

به نام خدا



موضوع مقاله:

پروتئاز در آرد و خمیر پیتزا چگونه تأثیر می‌گذارند

نویسنده و مترجم: شاهین یوسف خان

تاریخ: تیر ماه 1404

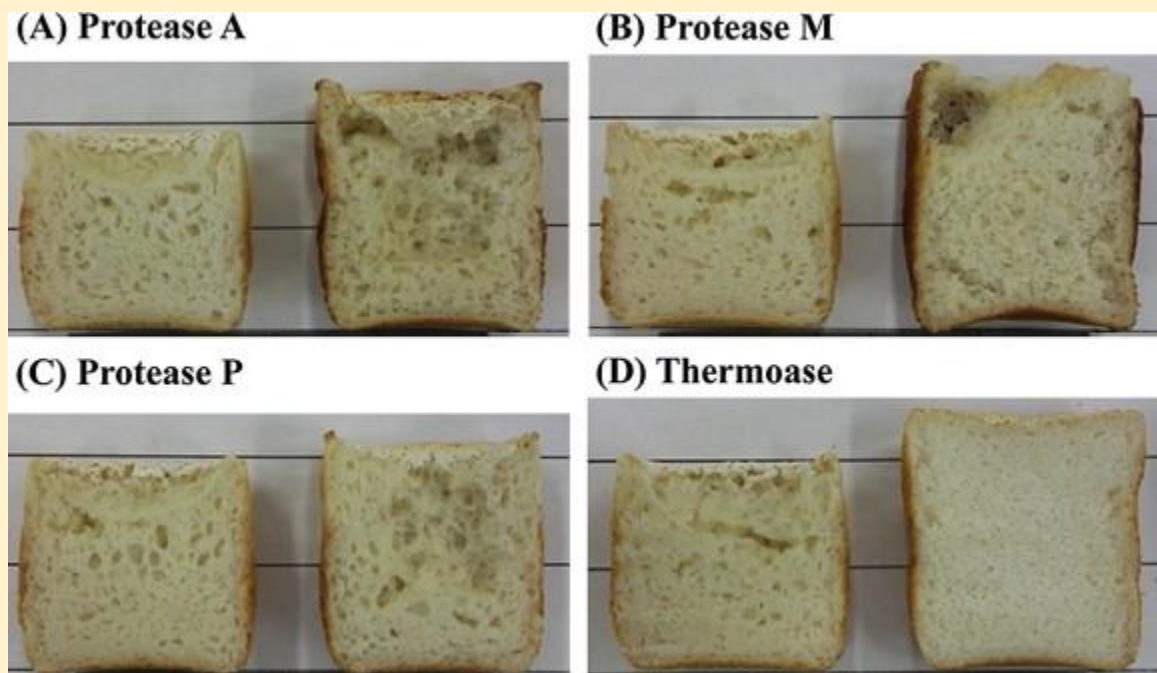


مقدمه

پروتئاز یک کاتالیزور بیولوژیکی طبیعی است. می توان آن را از غلات و میوه ها استخراج کرد، مانند پاپائین یا بروملین. یا از منابع حیوانی مانند کیموزین یا رنین از گاو به دست می آید.

عملکرد

پروتئاز عملکردهای مختلفی را در سیستم های خمیر نان و کراکر انجام می دهد. آن ها بر اساس الگوی عمل خود طبقه بندی می شوند:



اندوپروتئاز: می تواند زنجیره های داخلی پروتئین را با پیوندهای تصادفی بشکند تا پلی پپتیدها، پپتیدها و پپتون ها را تشکیل دهد. این امر منجر به کاهش اندازه مولکولی پروتئین ها می شود که تأثیر زیادی بر رئولوژی خمیر دارد. اندوپروتئاز عملکردهای زیر را ارائه می دهد:

1. از طریق تجزیه پروتئین‌ها، شبکه گلوتن ضعیف می‌شود. این امر قابلیت انبساط را افزایش داده و مقاومت در برابر تغییر شکل را کاهش می‌دهد. خمیرهای تیمار شده با پروتئاز راحت‌تر گرد، ورقه‌ای و قالب‌گیری می‌شوند.

2. انرژی و زمان اختلاط را در برخی از فرآیندهای نان‌پزی که از سیستم‌های خمیر بدون زمان یا مستقیم استفاده می‌کنند، کاهش می‌دهد.

3. قابلیت ورقه‌ای شدن کراکرها و خمیرهای پیتزا را بهبود می‌بخشد.

4. جریان خمیر را در ظرف خمیر بهبود می‌بخشد.

5. نرمی خرده نان را افزایش می‌دهد.

6. چسبندگی خمیر را کمی افزایش می‌دهد. این به دلیل تجزیه گلوتن و توزیع مجدد آب در بین آرد (نشاسته، آرابینوزایلان‌ها و سلولز) است.

7. انبساط خمیر را در طول آماده‌سازی و فرفر را از طریق افزایش قابلیت انبساط تسهیل می‌کند. این امر تأثیر مثبتی بر حجم محصول نهایی دارد.

