

تطابق محصول با فرآیند خنک کردن

طی مراحل تولید پلت، در میکسر و کاندیشنر، مقداری رطوبت به خوراک اضافه می شود. در میکسر، رطوبت افزوده شده جایگزین رطوبت از دست رفته در مرحله آسیاب کردن شده و به شکل سایر ترکیبات مایع خوراک مانند آمینواسیدهای مایع استفاده می گردد. افزودن آب در میکسر یکی از مهمترین مراحل است. این کار به افزایش رطوبت و دما طی افزودن بخار به کاندیشنر کمک می کند. همچنانکه خوراک مرطوب شده تحت فشار قرار می گیرد، دمای خوراک به دلیل نیروی اصطکاک در دای، افزایش می یابد. میزان رطوبت پلت بر اساس نوع محصول متغیر است اما حداکثر آن ۱۷ درصد است. در نهایت به جهت افزایش ماندگاری و سختی پلت، باید رطوبت اضافی آن حذف گردد.

مرحله سرد کردن باید بلافاصله پس از خروج پلت از دای انجام شود. یک کولر مناسب باید قادر به کاهش دمای محصول به اندازه ۵ تا ۸ درجه سانتیگراد باشد. همانطور که هوا به داخل بستر پلت رانده می شود، گرم شده و رطوبت از بین می رود. مرحله حذف رطوبت با استفاده از هوای غیر اشباع را "خنک کردن تبخیری" می نامند. وقتی هوای غیراشباع از بین پلت ها عبور می کند موجب حذف رطوبت شده و همزمان پلت ها سرد می شوند. هر چه هوای بیشتری از میان پلت ها عبور کند رطوبت بیشتری از مرکز پلت به سطح آن منتقل شده تا زمانیکه تقریباً تمام رطوبت افزوده شده از طریق بخار، خارج شود. اندازه پلت، به ویژه قطر آن، یکی از مهمترین عوامل مؤثر در ظرفیت سرد کردن کولر است. هر چه قطر پلت افزایش یابد، مقدار هوای مورد نیاز برای سرد کردن پلت افزایش می یابد. همچنین در جریان هوای مشابه، هر چه قطر پلت بیشتر شود زمان ماندگاری پلت در کولر نیز باید افزایش یابد.

جدول ۱- رابطه بین اندازه پلت، زمان ماندگاری و جریان هوای مورد نیاز

قطر پلت (میلی متر)	جریان هوا (مترمکعب/ساعت)	زمان ماندگاری (دقیقه)
۲	۱۲۰۰	۶-۸
۲/۴	۱۲۰۰	۶-۸
۳	۱۵۰۰	۶-۸
۳/۵	۱۵۰۰	۶-۸
۴	۱۵۰۰	۸-۱۰
۴/۵	۱۶۰۰	۸-۱۰
۴/۷	۱۶۰۰	۸-۱۰
۵	۱۶۰۰	۱۰-۱۲
۶/۵	۱۶۰۰	۱۰-۱۲
۸	۱۶۰۰	۱۲-۱۴
۹/۵	۱۸۶۰	۱۲-۱۴
۱۲/۵	۱۸۶۰	۱۴-۱۶
۱۶	۲۱۰۰	۱۴-۱۶
۱۹	۲۱۰۰	۱۶-۱۸

به منظور درک بهتر فرآیند سرد کردن باید نگاه جامع تری به تعادل انرژی و فعالیت ترمودینامیک آن داشته باشیم. گرمای ویژه خوراک حیوانات حدود ۲ کیلوژول بر کیلوگرم در درجه سانتیگراد است. گرمای ویژه به ترکیب اجزاء خوراک بستگی

دارد. گرمای ویژه هوا ۱ کیلوژول بر کیلوگرم در درجه سانتیگراد است. با تغییر گرمای ویژه پلت، میزان رطوبت اولیه پلت یا میزان رطوبت هوا، حدود ۲ تا ۴ درصد از رطوبت پلت کاهش می یابد. اگر هوای ورودی به کولر خیلی خشک باشد باعث می شود پلت رطوبت بیشتر از حد مورد نظر را از دست بدهد. در این حالت، از دست دادن رطوبت بیش از حد، می تواند با کاهش جریان هوا بوسیله استفاده از یک مرطوب کننده یا کاهش زمان ماندگاری در کولر کنترل گردد. در این مورد، مهم است که دمای پلت های خارج شده از کولر نباید بیشتر از ۵ درجه بالاتر از دمای محیط باشند. اگر پلت ها در هنگام کیسه گیری بیش از حد داغ باشند، ممکن است منجر به تجمع آب بر روی سطح پلت شود، در نتیجه منجر به رشد قارچ و در نهایت کاهش ماندگاری محصول می گردد.

