باشد. واحد گندم معمولاً وزن گندم خالص و بوجاری شده است. اگر چه در برخی موارد وزن گندم قبل از بوجاری را نیز در نظر می گیرند. میزان آرد حاصل به وارسته گندم، شرایط و قابلیت های آسیاب بستگی دارد. درصد استخراج آرد با مقدار خاکستر آن ارتباط مستقیم دارد چون خاکستر سبوس بیشتر اندوسپرم است. هرچه درصد استخراج بالاتر باشد آرد حاصل دارای رنگی تیره تر، فیبر بالاتر، خاکستر بیشتر، املاح و مواد معدنی بیشتر، پروتئین بیشتر، ویتامین بیشتر، اسیدفیتیک بیشتر و بافتی خشن تر است. همزمان دارای قابلیت تهیه خمیر و نانوایی پایین تر است. زمان ماندگاری این نوع آرد کوتاهتر می باشد. برعکس آرد با درجه استخراج پائین تر دارای رنگی سفید، بافتی نرم و فیبر، املاح و مواد معدنی، ویتامین ها و پروتئین های کمتری دارد. همچنین اسید فیتیک آن کمتر است. زمان ماندگاری این نوع

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجذوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-دانشگاه شیراز-

آرد طولانی تراست و قابلیت تهیه خمیر و کیفیت نان حاصل مطلوبتر است. اما ارزش غذایی پائین دارد و از لحاظ اقتصادی صرفه کمتری دارد.

عبارت دیگری که در رابطه با مقدار آرد بیان می شود درصد سبوس گیری است که معنای عکس درجه استخراج دارد. هرچه درصد سبوس گیری بالاتر باشد درجه استخراج آئین تر است.

بازده آرد:

به معنای میزان گندم لازم برای تولید ۱۰۰ واحد آرد می باشد. این عبارت نشان دهنده توان آسیاب و قابلیت های آن می باشد. نوع گندم مصرفی و خواص آن نیز در بازده آرد موثر است.

انواع آرد و درجه استخراج یا استحصال آرد:

آردی که از روی تمامی غلظک های آسیاب بدست آید را آرد **Strought grade flour** گویند. این آرد مقداری سبوس و جوانه هم دارد. حدود ۷۲٪ آرد از این نوع است (درجه استخراج ۷۲٪ است). مجموع آرد **Stracight grade** با سبوس و جرم آرد کامل یا **Whole wheat flour** می دهد. این آرد بسیار تیره رنگ است (درجه استخراج نزدیک به ۱۰۰٪ است). آردی که از غلظک های **Breaking rolls** بدست می آید و از مغز اندوسپرم حاصل شده است به نام **Patent flour** خوانده می شود که بسیار سفید، دارای خاکستر اندک و اندازه ذرات کوچک است. حدود ۴۵٪ کل آرد کارخانه این نوع آرد می باشد (درجه استخراج ۴۵٪ است).

آردی که کیفیت مطلوبی ندارد و رنگ تیره ای دارد و از آخرین مراحل غلظک های خرد کننده و نرم کننده حاصل می شود و دارای مقدار زیادی خاکستر است آرد **Clear flour** خوانده می شود. این سیستم تقسیم بندی آرد معمولاً در کشورهای خارجی متداول است و در ایران سیستم دیگری وجود دارد.

در ایران عمدتاً چهار نوع آرد برای مصارف مختلف تولید و مصرف می شود:

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجذوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-دانشگاه شیراز-

۱- آرد کامل معادل Whole wheat flour با درجه استخراج ۹۹٪ یا آرد روستایی جهت تهیه نان کامل (نانهای رژیمی و روستایی و نان سنگک) .

۲- آرد سبوس گرفته: با درصد استخراج ۸۷/۵-۸۵ برای تهیه نانهای لواش و تافتون

۳- آردستاره یا سفید با درجه استخراج ۷۸-۸۱٪ برای تهیه نان بربری، فانتزی، نان ماشینی و نان قندی مقدار پروتئین این آرد ۱۰/۲ درصد می باشد.

۴- آردنول یا صفر با درصد استخراج ۷۲٪ معادل آرد Straight grade flour جهت تهیه بیسکوئیت یا شیرینی و ...

