

## مراحل حساس در کاندیشنینگ مش

(بخش دوم)

### کاندیشنینگ بخار: زمان ماندگاری، اختلاط و اندازه ذرات

برای درک بهتر پری کاندیشنینگ، آگاهی از گرما و انتقال آن بین ترکیبات خوراک بسیار مهم است. پری کاندیشنینگ حاوی سه فاز مختلف است: گاز (بخار)، مایع (آب) و جامد (مش).

با متراکم شدن بخار، انرژی به ذرات مش منتقل می شود. به دلیل سرد بودن ذرات مش، بخار بر روی سطح آنها متراکم گشته و لایه نازکی از آب تشکیل می دهد. این آب به درون ذرات جذب شده و موجب افزایش رطوبت ذره می گردد. اینکه انتقال گرما و جذب رطوبت با چه سرعتی رخ می دهد، به ماندگاری لایه آب بر روی ذرات و سرعت حرکت رطوبت و گرما به مرکز ذرات بستگی دارد. افزایش نسبت فاز جامد به مایع، موجب کاهش ماندگاری لایه آب بر سطح ذره می گردد.

با ایجاد اختلاط مناسب در پری کاندیشنینگ، تماس بیشتر و بهتری بین ذرات خوراک و بخار ایجاد شده و به دنبال آن کاهش ماندگاری غشا آب بر روی سطح ذرات و افزایش سرعت فرآیند اتفاق می افتد. مش حاوی ترکیباتی با مقاومت های درونی مختلف در مقابل گرما و رطوبت است. بنابراین، با دانستن ضریب پخش ترکیبات مختلف، و کاربرد قوانین فیزیک، می توان زمان مورد نیاز برای پخش یکنواخت رطوبت و گرما به درون ذرات را تخمین زد.

به طور کلی، در صورت ضریب پخش بالاتر، جریان انتقال گرما و رطوبت به درون ذرات سریعتر خواهد بود. اغلب خوراک ها شامل ترکیبات مختلفی مثل ذرت، سورگوم، گندم و محصولات جانبی آنها هستند. یکی از مهمترین اجزاء این ترکیبات نشاسته است. در دمای محدود، ضریب پخش حرارت نشاسته ۱۰۰ برابر بیشتر از ضریب پخش آب در آن است. به بیان ساده تر، انتقال گرما نسبت به جذب رطوبت به درون گرانول های نشاسته بسیار سریعتر اتفاق می افتد. در اغلب پری کاندیشنینگ ها، احتمال بالا رفتن حرارت مش بیشتر از دمای مورد نظر، وجود دارد اما هیدراته کردن آن در سطح رطوبت مورد نظر مشکل است، زیرا به زمان بیشتری نیاز دارد. بنابراین برای نفوذ بیشتر رطوبت به درون ذرات، فراهم کردن زمان ماندگاری کافی در پری کاندیشنینگ مهم است. توجه داشته باشید رطوبت و دما عناصر کلیدی هستند که با هم در ارتباط بوده و برای دست یافتن به استحکام مناسب پلت ضروری می باشند.

استحکام غشاء آب اطراف ذره با استفاده از عدد Biot (Bi) اندازه گیری می شود. عدد Biot در پری کاندیشنرهایی با میکس ضعیف، بسیار پایین ( $0/1 >$ ) و در پری کاندیشنرهایی با میکس خوب، بالاست

( $< 10$ ). بر اساس این عدد، میتوان اغلب پری کاندیشنرهای امروزی را طبقه بندی نمود. پری کاندیشنر با عدد Biot نزدیک به ۱ از نظر راندمان میکس در طبقه متوسط قرار خواهد گرفت. غشاء آب روی سطح ذرات و مقاومت درونی آنها، اثر مستقیمی بر میزان نفوذ آب به داخل ذرات دارد. همچنین اندازه ذرات نیز بر چگونگی پری کاندیشن شدن مش تأثیر مستقیمی خواهد داشت. این مسئله را می توان با استفاده از درک رابطه بین اندازه ذرات و میزان نفوذ آب و انتقال حرارت توضیح داد.