راندمان کولر

راندمان کولر به چگونگی جریان هوایی که از بین پلت عبور می کند بستگی دارد. توزیع ناهموار بستر محصول که در نتیجه ورود مقدار نامناسب پلت به کولر رخ می دهد ممکن است منجر به تولید پلت هایی با رطوبت نامناسب شود. هوا از محل هایی با کمترین مقاومت و یا شیارهای موجود در بستر عبور خواهد کرد. اگر بیشتر هوای موجود در کولر از بین این شیارها جریان یابد، پلت های این قسمت نسبت به پلت های قسمت های بالایی کولر (مقاومت بیشتر به جریان هوا)، خشک تر خواهند شد. برای حل این مشکل پلت ها باید به صورت هموار در طول بستر (کولرهای افقی) و یا به طور یکسان در کل محفظه (کولرهای عمودی) توزیع شوند. در کولرهای عمودی، استفاده از یک محور چرخشی برای هموار کردن عمق بستر امری طبیعی است. یکی از معایب کولرهای عمودی، این است که در این نوع کولر با عبور هوا از بستر پلت، مقدار خاکی بیشتری تولید می شود. برای حل این مشکل برخی از کارخانه ها از انتقال دهنده های قابل کنترل PLC استفاده می کنند که می چرخد و همزمان در محور افقی نیز حرکت می کند.

این کار به دستگاه اجازه می دهد که بتواند تمام قسمت های کولر افقی را پر کرده و یک بستر بسیار هموار از پلت را بدون استفاده از انرژی مکانیکی و یا شکستن پلت فراهم کند. همچنین قطر پلت عامل مهمی در چگونگی سرد و خشک شدن پلت در کولر است. پلت هایی با قطر بیشتر جهت انتقال رطوبت از مرکز پلت به سطح آن، نیازمند زمان ماندگاری طولانی تری در کولر هستند.

همچنین، انتقال گرما از هسته به سطح پلت بسیار آهسته تر است. به همین دلیل پلت های کوچکتر نسبت به پلت های بزرگ، سریعتر خشک و سرد می شوند. همچنین میزان سطح تماس پلت های کوچک با جریان هوا بیشتر است، در نتیجه با راندمان بهتری سرد و خشک می شوند. به طور کلی، در دستگاه پلت، با کاهش ظرفیت دستگاه، قطر پلت نیز کاهش می یابد. در برخی از کارخانه های تولید خوراک، چربی به پلت های داغ افزوده می شود.

چربی اضافه شده به پلت سدی در برابر خروج رطوبت در کولر ایجاد می کند. بنابراین، اگر مقدار چربی زیادی استفاده شود و پلت ها شکننده باشند، تکه هایی از چربی و خاکی تشکیل شده که مانع جریان هوا در بستر پلت خواهند شد. بنابراین توصیه شده افزودن چربی بعد از مرحله سرد کردن و حذف خاکی ها و دقیقاً قبل از کیسه گیری اعمال گردد. همچنین عمق بستر پلت نیز یکی از عوامل مهم در چگونگی عملکرد کولر به شمار می آید. در کولرهای افقی، عمق بستر می تواند بر اساس یک زمان ماندگاری خاص تنظیم شود. این میزان با استفاده از سنسورهایی در ارتفاع بالا و پایین بدست می آید که می تواند در سیستم PLC برای کنترل زمان ماندگاری استفاده شود. برای پلت هایی با قطر بزرگتر، به منظور افزایش زمان ماندگاری و فراهم کردن شرایط مناسب سرد کردن و خشک کردن، عمق بستر پلت در کولر نیز افزایش می یابد. به جهت دستیابی به شرایط مناسب سرد کردن جریان هوا باید به تعادل مطلوبی برسد.