آرد های دو صفر و سه صفر هم وجود دارد که درجه استخراج آنها به ترتیب ۶۸ درصد و ۶۰ درصد می باشد. میزان خاکستر این آردها به ترتیب ۰/۵۵ و ۰/۵ درصد و پروتئین آنها ۹/۹ و ۸٪ درصد می باشد.

درجه بندی آرد با استفاده از جریان هوا:

بیشتر آردها از بین الک XX ۱۰ عبور می کنند. قطر ذرات این الک حدود ۱۳۶ میکرون است. بنابر این آرد دارای اندازه ذرات بین ۱-۱۳۰ میکرون است. مطالعات میکروسکپی نشان داده است که آرد شامل نشاسته و پروتئین است. اجزاء کوچکتر شامل پروتئین های اندوسپرم یا گرانولهای کوچک نشاسته هستند که بر سطح آنها پروتئین چسبیده است. بنابر این ذرات کوچکتر آرد عمدتاً حاوی پروتئین هستند. با افزایش اندازه ذرات بخشی از قسمتهای نشاسته ای که فاقد پروتئین ها هستند افزایش می یابد. لذا مقدار پروتئین این اجزاء (آردی با اندازه ذرات بزرگ) کمتر است. اگر اندازه ذرات بزرگتر شود مقدار گرانولهایی که مقداری پروتئین بر آن چسبیده زیاد می شود. بنابر این، این ذرات آرد از لحاظ مقدار پروتئین شبیه بر آرد اولیه می باشند. با اطلاع از این موضوع می توان از آرد تهیه شده بخش هایی را جدا کرد که دارای درصد پروتئین متفاوت اشد این کار به کمک جریان تنظیم شده هوا

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجذوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-دانشگاه شیراز-

امکان پذیر است. با درصد پروتئین بالا با اندازه ذرات کمتر از ۱۷ میکرون، آرد با درصد پروتئین پائین تر دارای اندازه ذرات ۱۷-۳۵ میکرون و آرد با درصد پروتئین معادل آرد اولیه دارای اندازه ذرات بزرگتر از ۳۵ میکرون بدست می آید. معمولاً تقسیم بندی آرد گندم های نرم توسط جریان هوا آسانتر از آرد گندم های سخت است.

در گندم های سخت، پروتئین و نشاسته به شدت به یکدیگر چسبیده اند و در طی آرد سازی جدا نمی شوند. برای جدا سازی این شبکه نیاز به نیروی بیشتری است. گاهی از آسیاب خاصی به نام آسیاب سوزنی (pin mill) به این منظور استفاده می شود. ولی سرعت بالای این آسیاب درصد گرانولهای نشاسته دیده را بالا می برد.

نگهداری آرد گندم:

معمولاً آرد گندم پس از تولید در کیسه های گونی مانند، کاغذی یا ظروف فلزی انبار می شود. رطوبت نهایی آرد بایستی از ۱۴٪ تجاوز نکند، چون امکان فساد و آلودگی میکروبی آنرا بالا می برد و خرید آن از لحاظ اقتصادی به صرفه نیست.

آرد بلافاصله پس از تولید دارای رنگی کرمی است و کیفیت نانوائی آن پایین است. به تدریج در حین نگهداری آن تغییراتی در خواص آرد پدید می آید و اصطلاحاً گفته می شود آرد رسیده شده است. این تغییرات شامل سفید شدن رنگ آرد (در اثر اکسیداسیون رنگدانه ها) و بهبود خواص نانوائی آن به دلیل اکسیداسیون تدریجی گروههای SH به گروههای دی سولفیدی است. زمان لازم برای بروز این تغییرات بسته به دمای هوا، هوا دهی آرد و نوع آرد متفاوت است. مثلاً در تابستان حدود ۱۰ روز برای آرد نانوائی است و در زمستان ۲۰ روز است. هوا دهی رسیدن آرد را تسریع می کند. دمای مطلوب برای نگهداری آرد دمای یخچال است درحفظه ای کاملاً بسته است. آرد کامل در دمای 20°C در عرض ۳۰ روز فاسد می شود.