ثابت شده ذرات بزرگ ( $< 400$  میکرون) نسبت به ذرات کوچک ( $> 200$  میکرون) ۲ برابر زمان بیشتری برای جذب آب نیاز دارند. بنابراین، اینکه رطوبت افزوده شده از طریق بخار در پری کاندیشنینگ، برای نفوذ به درون ذرات بزرگ نسبت به ذرات کوچک، به زمان بیشتری نیاز دارد، امری منطقی است. بعلاوه، ذرات کوچکتر، دارای سطح مقطع بزرگتری هستند. تعیین میزان هیدراته شدن با استفاده از روابط ریاضی را می توان با کاربرد قوانین هیدرودینامیک توضیح داد. فرمول زیر روش محاسبه زمان مورد نیاز برای هیدراته شدن مناسب ذرات بر اساس شعاع ذره نشان میدهد:

$$F_0 = Dt / [(R/3)^2]$$

در این فرمول  $F_0$  نشان دهنده عدد Fourier،  $D$  ضریب پخش آب،  $t$  زمان پخش شدن و  $R$  شعاع ذره است. بر اساس این فرمول، با افزایش شعاع ذره، زمان ماندگاری بیشتری برای هیدراته شدن ذرات، لازم است. این مطلب، ثابت می کند اندازه ذرات نه تنها برای بهبود قابلیت هضم، بلکه برای توسعه میزان جذب آب و کیفیت بهتر پلت باید به اندازه کافی کوچک باشند. در صورتیکه بیشتر ذرات از نظر اندازه مشابه باشند، میزان جذب آب نیز مشابه بوده و بنابراین توزیع رطوبت در بین ذرات خوراک یکسان خواهد بود. این امر دلیل خوبی برای مطلوب بودن سیستم پس آسیاب جهت یکسان بودن اندازه ذرات است. حفظ توزیع اندازه ذرات با تفاوت های جزئی، موجب بهبود کیفیت کلی پلت در رابطه با درجه پخت و استحکام پلت می گردد.

### توزیع زمان ماندگاری

توزیع زمان ماندگاری (RTD) نباید با زمان ماندگاری (RT) اشتباه گرفته شود. با استفاده از یک نشانگر می توان زمان ماندگاری (RT) را تعیین نمود. این عدد زمان مورد نیاز برای خروج نشانگر از پری کاندیشنر را نشان می دهد. در مقابل، RTD میانگین زمان ماندگاری برای یک ذره بوده که ممکن است درون پری کاندیشنر باقی بماند. منحنی RTD زنگوله ای شکل است. انواع مختلفی از پری کاندیشنینگ ها با وضعیت متفاوت پدال، سرعت شافت، زاویه پدال و ظرفیت حجمی وجود دارد. درک مفهوم RTD می تواند به آگاهی از چگونگی بهبود زمان جذب آب در پری کاندیشنر کمک کند.

در پری کاندیشنر، دو نوع میکس وجود دارد:

نوع اول، "میکس محوری" که در مخزن پری کاندیشنر، موجب افزایش سطح تماس ذرات با بخار یا آب می شود و نوع دوم، میکس شعاعیست که بر تماس ذرات با بخار و آب مؤثر بوده اما بیشتر بر سرعت شافت و وضعیت پدال ها وابسته است.

یکی از مشکلات رایج در تولید خوراک پلت، ظاهر ناهموار پلت است. در اغلب موارد، این عیب به علت توزیع نامناسب رطوبت در پری کاندیشنر رخ می دهد. این مبحث می تواند به آسانی با استفاده از شناخت RTD توضیح داده شود.