در صورتیکه عمق بستر خیلی زیاد باشد در برابر جریان هوا مقاومت ایجاد شده و موجب کاهش راندمان کولر می گردد. در این حالت، تولید کننده باید از جریان کافی هوا با میزان تولید دستگاه پلت در حداکثر زمان ماندگاری مطمئن باشد.

در کولرهای افقی از فاکتورهای مهم عمق بستر است که به قطر پلت بستگی دارد. پلت های با قطر کوچکتر، عمق ۱۵ تا ۱۷ سانتیمتر طبیعی بوده و برای پلت های با قطر بزرگتر به ۲۳ تا ۲۴ سانتیمتر می رسد.

تخلخل پلت نیز بر راندمان پلت تأثیرگذار است. پلت های متراکم نسبت به پلت های متخلخل، با قطر مشابه، زمان بیشتری برای سرد شدن نیاز دارند. هرچه سختی و قطر پلت افزایش یابد، زمان ماندگاری مورد نیاز در کولر نیز بیشتر می شود. به طور کلی میزان هوای مورد استفاده ۱۳۰۰ تا ۱۵۰۰ متر مکعب در هر تن پلت توصیه شده است. این مقدار با توجه به نوع و طرح کولر متفاوت خواهد بود. سرعت هوا باید برای جلوگیری از ته نشین شدن گردوغبار در لوله های هوای کولر کافی باشد. سرعت هوای بالاتر از ۲۵ متر بر ثانیه منجر به رانده شدن خاکه ها از سیکلون می شود. لازم است که دمای هوا در سیستم لوله کشی کولر برای جلوگیری از چگالش، تا حد ممکن بالا باشد. هوای داغ، رطوبت را به سمت خروجی بخار هدایت کرده و فرصت میعان آن را در سیستم لوله کشی کولر نمی دهد. اگر تراکم بخار رخ دهد، خاکه ها در ذرات آب به دام افتاده و توده هایی را تشکیل می دهند که می توانند باعث آلودگی های قارچی در خوراک شوند. به این دلیل توصیه شده که دمای خروجی بخار در حدود ۴۰ تا ۶۰ درجه سانتیگراد تنظیم شود.

کولرهای افقی با سینی ها یا صفحات سوراخ دار مجهز شده اند. طرح و اندازه این روزنه ها بسیار متفاوت است. هدف این روزنه ها فراهم کردن حجم کافی هوا برای عبور از بین پلت هاست. اگر روزنه ها توسط خاکه بسته شود، جریان هوایی که از میان روزنه ها عبور می کند منقطع می شود. بنابراین، تمیز نگهداشتن این روزنه ها ضروری است. پلت ها باید به طور هموار بر روی روزنه ها توزیع شده و سرعت هوا نیز با میزان تولید دستگاه پلت تنظیم شود. اگر صفحات کولر خیلی سریع حرکت کنند، توزیع پلت و عمق بستر مناسب نخواهد بود و در نتیجه باعث توزیع نامطلوب رطوبت در بین پلت ها می گردد.

کولر عمودی

کولرهای عمودی طراحی ساده ای دارند و هزینه نگهداری آنها پایین است زیرا قطعات متحرک کمی دارند. این نوع کولر در واقع یک برج است که به دو قسمت ستونی تقسیم شده است. پلت ها از بالا وارد کولر شده و در معرض هوا با سرعت بالا قرار می گیرند. عمق محصول در دو ستون برابر نیست؛ که این حالت ممکن است منجر به بالاتر بودن سرعت هوا در یک قسمت با زمان ماندگاری پایین، شود. یکی از مزایای این نوع کولر جاگیری کم و راه اندازی آسان دستگاه است. اگرچه، این نوع کولرها با مشکل انسداد و تشکیل پل توسط پلت ها، به ویژه زمانی که رطوبت پلت ها بالاست یا خیلی نرم هستند، مواجه می شوند.