تریتمان های آرد گندم:

آرد گندم ممکن است مورد تریتمانهای مختلفی در کارخانه آسیاب قرار گیرد. به این 0 معنا که با افزودن برخی مواد شیمیایی خصوصیات مطلوبی را در آرد ایجاد کنیم و یا بروز طبیعی آنها را تسریع کنیم. به عنوان مثال: سفید کردن آرد یا Bleaching یک تریتمان متداول است و معمولاً از بنزوئیل پراکسید Benzoyl peroxide به صورت یک پودر خشک و سفید استفاده می شود. این ماده باعث از بین رفتن رنگدانه های زرد آرد شده و رنگ آنرا به سرعت سفید می کند. عمل سفید شدن آرد خود به طور طبیعی در اثر اکسیده شدن رنگدانه ها اتفاق می افتد که نیاز به زمان طولانی تری دارد. بنزوئیل پراکسید برای آردهای نانوائی استفاده می شود. برای آردهای کیک و شیرینیجات گاز کلر متداولتر است. برخی انواع کیک من جمله کیک های با نسبت بالای شکر (مقدار شکر بیش از آرد باشد) را نمی توان بدون آرد کلرینه شده تهیه کرد. وقتی از گاز کلر استفاده شود pH آرد پائین تر می رود که افت pH به تنهایی کاربردی ندارد ولی در تعیین کلرینه شدن آرد نقش دارد. بنابر این گاز کلردر مورد آرد کیک هم باعث سفیدی آرد می شود (نقش بیرنگ کننده دارد) و هم باعث بهبود کیفیت آرد می شود (نقش بهبود دهنده آرد دارد). برای آرد نانوائی از دی اکسید کلر ClO_2 یا دی اکس (Dyox) به منظور رنگبری استفاده می شود.

آردی که تازه تولید شده باشد قابلیت تولید محصولات نانوائی را ندارد و به اصطلاح نیاز به ماندگاری دارد تا برسد. برخی ترکیبات به عنوان ترکیبات رساننده آرد (Maturing agents) در آسیاب می توان بر آرد اضافه کرد و زمان رساندن آرد کوتاه کرد. از جمله این ترکیبات ، azadicarbonamide یا acetone peroxide (Balurax) ، Chlorine dioxide ، Potassium bromate است.

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجذوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-دانشگاه شیراز-

تمامی این ترکیبات باعث بهبود کیفیت نانوائی می شوند و ترکیبات اکسید کننده می باشند. ویتامین C یا ال- اسکوربیک اسید بنزیک ماده اکسید کننده سریع است که باعث اکسید شدن ترکیبات آرد و بهبود خواص نانوائی می شود.

مکانیسم عمل کلیه ترکیبات اکسید کننده تبدیل گروههای بتول SH - در پروتئین های آرد به دی سولفید S-S است. در نتیجه رشته های پروتئین آرد به یکدیگر پیوسته شده و شبکه گلوتنی که بعداً در اثر افزودن آرد ایجاد می گردد تقویت می گردد.

برخی ترکیبات افزودنی بر آرد به منظور بهبود کیفیت آن دارای اثر معکوس اثر مواد اکسید کننده می باشند و به آنها ترکیبات احیاء کننده گویند. این ترکیبات مانند بی سولفیت سدیم و L سیستئین باعث شکسته شدن اتصالات دی سولفیدی در پروتئین های می شود. و در نتیجه گروههای بتول ایجاد می شود $S-S \rightleftharpoons SH$ در نتیجه شبکه گلوتن تضعیف می شود. چنانچه مشخص است افزودن مواد احیاء کننده برای تهیه خمیرهای نرم (مانند خمیر کیک، ویفر و شیرینی) لازم است و مواد اکسید کننده برای تهیه خمیر های سفت (مانند خمیر نان، بیسکوئیت و ...) مناسب است.

برخی آردها دارای مقدار کمی از آنزیم های درونی می باشند. به عنوان مثال مقدار α -amylase آنها از حدی کمتر است که بتوان غذای مخمرها را از نشاسته موجود در آرد تهیه کرد. لذا به این آرد عصاره مالت اضافه می کنند که سرشار از آنزیم α -amylase است (حدود 0.25% وزن آرد) گاهی به آرد آنزیم پروتئاز اضافه می شود تا کمی باعث نرمی خمیر شود و نیز اذت ولی لازم جهت رشد میکروارگانسیم ها تهیه گردد. از طرفی اسیدهای آمینه آزاد در واکنش های قهوه ای شدن شرکت می کنند و در حین پخت محصول رنگ آن قهوه ای طلایی می شود.