RTD مفهوم گسترده ای دارد، بدین معنی که برخی از ذرات، زمان کوتاهی را در پری کاندیشنر می گذرانند بنابراین رطوبت کافی دریافت نخواهند کرد؛ در حالیکه سایر پلت ها زمان طولانی تری را درون کاندیشنر باقی مانده و رطوبت کافی جذب می نمایند. این مشکل نه تنها به وضعیت نامناسب پدال ها، سرعت شافت و میزان پر شدن مخزن بستگی دارد، بلکه به اندازه غیریکنواخت ذرات نیز مرتبط است. حتی اگر پری کاندیشنر کاملاً در شرایط مطلوب قرار داشته باشد، توزیع ذرات بسیار گسترده بوده و ممکن است توزیع رطوبت در بین ذرات نیز یکنواخت نباشد. ذرات بزرگتر رطوبت کمتر و ذرات کوچکتر رطوبت بالاتری خواهند داشت. بنابراین، لازم است اندازه ذرات مش یکسان و دامنه RTD تا حد ممکن کم باشد.

نسبت انباشتگی، به صورت حجم اشغال شده توسط مش نسبت به کل حجم پری کاندیشنر بیان می گردد. حجم مش در زمان توقف کار پری کاندیشنر اندازه گرفته می شود. بسیاری از پری کاندیشنرهایی که امروزه در صنعت تولید پلت استفاده می شوند، حجم انباشتگی نسبتاً پایینی دارند (تقریباً ۳۰٪).

پایین بودن این نسبت به این معناست که پری کاندیشنر فضای باز بیشتری دارد. با توجه به شکل فیزیکی بخار (گاز)، تمام خلل و فرج موجود در پری کاندیشنر از بخار اشغال می گردد. در این صورت، بخار کمتری در تماس با مواد قرار گرفته و جذب گرما و رطوبت ناکافی خواهد بود. بنابراین، افزایش نسبت انباشتگی نه تنها زمان ماندگاری بلکه یکنواختی دما و رطوبت در مخلوط مش را نیز بهبود خواهد داد. همانطور که قبلاً گفته شد، میزان انباشتگی می تواند توسط تنظیم مناسب وضعیت پدال ها اصلاح شود.

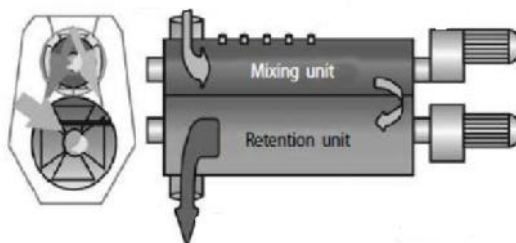
پدال های زاویه دار می توانند میکس محوری را افزایش دهند. در مقابل، پدال های ثابت شده در زاویه صفر یا ۹۰ درجه نسبت انباشتگی را بهبود خواهند داد. در اغلب پری کاندیشنرها پدال ها توسط اپراتور قابل تنظیم هستند. تنظیم مناسب پدال ها بصورت سه وضعیت مختلف، پدال های معکوس، پدال های رو به جلو و پدال های مسطح می باشد. در برخی پری کاندیشنرها، صفحاتی به منظور ایجاد یک مانع در انتهای مخزن و افزایش مقدار انباشتگی و زمان ماندگاری تعبیه می گردد.

شکل ۴- صفحات نگهدارنده در انتهای مخزن کاندیشنر



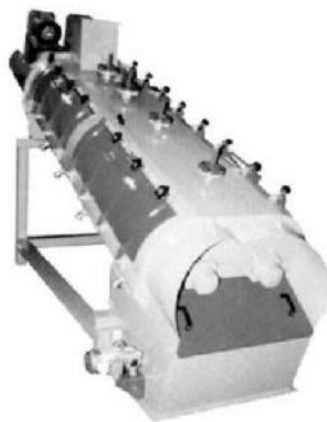
در سال های اخیر، پری کاندیشنرهای جدید وارد بازار شده و مدل های قدیمی نیز تصحیح شده اند. برخی از پری کاندیشنرهای جدید بر اساس اصول میکس محوری و شعاعی در ترکیب با زمان ماندگاری توسعه یافته طراحی شده اند. در این نوع پری کاندیشنرها (شکل ۵)، محفظه کوچک میکس با سرعت بالا وجود دارد که برای جذب آب و حرارت بهتر، مش پس از عبور از این مخزن، وارد مخزن بزرگتر می گردد.