اگزوپروتئاز: می‌تواند باقیمانده‌های اسید آمینه انتهایی را از زنجیره اصلی پروتئین جدا کند. در حضور قندهای احیاکننده آزاد، این امر ممکن است از طریق واکنش‌های قهوه‌ای شدن میلارد منجر به افزایش رنگ پوسته شود.

کاربرد

پروتئاز یک ریزماده در پخت نامیده می‌شود. در سیستم‌های نان‌پزی که نیازی به مراحل تخمیر مانند مخمر یا خمیر ترش ندارند، مورد توجه قرار می‌گیرد. افزودن آنزیم‌های ویژه، روشی است که می‌توان نان‌های صنعتی و متنوع با کیفیت بالا را در مدت زمان کوتاهی تهیه کرد. معمولاً پروتئاز در حین مخلوط کردن خمیر اضافه می‌شود. بسته به کاربرد و فرمولاسیون، میزان آن بر اساس وزن آرد، 0.1 تا 0.5 درصد است. همچنین در کاربردهای برچسب تمیز استفاده می‌شود. ممکن است مشکلاتی در مورد خلوص، مانند واکنش‌های جانبی و فعالیت ثانویه، وجود داشته باشد. همچنین، اطمینان از غیرفعال شدن کامل در حین پخت برای عملکرد بهینه بسیار مهم است. هنگام تهیه پروتئاز، انجام آزمایش‌های پخت و تجزیه و تحلیل آزمایشگاهی قبل از تولید خط تولید، یک روش خوب است.

* پروتئاز مشابه سایر آنزیم‌ها، برای فعالیت و عملکرد بهینه به شرایط خاصی نیاز دارد.

ملاحظات ویژه:

اسیدیته pH سیستم غذایی: پروتئاز در محدوده pH 4.5 تا 6.5 عملکرد خوبی دارد. دما: سرعت واکنش‌های شیمیایی به ازای هر 18 درجه فارنهایت (10 درجه سانتیگراد) افزایش دما، دو برابر می‌شود.

زمان تماس بین آنزیم و سوبسترا: آنزیم‌ها برای عمل روی پروتئین‌ها به زمان نیاز دارند.

در دسترس بودن آب برای پشتیبانی از واکنش‌های شیمیایی: میزان جذب آب یا هیدراتاسیون تا حد زیادی بر فعالیت آنزیم تأثیر می‌گذارد.

مقدار سوبسترا: آنزیم زمانی بیشترین کارایی را دارد که سوبسترا به مقدار کافی در دسترس باشد. این موضوع برای نانوایان نگران‌کننده نیست زیرا آرد حاوی پروتئین‌های تشکیل‌دهنده گلوتن، ماده اصلی است.

مقدار یا دوز آنزیم: به عنوان مثال، 0.25٪ پودر بر اساس وزن آرد یا به صورت قرص با 75 واحد هموگلوبین (HU) در هر 100 گرم آرد. مقادیر بیش از حد پروتئاز می‌تواند ماتریس گلوتن و تمامیت ساختاری آن را به خطر بیندازد. در نتیجه، ظرفیت نگهداری گاز خمیر کاهش می‌یابد.

نوع پروتئاز به دلیل ویژگی‌های واکنش با پروتئین‌های گلوتن، گلیادین یا گلوٹنین، می‌تواند برای کیفیت محصول بسیار مهم باشد. برخی از پروتئازها پیوندهای شکسته شده در باقیمانده‌های تریپتوفان، گلوتامین، پرولین، فنیل آلانین یا لوسین را ترجیح می‌دهند. تأمین‌کننده باید این اطلاعات را به وضوح بیان کند تا به ناوایان در انتخاب مناسب‌ترین پروتئاز برای کاربرد نهایی خود کمک کند.

تولید تجاری

از سوی دیگر، می‌توان آن را به طور مؤثرتری از میکروارگانیسم‌های خوراکی تولید کرد. برخی از نمونه‌ها قارچ‌ها (آسپرژیلوس اوریزا) یا باکتری‌ها (باسیلوس سوبتیلیس) هستند. این امر از طریق تخمیر در مقیاس صنعتی و فراوری پایین‌دستی اتفاق می‌افتد.

طبق مقررات FDA مواد غذایی مستقیم که به طور کلی ایمن شناخته شده‌اند، پروتئاز می‌تواند در مواد غذایی به مقدار کافی و بدون هیچ محدودیتی به جز شیوه‌های تولید خوب فعلی استفاده شود.