آنزیم لیپوکسی ژناز که معمولاً از آرد سویا تهیه می شود جهت بیرنگ کردن آرد استفاده می شود.

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجذوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-دانشگاه شیراز-

مواد مغذی:

در بسیاری از کشورها از انواع ویتامین ها مانند ویتامین A ، ریبوفلاوین، بتامین فیاسین به همراه آهن و کلسیم جهت غنی سازی آرد استفاده می شود. هدف جبران املاح و ویتامین هایی است که در اثر تهیه آرد از بین می رود (دراثر جداسازی جوانه و سبوس). لازم به ذکر است که تأثیر این ترکیبات بر خواص عملکردی خمیر و نان و باقی ماندن آنها به طور قابل دسترس برای بدن در طی فرایند تهیه نان در حال بررسی است. در ایران

مواد ضد کپک:

ترکیباتی مانند اسید پروپیونیک و اسید سوربیک به منظور کاهش احتمال رشد میکروارگانیسم ها خصوصاً کپک در آرد به کار می رود که می بایست حد مجاز مصرف آنها استفاده شود. اسید پروپیونیک دارای بوی تندی است که به منظور بهبود این اثر نامطلوب از نمک پتاسیم آن استفاده می شود (پروپیونات پتاسیم). افزودن اسید سوربیک هم می تواند به صورت نمکهای کلسیم، پتاسیم و سدیم و یا به فرم اسیدی خود استفاده شود. تحقیقاتی نشان داده اند که این مواد تا حدی باعث کاهش حجم نان می شوند.

اصلاح کردن آرد سن زده:

آفت سن یک آفت متداول و بسیار مضر برای گندم می باشد. گندم سن زده دارای یک سوراخ ریز در سطح آن است که در آن محل جای نیش حشره سن می باشد. حشره سن برای تغذیه خود آنزیم پروتئازا را از طریق بزاق ترشح کرده و به داخل دانه تزریق میکند. بنابر این پروتئین های داخل دانه را تجزیه کرده و مناسب مصرف خود می کند. منتها از این طریق باعث آسیب فراوان به خواص

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجذوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-دانشگاه شیراز-

نانوایی گندم می شود. اگر مزرعه ای از گندم مورد حمله آفت سن قرار گیرد باز هم می توان گندم آنرا استفاده کرد. به این منظور می توان گندم سن زده با گندم های قوی با گلوتن مطلوب مخلوط کرد و در نتیجه آردی با خواص متوسط گلوتن بدست آورد. دوم اینکه از اسکوربیک اسید برای تقویت گلوتن چنین آردی استفاده کرد.

اصلاح کردن آرد گندم با فعالیت آلفا- آمیلازی بالا:

فعالیت بالای آنزیم آلفا آمیلاز نشانه جوانه زنی گندم می باشد. این آرد خمیری بسیار شل و چسبناک می دهد . حجم نان افت می کند و کیفیت نامطلوبی دارد. یک راه برای تصحیح این مشکل اختلاط آرد با آرد سالم است (البته با درصد مشخص).

تولید آرد **Self-rising** :

این نوع آرد شامل بی کربنات سدیم، نمکهای اسیدی به فرم فسفات مونوکلسیم یا سدیم اسید پروفوسفات یا هردو و نمک است. مقدار اسید مصرفی برای خنثی سازی بی کربنات سدیم کافی است. این نوع آرد در اثر افزودن آب و تهیه خمیر بدون نیاز به مخمر پف می کند و افزایش حجم می دهد. این عمل با آزاد سازی گاز CO₂ انجام می شود و مقدار آن کمتر از ۰/۵ دصد وزن آرد نباید باشد. این نوع آرد جهت تهیه بیسکوئیت، کیک و شیرینیجات و حتی نان خانگی به کار می رود.

تولید نشاسته و گلوتن

تولید نشاسته از دانه های غلات

صنعت تولید نشاسته در دنیا یکی از صنایع کم هزینه می باشد که بسته به کیفیت نشاسته تولیدی و مشتقات آن می تواند سود دهی مناسبی داشته باشد. خریداران عمده نشاسته شامل تولید کنندگان کاغذ و پارچه می باشند. بعلاوه کارخانجات صنایع غذایی، مواد شیمیایی و دارویی از مصرف کنندگان مهم نشاسته می باشند، لذا مراحل تولید چند نشاسته مهم که در دنیا کاربرد بیشتری دارند در زیر شرح داده شده است.