شکل ۵



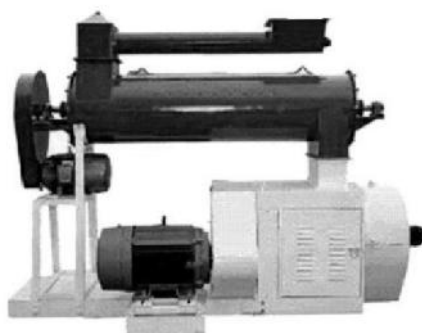
در نوع دیگر پری کاندیشنرها، برای افزایش زمان ماندگاری و میزان انباشتگی، پری کاندیشنر بشکل مورب (شکل ۶) قرار می گیرد. در این حالت حداکثر زمان ماندگاری ۶ دقیقه است. واضح است که این زمان ماندگاری، جذب رطوبت و میزان پخت مش را بهبود خواهد داد.

شکل ۶ - پری کاندیشنر مورب



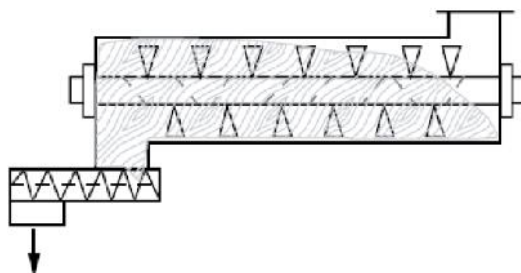
نوع دیگر پری کاندیشنرهای جدید (شکل ۷)، به صورت یک مجرای فشار طراحی شده اند. زیرا در فشارهای بالا، مقدار بیشتری انرژی در زمان کمتر منتقل می شود. بر اساس قوانین ترمودینامیک بخار، بخار با فشار بالا انرژی بیشتری برای انتقال به مش دارد. جداول بخار نشان می دهد در فشار سطح دریا، میزان انرژی بخار  $638/3 \text{ Kcal/Kg}$  و از طرف دیگر، در فشار  $1/15$  بار، میزان انرژی  $640/7 \text{ Kcal/Kg}$  است. تفاوت  $2/4 \text{ Kcal/Kg}$ ، افزایش دمای تقریباً  $3/6$  درجه سانتیگراد را نشان می دهد. بنابراین، در فشارهای بالاتر، جهت انجام ژلاتیناسیون، رطوبت و گرما خیلی سریعتر به درون گرانول های نشاسته نفوذ کرده که این امر موجب کاهش زمان ماندگاری در کاندیشنر می گردد.

شکل ۷- پری کاندیشنر بر اساس تفاوت فشار



نوع دیگر پری کاندیشنر دارای فیدر و حاوی یک ماریپچ است که دستگاه پلت را تغذیه کرده و سرعت تخلیه پری کاندیشنر را تنظیم می نماید. این نوع پری کاندیشنر توانایی میزان انباشتگی و زمان ماندگاری بالایی دارد.

شکل ۸- پری کاندیشنر حاوی فیدر



## Reference

Eugenio Bortone. 2014. Critical steps in mash conditioning. Kansas state university.

ترجمه

گروه علمی - پژوهشی شرکت خوراک پرداز هزاره نوین - مهرماه ۹۳

**Website:** [www.nmfeed.com](http://www.nmfeed.com)

**Email:** [info@nmfeed.com](mailto:info@nmfeed.com)