کولرهای افقی

این نوع کولر برای پلت های نرم، مرطوب یا نازک توصیه می شود. مشکل چسبندگی، در این کولرها کمتر رخ می دهد اما یکی از معایب آن فضای مورد نیاز زیاد و هزینه نگهداری بالا به دلیل متحرک بودن تمام قسمت های آن است. بسته به فضای در دسترس، کولرهای افقی می توانند به صورت یک، دو یا سه معبر ساخته شود. کولر یک معبر فقط یک قسمت متحرک دارد که باعث تخلیه پلت ها از روبروی محل ورود می شود. دستگاه های دو معبر کوتاه تر بوده و با دو سطح مجهز به یک قسمت متحرک تکمیل شده اند. پلت ها از بالای مخزن به پایین افتاده و تخلیه از زیر محل ورودی انجام می شود. اگر طراحی مناسب نباشد، مصرف انرژی ممکن است بیشتر شود زیرا این نوع کولر نسبت به کولرهای عمودی، به حجم هوای بیشتری به ازای هر واحد نیاز دارند.

کولرهای با جریان متقارن

مانند کولرهای عمودی، کولرهای با جریان متقارن، به فضای کمتر و هزینه نگهداری کمتری نیاز دارند. مشابه کولرهای عمودی، این نوع نیز از بالا با پلت پر شده مجهز به قفل هوا نیز هستند. آنها به یک طراحی مناسب برای توزیع همسطح پلت در داخل دستگاه نیازمندند. وقتی مقدار پلت موجود در دستگاه به سطح شاخص برسد، تخلیه به صورت اتوماتیک و با تحریک دریچه های خروجی انجام می شود. دریچه های تخلیه برای افزایش سطح بستر پلت و سپس تخلیه آن، طراحی شده اند. در همین زمان، باز شدن دریچه های تخلیه، باعث تخلیه پلت بدون اعمال فشار به آنها می گردد. دریچه، برای تطابق بهتر با قطر پلت تنظیم شده است. در مقایسه با کولرهای عمودی، هوای محدود از اطراف به داخل کشیده شده و در کف کولر جریان می یابد؛ از این رو این نوع کولر را "جریان متقارن" یا عکس جریان پلت ها می نامند.

خلاصه ای از نگهداری سیستم خنک کننده

- ۱- پلت های خارج شده از کولر باید ۵ تا ۶ درجه سانتیگراد بالاتر از دمای محیط باشند. اگر پلت ها گرمتر از حد مطلوب باشند، اپراتور باید در کولرهای افقی سرعت دستگاه، یا سطح بالای شاخص در کولرهای جریان متقارن را برای زمان ماندگاری مناسب بررسی کند.
- ۲- عمق بستر یا میزان پر شدن کولر باید به صورت دوره ای و برای اطمینان از دریافت صحیح هوا بررسی شود. یک کولر عمودی برای عملکرد صحیح باید کاملاً پر شود. همچنین کولر افقی نیز برای داشتن راندمان مناسب باید یک بستر کاملاً پر داشته باشد. وجود مناطق پر نشده جریان بیشتری از هوا را گرفته و هوای کمتری به سینی های پر از پلت می رسد که در نتیجه راندمان دستگاه کاهش می یابد.
- ۳- کولر باید به صورت دوره ای برای موادی که ممکن است در طی زمان ته نشین شوند، بررسی گردد. تشکیل رسوبات و کنده شدن آنها و در نتیجه انسداد سینی ها امری معمول است.
- ۴- بررسی دوره ای فن ها، سیکلون و سیستم لوله کشی برای اطمینان از عدم وجود رسوبات در دیواره ها باید انجام شود. اگر بعد از خالی شدن کولر، فن ها کار کنند، تشکیل رسوبات کاهش می یابد. با انجام این کار، هوای موجود در سیستم همان دمای مشابه با هوای ورودی را داشته و فرصت تشکیل رسوبات یا تغلیظ آب را خواهد گرفت.

Reference

Eugenio Bortone. Matching product to cooling process. Kansas State university.

ترجمه

گروه علمی - پژوهشی شرکت خوراک پرداز هزاره نوین - شهریور ماه ۹۳

Website: www.nmfeed.com

Email: info@nmfeed.com