به منظور تولید نشاسته عمدتاً از دانه های غلات (مانند ذرت، گندم و برنج) و از گیاهان غده ای (مانند سیب زمینی) استفاده می شود. انتخاب نوع گیاه اولیه و واریته آن بسته به فراوانی و در دسترس بودن آن گیاه دارد. به عنوان مثال در ایران و بسیاری از کشورهای اروپایی نشاسته از گندم تهیه می شود. در آمریکا عمده نشاسته از ذرت تهیه می شود و در برخی کشور های آسیای دور مانند مالزی و تایلند نشاسته از برنج و کساوا¹ تهیه می شود.

نشاسته عمدتاً توسط روش آسیاب مرطوب² تهیه می شود که مراحل انجام آن با روش آسیاب معمولی (خشک) که برای تهیه آرد گندم به کار می رود متفاوت است و مقدار آب مصرفی بیشتر می باشد. در ادامه تولید نشاسته از برخی گیاهان بررسی می شود:

¹ Cassava

² Wet milling

تولید نشاسته گندم

جهت تولید گندم می توان از آرد گندم و یا دانه کامل گندم به عنوان ماده اولیه استفاده کرد. در حال حاضر عمدتاً از آرد گندم های درجه دو با مقدار پروتئین پائین استفاده می شود. استفاده از دانه کامل گندم تنها در تعداد معدودی از کارخانجات دنیا صورت می گیرد. در صورتی که از آرد استفاده شود میزان گرانول های نشاسته آسیب دیده بیشتر است. زیرا گندم در طی مراحل آرد سازی در کارخانه آرد تحت تأثیر تنش های مکانیکی زیادی قرار گرفته است. در حالی که برای تهیه نشاسته از دانه کامل گندم ، دانه در ابتدای خط تولید نشاسته تنها قدری خرد می گردد (آرد نمی شود)، لذا تنشهای مکانیکی کمتری تحمل می کند و نشاسته آسیب دیده کمتری تولید می شود. بر حسب میزان آب مصرفی و قوام خمیر اولیه دو روش کلی تولید نشاسته وجود دارد: روش مارتین^۳ و روش خمیر نرم^۴. لازم به ذکر است که جزئیات کار در هر یک از این روش ها بسته به امکانات موجود در کارخانه ، نوع و خصوصیات نشاسته حاصل متفاوت است.

به طور کلی در روش مارتین ابتدا خمیری نسبتاً سفت از آرد گندم و آب تهیه می شود (معمولاً با افزودن آب به میزان ۰,۸۵ درصد وزنی آرد). در حالی که در روش خمیر نرم با افزودن آب بیشتر، خمیر حاصل نرمتر است (معمولاً با افزودن آب به میزان ۱/۲۵ درصد وزنی آرد در دمای 30°C به مدت ۱۵-۲۰ دقیقه). در سایر مراحل این دو روش تا حد زیادی شبیه به یکدیگر هستند.

جهت تهیه خمیر ، آب (معمولاً با خواص و درجه حرارت آب شرب) به تدریج به آرد اضافه و مخلوط می شود (شکل ۱۷). در این حالت پروتئینهای اصلی گندم (گلوتمن) در خمیر تهیه شده به صورت توده ای ویسکوالاستیک در می آیند. نشاسته از طرف دیگر عمدتاً به صورت گرانولی می باشند. از آنجا که دمای آب مصرفی کم و در حد $10-8^{\circ}\text{C}$ است گرانولها فقط به طور سطحی آب جذب می

³ Martin

⁴ Batter

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجذوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-دانشگاه شیراز-