آنزیم‌های پروتئاز در آرد: چگونه بر خمیر پیتزا تأثیر می‌گذارند

آنزیم‌های پروتئاز که به عنوان آنزیم‌های پروتئولیتیک یا "پروتئازها" نیز شناخته می‌شوند، به طور طبیعی در آرد وجود دارند و همچنین توسط مخمر و باکتری‌ها در طول تخمیر تولید می‌شوند. آنها از لحظه مخلوط شدن خمیر تا زمان پخت فعال هستند و نقش اصلی و اساسی در فرآیند تخمیر دارند. آنها با تجزیه پروتئین‌های تشکیل دهنده گلوتن، ساختار گلوتن را تجزیه و تضعیف می‌کنند:

اسیدهای آمینه (بلوک‌های سازنده پروتئین‌ها)

پپتیدها و پلی پپتیدها (زنجیره‌هایی از اسیدهای آمینه با طول‌های مختلف) فرآیند تجزیه پروتئین‌ها در خمیر، پروتئولیز نامیده می‌شود. این فرآیند با تضعیف ساختار گلوتن، خمیر را نرم می‌کند و کار با آن را آسان‌تر می‌کند. این فرآیند همچنین بر خواص ارتجاعی و کشسانی خمیر و همچنین بافت نهایی پوسته پیتزا (نرم، جویدنی، چرمی و غیره) تأثیر می‌گذارد.

علاوه بر تجزیه ساختار گلوتن و نرم شدن خمیر، تجزیه پروتئین‌ها به اسیدهای آمینه به طور قابل توجهی بر طعم تأثیر می‌گذارد؛ دلیل این امر این است که در نتیجه تجزیه گلوتن، اسیدهای آمینه و پپتیدها "تولید" می‌شوند:

اسیدهای آمینه برای واکنش میلارد (قهوه‌ای شدن) در طول پخت ضروری هستند که به پوسته پیتزا طعم‌های عمیق و پیچیده‌ای می‌دهد.

اسیدهای آمینه از طریق یک واکنش شیمیایی با سایر اجزای خمیر، در درجه اول الکل و اسیدهای آلی، تعامل دارند. این تعامل منجر به تشکیل ترکیبات طعم و عطر می‌شود که به طور مستقیم بر طعم و عطر خمیر تأثیر می‌گذارند.

به عبارت ساده‌تر، با تجزیه پروتئین‌های بیشتر به اسیدهای آمینه، پتانسیل طعم خمیر افزایش می‌یابد. متأسفانه، این فرآیند طبیعی را نمی‌توان به صورت مصنوعی تسریع کرد و به زمان نیاز دارد.

لازم به ذکر است که فعالیت آنزیم‌های پروتئاز در خمیر تا حد خاصی مطلوب است. اگر آنزیم‌های پروتئاز برای مدت طولانی کار کنند، گلوتن موجود در خمیر را بیش از حد تجزیه می‌کنند و در نتیجه ساختار گلوتن ضعیف، قابلیت کشش بیش از حد، قوام مایع و پارگی آسان - اساساً، خمیر بیش از حد تخمیر شده - ایجاد می‌شود.

همچنین درک این نکته بسیار مهم است که فعالیت آنزیم‌های پروتئاز در آرد برگشت‌ناپذیر است. هنگامی که خمیر به تخمیر بیش از حد (به دلیل تخریب بیش از حد گلوتن/پروتئین) می‌رسد، نمی‌توان آن را "ترمیم" کرد، زیرا پروتئین‌های تشکیل‌دهنده گلوتن توانایی خود را برای ایجاد پیوندهای گلوتن جدید از دست داده‌اند.

از نظر بلوغ خمیر، در یک خمیر "رسیده"، پروتئین‌ها (گلوتن) به اندازه کافی توسط آنزیم‌های پروتئاز تجزیه شده‌اند. این امر امکان دستیابی به خمیری را فراهم می‌کند که قبل از پخت به راحتی شکل داده و کشیده شود. خمیر ایده‌آل تعادلی بین قابلیت کشش و الاستیسیته دارد، به این معنی که به راحتی و بدون پاره شدن کشیده می‌شود، در عین حال به اندازه کافی قوی می‌ماند و الاستیسیته کافی دارد.

نوع آرد مورد استفاده بر میزان تجزیه گلوتن مورد نیاز آنزیم‌های پروتئولیتیک تأثیر می‌گذارد. خمیری که از آردی با محتوای پروتئین (گلوتن) بالاتر تهیه شده باشد، در مقایسه با خمیری که از آردی با پروتئین کمتر تهیه شده است، به فعالیت پروتئاز طولانی‌تری نیاز دارد. می‌توانید اطلاعات بیشتری در مورد این موضوع را در مقاله زیر بیابید: راهنمای نهایی آرد پیتزا - نحوه انتخاب آرد ایده‌آل برای پیتزا.

بهبود دهنده‌ها/کاهش دهنده‌های خمیر موجود هستند که عملکرد آنزیم‌های پروتئاز در خمیر را "تقلید" می‌کنند. این افزودنی‌ها اساساً "به طور مصنوعی" خمیر را نرم کرده و زمان رسیدن آن را کوتاه می‌کنند. نمونه‌هایی از چنین بهبود دهنده‌های خمیر شامل ال-سیستئین و گلوتاتیون ("مخمر مرده") است. با این حال، این بهبود دهنده‌های خمیر فقط به نرم شدن خمیر کمک می‌کنند و عموماً بر طعم تأثیری ندارند (آنها پیوندهای گلوتن را می‌شکنند/تضعیف می‌کنند اما پروتئین‌ها را به اسیدهای آمینه تجزیه نمی‌کنند).