کنند. حال بایستی گلوتن از نشاسته جداسازی شود. این کار معمولاً به همراه ورز دادن خمیر و شستشوی همزمان آن با آب بر روی صفحات مشبک است. در این حالت گلوتن که در آب نامحلول است همچنان به صورت توده به هم چسبیده ای بر روی صفحه مشبک باقی می ماند در حالی که گرانولهای نشاسته که در آب معلق می باشند (شیر نشاسته) به همراه پروتئین های محلول، کربوهیدراتها، ذرات ریز سبوس گندم و سایر ترکیبات محلول در آب به کمک آب شستشو از گلوتن جداسازی و از زیر صفحه مشبک خارج می گردند. در این مرحله، مسیر تهیه نشاسته به دو شاخه تقسیم می شود: مسیر تولید پودر گلوتن از گلوتن مرطوب که محصول جانبی و بسیار پر ارزش کارخانه تولید نشاسته است و بازده آن معمولاً ۹۵-۹۳٪ است (در ادامه به آن اشاره می شود). مسیر دیگر مسیر تولید نشاسته است. بنابراین نشاسته شسته شده در آب بایستی از سایر ترکیبات موجود در آب شستشو جدا شود. به این منظور از سپراتور^۵، سانترفیوژ^۶ و هیدروسیکلونها^۷ استفاده می شود. سپراتور معمولاً جهت جداسازی سبوس و ناخالصی های معلق جامد از شیر نشاسته به کار می رود. شیر نشاسته سپس وارد سانترفیوژ می شود و در نتیجه اعمال نیروی جانب مرکز نشاسته از انتهای سانترفیوژ جدا می شود و سایر ترکیبات سبک تر از نشاسته در مایع رویی سانترفیوژ باقی می مانند. سانترفیوژها می توانند به صورت مداوم^۸ عمل کرده و نشاسته را جدا سازی کنند. معمولاً در کارخانه ها سانترفیوژ و هیدروسیکلون در کنار یکدیگر به کار می روند در حالی که برخی کارخانه ها تنها از هیدروسیکلون استفاده می کنند.

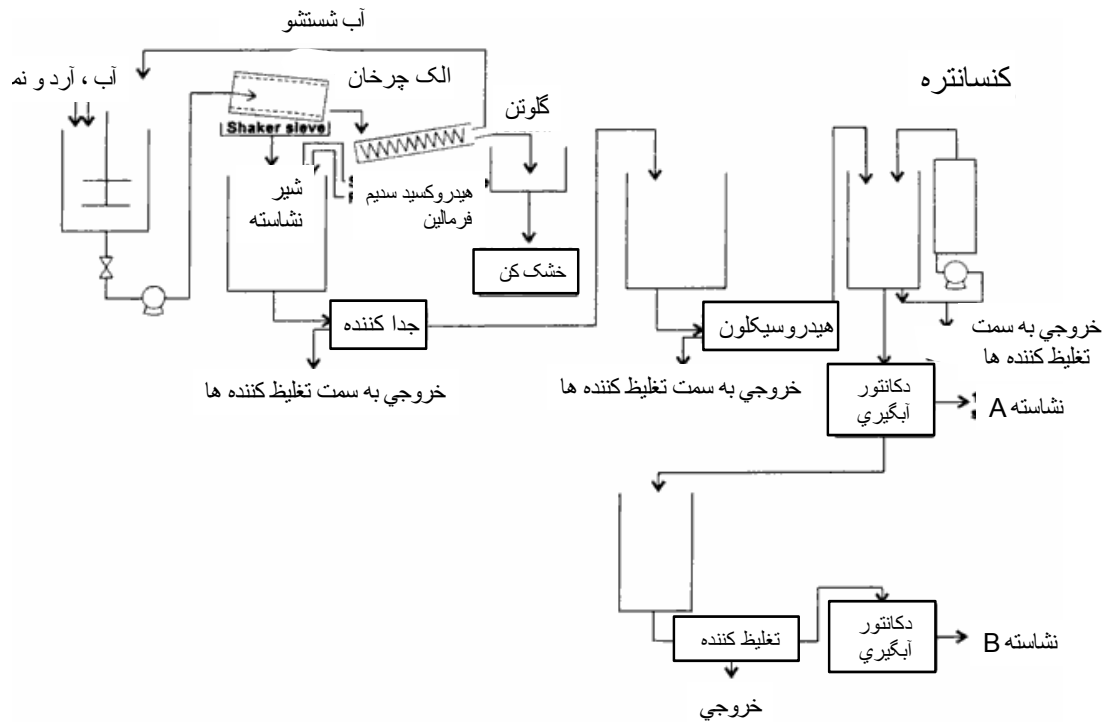
⁵ Seperator

⁶ Centrifuge

⁷ Hydrocyclone

⁸ Continuous

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده: دکتر مهسا مجذوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-دانشگاه شیراز-



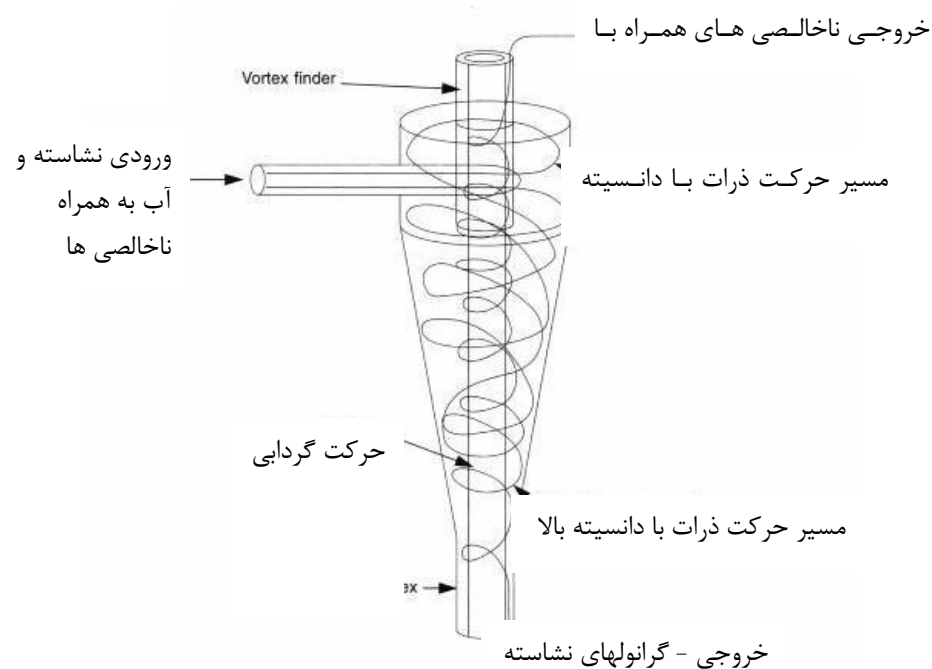
شکل ۱۷- نمایی از خط تولید نشاسته گندم. محصول جانبی این خط گلوتن می باشد.

هیدروسیکلونها نیز همان کار سانترفیوژها را انجام می دهند و اساس کار آنها جداسازی بر اساس دانسیته است. ولی بسیار کوچکتر (چند سانتی متر) از سانترفیوژ می باشند و لذا فضای کمتری اشغال می کنند و نیازی به چرخش جهت جداسازی مواد ندارند و لذا انرژی مصرفی بسیار کمتر نیاز است و از این نظر مقرون به صرفه تر اند. در هیدروسیکلونها نشاسته معلق در آب به همراه سایر ترکیبات موجود در آب شستشو از بالا با سرعت زیاد و مماس با دیواره استوانه ای دستگاه وارد هیدروسیکلون می شود و در نتیجه یک حرکت گردابی^۹ در هیدروسیکلون ایجاد می شود. در این نوع حرکت گرانولهای نشاسته به دلیل دانسیته بیشتر از انتها خارج و سایر مواد محلول در آب از بالا جدا

⁹ Whirlpool

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجذوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-دانشگاه شیراز-

می شود (شکل ۱۸). گرانولهای نشاسته ای که در مرحله اول سانترفیوژ جداسازی می شوند عمدتاً گرانولهای بزرگ (نوع A) و کمی گرانولهای کوچکتر (نوع B) عمدتاً سالم نشاسته می باشند که به نشاسته مرغوب یا درجه یک (نشاسته A) معروف می باشند. این نوع نشاسته معمولاً کاربرد آزمایشگاهی و غذایی دارد. از خواص مهم آن وجود تعدادی زیادی گرانولهای درشت نشاسته ، مقدار بسیار کم چربی ، پروتئین ، پنتوزانها و سایر ترکیبات است. بازده تولید نشاسته مرغوب در این روش حدود ۶۰٪ وزن آرد است.



شکل ۱۸- تصویری از یک هیدروسیکلون و نحوه جداسازی مواد در آن.

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجذوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-دانشگاه شیراز-

لازم به ذکر است که مایع خروجی (بالایی) از سانتریفیوژ یا هیدروسیکلون هنوز حاوی مقداری نشاسته است. این نشاسته معمولاً شامل گرانولهای نشاسته آسیب دیده و گرانولهای کوچک نشاسته (گرانولهای نوع B) است که با ورود مجدد به سانتریفیوژ یا هیدروکلون جدا سازی می شوند. این نشاسته از نوع نشاسته درجه دو یا نشاسته B است که معمولاً استفاده صنعتی یا خانگی دارد. بازده این نوع نشاسته حدود ۱۵ درصد است.

پس از جداسازی نشاسته درجه دو ، باقی مانده شامل تکه هایی از گرانولهای نشاسته ، بقایای سبوس ، هیدروکلونیدها و پروتئین های محلول در آب می باشد. این مواد معمولاً پس از تغلیظ در تهیه غذای دام یا به عنوان محیط کشت میکروارگانیسمها جهت فرآیندهای تخمیری به کار می روند.

در برخی کارخانجات تولید نشاسته به منظور بهبود جداسازی گلوتن ، به آب شستشو کمی نمک یا اسکوربیک اسید اضافه می شود تا باعث تقویت شبکه گلوتهنی و تسهیل جداسازی آن گردد. بعلاوه برای جلوگیری از رشد میکروارگانیسمها ممکن است مقدار کمی فرمالین ۰.۴٪ به آب شستشو اضافه شود که مقدار آن معمولاً ۱ میلی لیتر به ازاء یک لیتر شیر نشاسته است. نشاسته تولیدی دارای رطوبت زیادی است که می بایست رطوبت آن کاهش یابد. به این منظور نشاسته را معمولاً تحت خلاء و حرارت حدود 60°C خشک می کنند. در مواردی از خشک کن های پاششی^{۱۰} به این منظور استفاده می شود.

تولید گلوتن و کاربرد های آن

گلوتن محصول جانبی ولی پر ارزش کارخانجات تولید نشاسته است که از لحاظ قیمت بالا تر از نشاسته می باشد و کاربردهای بسیاری دارد ، لذا برخی کارخانجات از گندمهای با گلوتن بالا جهت تهیه

¹⁰ Spray drier

جزوه درسی تکنولوژی غلات- تهیه کننده : دکتر مهسا مجذوبی-بخش علوم و صنایع غذایی-دانشکده کشاورزی-دانشگاه شیراز-

نشاسته استفاده می کنند تا به این طریق گلوتن بیشتری تولید کنند. گلوتن عمدتاً حاوی ۸۰٪ پروتئین (عمدتاً نامحلول در آب) ، ۸٪ چربی و بقیه خاکستر و کربوهیدرات (مقدار کمی نشاسته ، پنتوزان و ...) است.

گلوتن تولیدی پس از شستشوی نشاسته حاوی مقدار زیادی آب است که بایستی جداسازی شود. لذا گلوتن مرطوب در خشک کن های دوار با استفاده از هوای گرم $60^{\circ}C$ خشک می شوند. به منظور بهبود عملیات خشک کردن ، مقداری گلوتن خشک شده را با گلوتن مرطوب ورودی به خشک کن مخلوط می سازند. سپس گلوتن خشک شده را آسیاب و الک کرده و به بازار فروش عرضه می کنند. گلوتنی که دارای قدرت جذب آب مناسب باشد را گلوتن فعال یا زنده^{۱۱} می نامند. اگرچه فرآیند خشک کردن گلوتن باعث از بین رفتن بخشی از فعالیت آن می شود.

گلوتن کاربردهای متعددی دارد. به عنوان مثال در صنایع نانوائی جهت بهبود خواص خمیر و نان حاصله از گلوتن استفاده می شود. در تهیه ماکارونی در صورتی که آرد دارای کیفیت مطلوب نباشد با افزودن گلوتن به آن کیفیت ماکارونی حاصل را بهبود می دهند. در تهیه محصولات گوشتی مانند سوسیس و کالباس به منظور بهبود جذب آب از گلوتن استفاده می شود. در تهیه برخی محصولات غذایی گیاهی از گلوتن به عنوان جایگزین گوشت استفاده می شود. همچنین در تهیه غذای حیوانات نیز به کار می رود. گلوتن در صنایع شیمیایی و تهیه چسب نیز کاربردهایی دارد.

¹¹ Vital gluten